Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d’œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 78-753 du 17 juillet 1978 :

- **la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr)**
- **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- **les reproductions de documents protégés par le droit d’auteur, uniquement consultables dans l’enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l’autorisation préalable du titulaire des droits.**

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

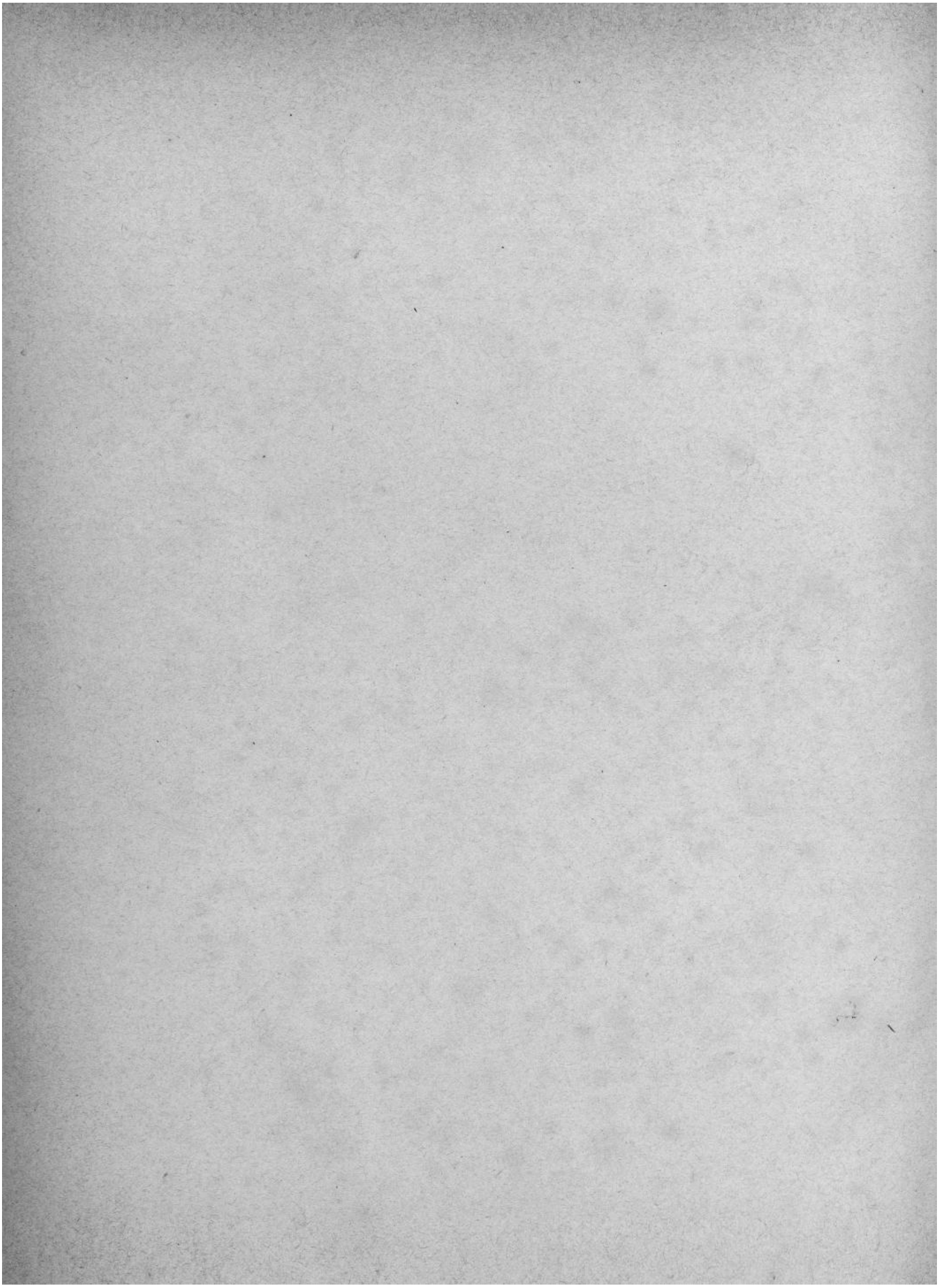
5- L’utilisateur s’engage à respecter les présentes conditions d’utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d’une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d’utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Congrès international des chemins de fer. 1900. Paris
Auteur(s)	Congrès international des chemins de fer (06 ; 1900 ; Paris)
Auteur(s) secondaire(s)	Weissenbruch, Pierre (18..?-19..?)
Titre	Congrès international des chemins de fer : sixième session : Paris : septembre-octobre 1900 : compte rendu général
Adresse	Bruxelles : P. Weissenbruch, 1901-1902
Collation	6 vol.
Nombre de volumes	6
Cote	CNAM-BIB 4 Le 247 bis
Sujet(s)	Chemins de fer -- Actes de congrès Transports ferroviaires -- Appareils et matériel -- Actes de congrès
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?4LE247BIS
LISTE DES VOLUMES	Premier volume
	Deuxième volume
	Troisième volume
	Quatrième volume
	Cinquième volume
	Sixième volume

NOTICE DU VOLUME	
Auteur(s) volume	Congrès international des chemins de fer (06 ; 1900 ; Paris)
Auteur(s) secondaire(s) volume	Weissenbruch, Pierre (18..?-19..?)
Titre	Congrès international des chemins de fer : sixième session : Paris : septembre-octobre 1900 : compte rendu général
Volume	Quatrième volume
Adresse	Bruxelles : P. Weissenbruch, 1901
Collation	1 vol. ([4]-568-114-438-274-44-2 p.) : fig. : tabl. ; 25 cm
Nombre de vues	1260
Cote	CNAM-BIB 4 Le 247 bis (4)
Sujet(s)	Chemins de fer -- Actes de congrès Transports ferroviaires -- Appareils et matériel -- Actes de congrès
Thématique(s)	Transports
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	06/04/2018
Date de génération du PDF	04/12/2023
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?4LE247BIS.4



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

SIXIÈME SESSION

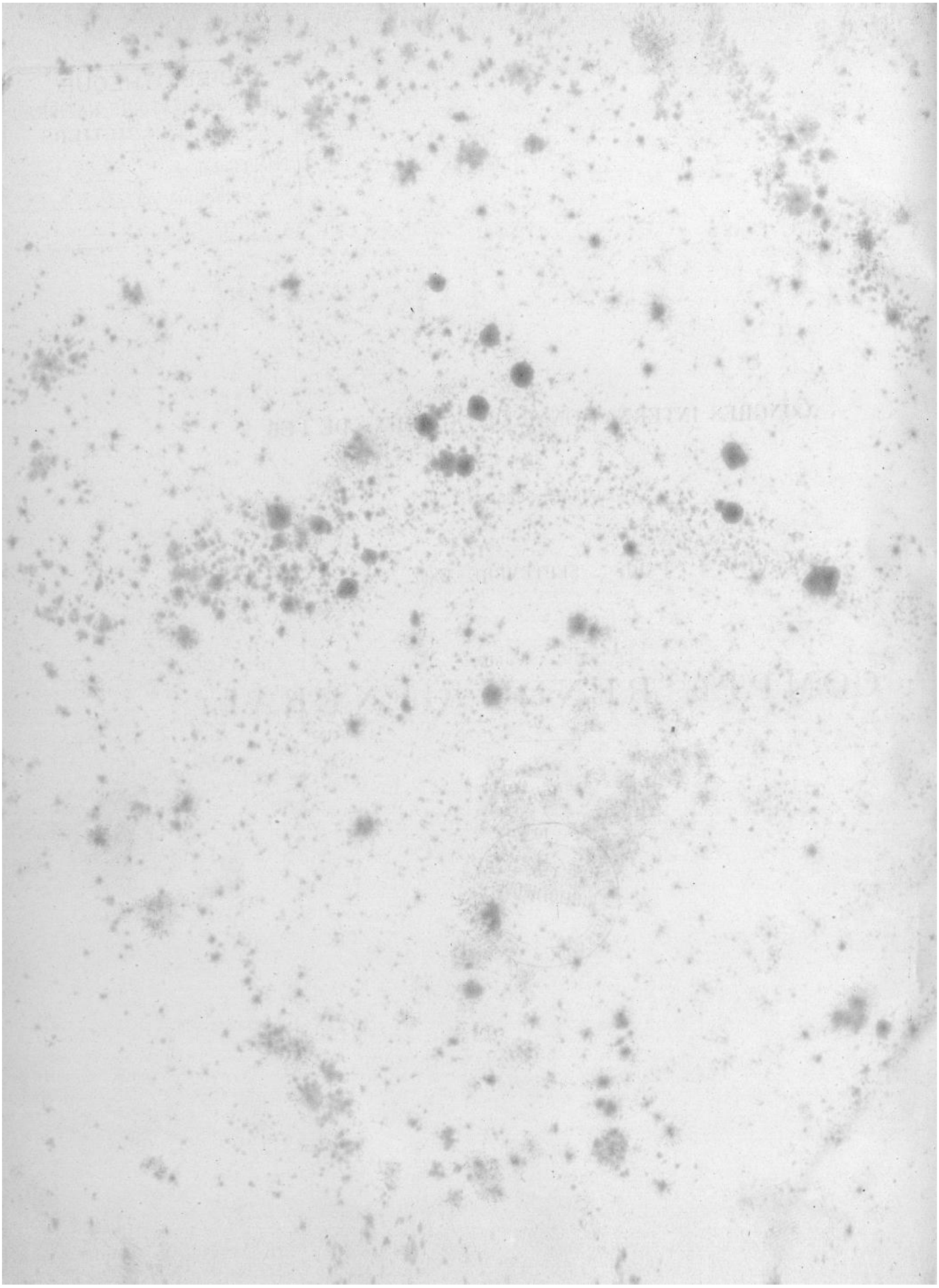
PARIS : SEPTEMBRE 1900

COMPTE RENDU GÉNÉRAL

QUATRIÈME VOLUME



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE NATIONAL
des ARTS & MÉTIERS
N° du Catalogue 4° Ie 247
~~Prix ou~~ Estimation 10 f.
Entrée, le 7 Xbre 1901

CONGRÈS INTERNATIONAL

DES

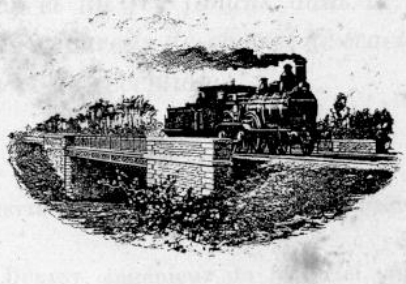
CHEMINS DE FER

SIXIÈME SESSION

PARIS : SEPTEMBRE 1900

COMPTE RENDU GÉNÉRAL

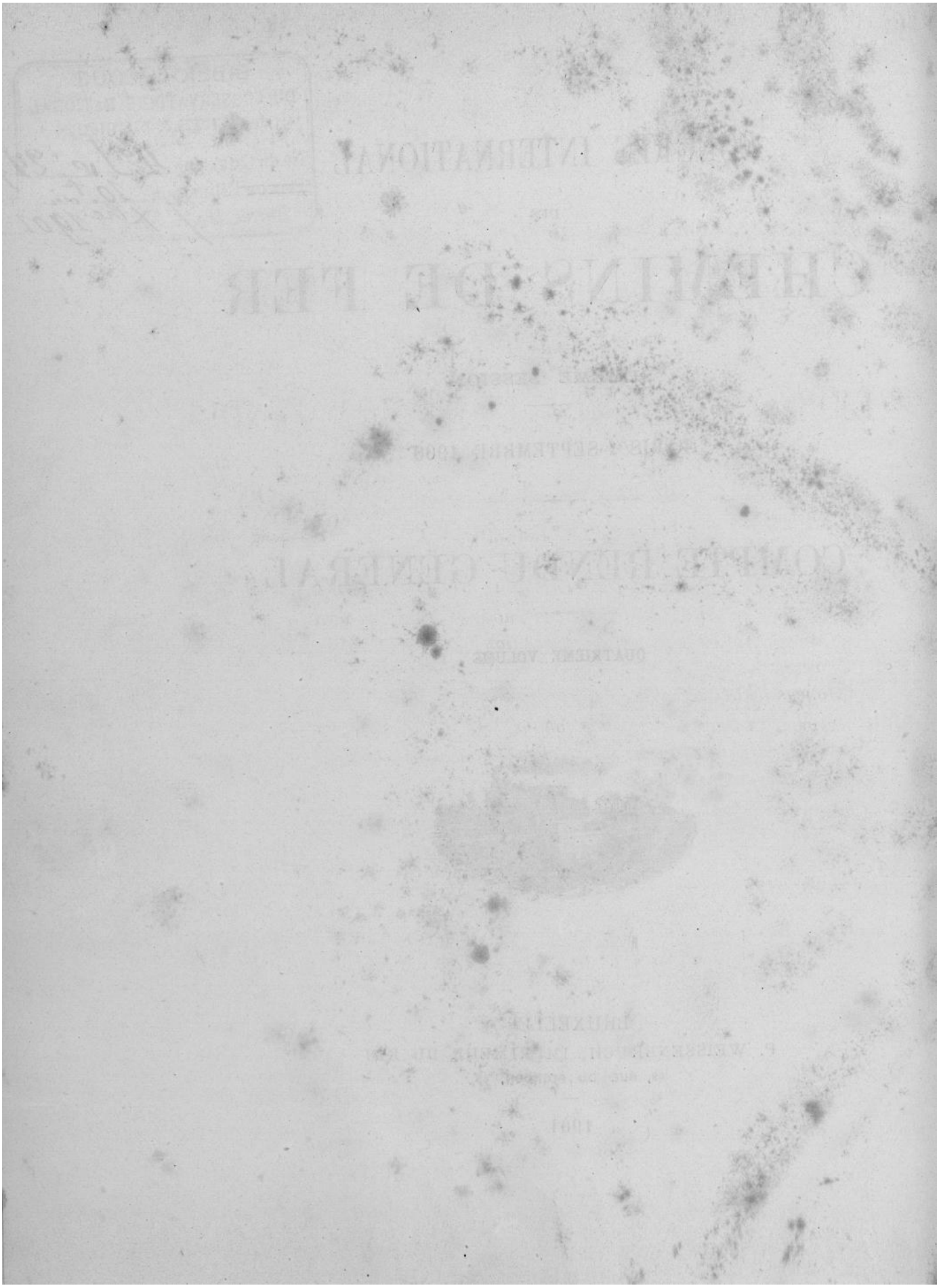
QUATRIÈME VOLUME



BRUXELLES
P. WEISSENBRUCH, IMPRIMEUR DU ROI
49, RUE DU POINÇON, 49

1901

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS
BIBLIOTHÈQUE

2e SECTION. — TRACTION ET MATÉRIEL.

[621 .131.2 & 625 .246] QUESTION XVI.

EMPLOI DE L'ACIER ET DU FER FONDUS

DANS LA

CONSTRUCTION DU MATÉRIEL DE TRACTION ET DE TRANSPORT.

A. *Emploi de l'acier et du fer fondus, laminés ou moulés, dans la construction de certaines parties des locomotives (pièces de mouvement, chaudières, boîtes à feu, etc.). Conditions techniques de fabrication et de réception.*

Moyens de découvrir les soufflures cachées.

B. *Emploi de l'acier et du fer fondus dans la construction des wagons, notamment des appareils de choc et de traction. Conditions techniques de fabrication et de réception.*

Rapporteurs :

États-Unis. — Mr Forsyth (William), Mechanical Engineer, Chicago, Burlington & Quincy Railroad.

Autres pays. — Mr Durant, ingénieur du matériel, adjoint à l'ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Orléans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION XVI.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Exposé n° 2 (tous les pays, sauf les États-Unis), par Mr Durant. (Voir le *Bulletin* de juillet 1900, 2e fasc., p. 3941.)	XVI — 3
Exposé n° 1 (États-Unis), par Mr William Forsyth. (Voir le *Bulletin* de juillet 1900, 3e fasc., p. 4689.)	XVI — 471
Discussion en section	XVI — 549
Rapport de la 2e section	XVI — 563
Discussion en séance plénière	XVI — 563
Conclusions	XVI — 564
Annexe : Errata à l'exposé n° 2 par Mr Durant	XVI — 568

N. B. — Voir aussi le tiré à part (à couverture brune) n° 47.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[621.131.2 & 625.246]

EXPOSÉ N° 2

(tous les pays, sauf les États-Unis)

Par Mr DURANT,

INGÉNIEUR DU MATÉRIEL,

ADJOINT A L'INGÉNIEUR EN CHEF DU MATERIEL ET DE LA TRACTION DE LA COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS.

EXPOSÉ.

Les progrès successifs accomplis dans la métallurgie depuis une époque encore assez récente ont fait de l'acier un métal de composition variée, mais définie, qui a pris dans les constructions mécaniques une place de plus en plus importante (1).

Susceptible comme métal moulé de fournir des pièces de forme difficile et même impossible à réaliser à la forge et joignant à cet avantage celui d'offrir une grande

(1) Sous le nom de fer fondu on a désigné à l'origine un métal obtenu par fusion, mais ne différant pas sensiblement du fer supérieur quant à ses qualités usuelles, résistance et allongement, et ne prenant pas non plus la trempe d'une façon appréciable.

Dans l'usage courant on n'a pas toujours strictement limité au métal de cette qualité l'application du mot *fer fondu* et l'on trouve dans les documents réunis pour la rédaction du présent rapport, indiquées sous la dénomination de fer fondu, des pièces devant résister à une charge notablement supérieure à celle que peut supporter le fer de première qualité.

Il semble d'ailleurs que les procédés actuels de fabrication de l'acier qui permettent d'obtenir plus facilement qu'autrefois du métal extra-doux, enlèvent au fer fondu tout caractère de métal spécial.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résistance de rupture unie à une élasticité pratique assez étendue, il se substitue avantageusement aux pièces de fonte ou de bronze toutes les fois que les conditions d'emploi de ces pièces nécessitent un métal résistant et non cassant.

Transformé par le laminage ou le forgeage, l'acier trouve sous forme de tôle ou de barre un emploi identique à celui du fer auquel on le substitue en raison de sa plus grande résistance qui n'exclut pas une ductilité, variable avec sa dureté, mais supérieure encore à celle du fer, au moins dans les aciers doux.

L'acier présente encore sur le fer cet avantage de pouvoir être obtenu en qualités diverses, depuis la nuance extra-douce, dont la résistance est celle du meilleur fer, jusqu'à la nuance extra-dure, qui ne se laisse pas entamer par l'outil.

La question XVI que j'ai été chargé de traiter a pour but de marquer la place prise aujourd'hui dans la construction du matériel roulant par le métal acier et de montrer par quelles considérations diverses on a été conduit à la substitution progressive de ce métal à la fonte et au fer.

Pour déterminer l'importance actuelle de l'application du métal acier dans les constructions de matériel roulant, il a été envoyé un questionnaire spécialement préparé à cet effet aux compagnies de chemins de fer des divers pays, à l'exception des États-Unis d'Amérique, pour lesquels il est fait un rapport spécial.

Le réseau total des compagnies, au nombre de 213, auxquelles ce questionnaire a été adressé, comporte 225,178 kilomètres de lignes en exploitation, 59 compagnies seulement ont répondu, mais il est à remarquer qu'elles représentent ensemble 128,158 kilomètres exploités, c'est-à-dire un peu plus de la moitié du nombre total de kilomètres de lignes en exploitation.

Le résumé des réponses reçues représente donc l'état actuel de l'application de l'acier sur plus de la moitié du réseau total exploité par les compagnies interrogées.

Pour obtenir ce résumé, j'ai d'abord relevé pour chaque question et pour chaque subdivision de question les réponses qui me sont parvenues. Ces réponses sont groupées sous une forme condensée et par chapitre, dans l'ordre adopté sur le questionnaire; à chaque chapitre est jointe une annexe contenant les réponses individuelles faites au questionnaire. Ces réponses ne sont pas reproduites littéralement, ce qui aurait donné à ce rapport des proportions très volumineuses, mais je me suis appliqué à leur conserver, sous une forme résumée, leur sens propre.

Pour les réponses qui me sont parvenues en diverses langues, je pense, malgré les difficultés de la traduction, avoir exactement reproduit la pensée de leurs auteurs.

Pour terminer, j'ai exposé sous une forme succincte et tel qu'il résulte des indications contenues dans les parties précédentes, l'état actuel de l'emploi de l'acier dans la construction du matériel roulant, locomotives, voitures et wagons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PREMIÈRE PARTIE.

Locomotives.

CHAPITRE I.

Choix des tôles d'acier ou de fer fondu pour les chaudières.

Faites-vous usage des tôles d'acier ou de fer fondu pour les chaudières de locomotives?

Depuis quelle époque?

Indiquez si l'emploi est spécialisé aux tôles du corps cylindrique ou s'il s'applique aux tôles embouties.

En est-il fait usage pour les parties de la boîte à feu qui sont en contact avec le feu et les produits de la combustion?

Il résulte des cinquante et une réponses que nous avons dû recueillir sur cette question, que quarante-quatre compagnies de chemins de fer, représentant une longueur de 115,342 kilomètres, ont employé pour leurs locomotives des chaudières en tôles d'acier ou de fer fondu et que les cinq autres, formant une longueur de 2,398 kilomètres, ont continué jusqu'à ce jour l'emploi du fer.

La première application a été faite en 1864 par une seule compagnie; en 1874, dix ans après, il n'y avait encore que quatre compagnies ayant appliqué les tôles d'acier pour les chaudières. Ce nombre s'élève à dix en 1884 et passe à trente-quatre en 1894; il était de quarante-quatre en 1898.

C'est donc dans les dernières années surtout que l'emploi de l'acier s'est développé, et cela pour toutes les parties de la chaudière, aussi bien pour le corps cylindrique que pour les parties embouties.

Pour ce qui est du foyer proprement dit, à l'exception de deux compagnies seulement qui emploient l'acier, toute les autres ont conservé l'usage du cuivre rouge. Cependant quelques compagnies ont exécuté, pour essais, quelques chaudières à foyer en acier.

Sur combien de chaudières ont porté ces applications de tôles d'acier et quelle proportion cela donne-t-il par rapport à l'effectif total des chaudières?

Le nombre de chaudières sur lesquelles ont porté les applications de tôles d'acier ou de fer fondu est très variable suivant les compagnies. Certaines d'entre elles ont toutes leurs chaudières en acier; d'autres ne sont pas éloignées de la transformation complète; enfin quelques compagnies ne font qu'entrer dans la même voie.

(*Voir* à l'annexe I le tableau II, qui indique le degré d'avancement du remplacement du fer par l'acier dans la construction des chaudières de locomotives du plus grand nombre des compagnies.)

Quelle sont les considérations techniques ou économiques qui ont conduit à l'emploi de ces tôles?

Les considérations qui ont conduit à l'emploi de l'acier ou du fer fondu sont à peu près les mêmes pour toutes les compagnies et peuvent être résumées comme suit :

La résistance plus grande de l'acier permet de diminuer l'épaisseur des tôles ou d'augmenter la pression à épaisseur égale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les tôles en acier ou en fer fondu sont beaucoup plus faciles à emboutir que les tôles en fer et donnent des surfaces plus propres.

Les tôles d'acier sont plus homogènes, leur fabrication suit les progrès incessants de la métallurgie, tandis que celle des tôles en fer reste stationnaire.

Il est facile de se procurer des tôles de bonne qualité en acier dans presque toutes les usines, tandis que les bonnes tôles de fer ne sont fabriquées que dans certaines usines spéciales et peu nombreuses.

La considération d'économie a aussi été pour beaucoup dans le choix du métal fondu ; le prix des tôles de fer étant quelquefois trois fois plus élevé que celui des tôles d'acier à qualité égale.

Les résultats acquis sont-ils probants et permettent-ils de conclure à l'emploi définitif de l'acier ou du fer fondu pour les chaudières des locomotives ?

Les résultats acquis sont probants pour la plupart des compagnies qui utilisent l'acier ou le fer fondu dans la construction de leurs chaudières. Quelques compagnies ne peuvent encore conclure à l'adoption définitive de l'acier ou du fer fondu ; mais les essais sont continués dans cette voie.

Avez-vous fait usage de tôles d'acier contenant une certaine proportion de métaux pouvant augmenter les conditions de résistance et d'allongement, tels que le chrome, le nickel, etc. ?
Dans quel but ? Depuis quelle époque ?
Quelle a été la teneur de ces métaux et quels résultats ont été obtenus ?

Une compagnie a fait usage, à titre d'essai, d'aciers spéciaux pour la tôle de chaudière, en employant un métal contenant 2 p. c. de chrome. Cet essai, fait en 1892, a eu pour but, en augmentant notablement la résistance de l'acier, de diminuer le poids de la locomotive.

Les résultats obtenus sont satisfaisants jusqu'à présent. Une autre compagnie étudie la possibilité d'employer l'acier au nickel.

(*Voir* l'annexe I pour les détails et les tableaux synoptiques n^{os} I et II résumant la question.)

CHAPITRE II.

Conditions de fabrication des tôles d'acier ou de fer fondu.

Pour la fourniture des tôles des chaudières, dans les divers cas indiqués ci-dessus, imposez-vous des conditions de fabrication, ou jugez-vous suffisant de contrôler la qualité des produits par divers essais de réception ?

Un tiers environ des compagnies qui ont répondu à cette question ne spécifient que des essais de réception sans imposer des conditions de fabrication.

Les deux tiers spécifient, en outre, des essais de réception, diverses conditions de fabrication.

Si vous imposez des conditions de fabrication, quelles sont-elles ?
Sont-elles relatives à la nature ou à la provenance des minerais ?
A la fabrication des lingots ?
Emploi de la cornue Bessemer ou du four Martin à garniture acide ou basique, température de coulée, dimensions, proportion sacrifiée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exigez-vous une teneur en carbone et un minimum de teneur pour le phosphore, silicium, manganèse, soufre.

Imposez-vous des procédés de corroyage et de laminage?

Exigez-vous un recuit spécial : au laminoir, à la chaudronnerie?

Deux compagnies seulement imposent la provenance de certains minerais et interdisent l'emploi de minerais de nature phosphoreuse.

Pour la fabrication des lingots, une seule compagnie impose que la coulée entière soit contenue dans une poche destinée à la répartition entre toutes les lingotières.

(*Voir* le tableau C de l'annexe II indiquant les appareils de fusion qui sont spécifiés par les quarante-trois compagnies qui imposent certaines clauses de fabrication.)

En outre, une compagnie seule impose une épaisseur spéciale du lingot qui doit être quinze fois celle de la tôle.

Trois compagnies seulement indiquent les proportions sacrifiées sur chaque lingot : un tiers environ.

Neuf compagnies prescrivent une teneur en carbone, soufre, phosphore et silicium pour la composition de l'acier.

Quatre compagnies seulement spécifient que les lingots doivent être martelés avant laminage.

Une compagnie interdit le travail des tôles à la température du bleu.

Quant au recuit, il est demandé après laminage par onze compagnies sans indications du mode d'opérer.

Une compagnie donne les détails d'exécution du recuit qu'elle exige.

Le recuit après travail des tôles est demandé par trois compagnies qui spécifient un recuit général après montage provisoire de la chaudière.

Dix compagnies ne demandent que le recuit des tôles ayant été embouties.

Deux de celles-ci demandent que les tôles soient recuites après le poinçonnage.

Une compagnie exige un recuit spécial après que les tôles ont été coupées à la cisaille ou à la presse.

(*Voir* l'annexe II pour les détails et le tableau synoptique III résumant la question.)

CHAPITRE III.

Conditions de réception des tôles d'acier ou de fer fondu.

La réception des tôles dans les usines, la confection et l'essai des éprouvettes sont-ils faits en conformité des indications qui ont été établies et conseillées par la Commission française des méthodes d'essai des métaux? (Cette annotation s'adresse spécialement aux compagnies françaises.)

Sinon, quelles sont les méthodes suivies pour la réception des tôles d'acier ou de fer fondu dans les usines de fabrication?

(Indiquer les dimensions des éprouvettes.)

Parmi les grandes compagnies françaises, cinq ont adopté les indications établies et conseillées par la Commission française des méthodes d'essai des métaux, et, entre autres, la formule $L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S$ pour la relation entre la longueur et la section des barreaux d'essai de traction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une a adopté la longueur fixe de 100 millimètres pour toutes les éprouvettes de traction.

La septième a maintenu sa relation primitive $L = \sqrt{80\,S}$ entre la longueur et la section du barreau d'essai.

Les compagnies étrangères imposent des dimensions très variables pour les barreaux d'épreuve; pourtant, les longueurs comprises entre 200 et 250 millimètres semblent avoir été généralement préférées. De nombreuses compagnies n'imposent aucune dimension aux éprouvettes. D'autres se contentent d'indiquer seulement la longueur utile des éprouvettes; dix d'entre elles, sans tenir compte des diverses épaisseurs des tôles, demandent une même largeur (très variable d'ailleurs : 25, 30, 35, 38, 50 millimètres) pour toutes les éprouvettes; quatre autres imposent une section uniforme pour toutes les éprouvettes de traction. Une seule compagnie (l'État autrichien) a établi une relation : $L = 11{,}3\sqrt{S}$ entre la longueur et la section d'une même éprouvette; S devant être voisine de 360 millimètres carrés autant que possible.

(*Voir* les dimensions données par le chemin de fer du Gothard.)

Essayez-vous toutes les tôles individuellement ou seulement une certaine proportion? En long et en travers?

Dans plusieurs endroits, sur les bords, aux extrémités et au milieu?

Vingt-neuf compagnies essaient toutes les tôles présentées; quelques-unes n'essaient qu'une proportion variable de ces tôles; enfin, treize compagnies n'indiquent pas la proportion des essais.

Vingt-sept compagnies prélèvent les essais en long et en travers, cinq en long seulement, deux en travers seulement et treize autres n'indiquent pas le sens de l'essai.

Vingt-six compagnies n'indiquent pas l'emplacement de la prise d'essai, deux désignent le haut de la tôle, six le haut et le bas, neuf les bords.

Une compagnie tient compte des dimensions des tôles.

(*Voir*, pour la désignation détaillée des conditions imposées, le tableau IV de l'annexe III.)

Vous contentez-vous des essais de traction, ou faites-vous d'autres essais, tels que les suivants :

Essais de flexion?

Essais de choc?

Essais de poinçonnage?

Essais à chaud? lesquels? (Emboutissage, calotte sphérique, étirage de presse, angle trièdre, etc.)

Prière de joindre un exemplaire du cahier des charges indiquant toutes les conditions imposées pour la fabrication et les prescriptions concernant la réception des tôles d'acier ou de fer fondu, y compris celles en acier au nickel, au chrome, etc. (appareil employé, progression des charges, durée de l'essai, etc.).

Toutes les compagnies qui ont répondu font subir aux tôles des essais de traction.

Les divers autres essais à chaud ou à froid les plus usités sont : le pliage à froid après trempe ou sans trempe (vingt-sept compagnies), le pliage à chaud (treize compagnies), poinçonnage à froid (onze compagnies), poinçonnage à chaud (deux compagnies), poinçonnage et élargissement à froid (quatorze compagnies), essai à la lime (cinq compagnies), emboutissage, calotte sphérique et angle trièdre (quatre compagnies), étirage à chaud (trois compagnies), pliage sur soudure (deux compagnies).

(*Voir* l'annexe n° III pour les détails et le tableau synoptique n° IV résumant la question.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV.

Calculs et fatigues des tôles en service.

—

Pour calculer l'épaisseur des tôles de quelle formule vous servez-vous ?
Quels sont les coefficients de sécurité que vous suivez ?
Quelle fatigue par millimètre carré imposez-vous au métal pour chaque catégorie de tôle que vous employez ?
Fer fondu (indiquer la résistance) ;
Tôles d'acier douces (indiquer la résistance) ;
Tôles demi douces (indiquer la résistance) ;
Tôles dures (indiquer la résistance) ;
Tôles en acier au nickel, au chrome, etc., (indiquer la résistance) ;
En pleine tôle sous la pression du timbre,
— — — d'essai.
Indiquer la réduction de résistance pour chaque espèce de rivure. Joindre un croquis des chaudières.

Il résulte des trente et une réponses faites à cette question que la formule $e = \frac{2R}{dp}$ est généralement employée partout pour le calcul des épaisseurs des tôles.

e indique l'épaisseur de la tôle en centimètres.
p indique la pression effective de la vapeur en kilogrammes par centimètre carré.
d indique le diamètre intérieur de la chaudière en centimètres.
R indique la fatigue de la tôle en kilogrammes par centimètre carré.

Les coefficients de sécurité extrêmes sont 4 et 9 ; mais ceux généralement adoptés varient de 5 à 7.

Toutes les compagnies utilisent l'acier doux ou le fer fondu pour les tôles des chaudières. Elles admettent pour la fatigue de ces tôles de 5 à 8.8 kilogrammes par millimètre carré à la pression du timbre, soit de 7 à 10 à la pression d'épreuve hydraulique.

Une seule compagnie utilise pour les chaudières la tôle dure au chrome et applique un coefficient de sécurité de 12. La fatigue à la pression du timbre est de 6.25 kilogrammes par millimètre carré, et par suite elle est de 9.13 kilogrammes à la pression d'épreuve hydraulique.

On admet une réduction de résistance de 36 à 44 p. c. pour la rivure simple, à recouvrement. Elle n'est plus que de 20 à 30 p. c. dans le cas de la rivure double à recouvrements ou à couvre-joints intérieurs et extérieurs.

(*Voir* pour le Vladicaucase et pour le Gothard)

(*Voir* l'annexe IV pour les détails et le tableau synoptique V résumant la question.)

———

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V.

Travail des tôles d'acier.

—

Autorisez-vous l'emploi du marteau pour emboutir les tôles, ou imposez-vous l'emploi de la presse pour emboutir tout d'un coup ?

Il ressort des indications données que :

27 compagnies spécifient l'emboutissage à la presse en une seule fois.
7 — spécifient l'emboutissage au marteau ou au maillet.
13 — ne spécifient pas de mode d'emboutissage.
1 compagnie exécute les plaques tubulaires au marteau et les autres pièces à la presse, mais termine toujours l'emboutissage à la main.

Pour le perçage des trous, autorisez-vous l'emploi du poinçon et dans quelle proportion par rapport au diamètre du trou fini ?

Trente-cinq compagnies demandent l'emploi du foret pour le perçage des trous des rivets. Parmi celles-ci :

1 compagnie réserve pour l'alésage ultérieur	1 millimètre.
2 compagnies réservent — —	2 millimètres.
1 compagnie réserve — —	1/3 du diamètre

Onze compagnies autorisent l'usage du poinçon, dont :

1 compagnie réserve pour l'alésage ultérieur	1.5 millimètre.
2 compagnies réservent — —	2 à 3 millimètres.
3 — — — —	3 millimètres.
1 compagnie réserve — —	4.7 millimètres.
1 — — — —	6 millimètres.

Pour la pose des rivets, vous contentez-vous de l'emploi du marteau et jusqu'à quel diamètre ? Ou bien imposez-vous la rivure mécanique ou la presse hydraulique ?

28 compagnies exigent la rivure hydraulique ou mécanique.
5 — — — à la main.
15 — ne spécifient pas la rivure à employer.

Dans quelles conditions demandez-vous que les tôles soient recuites après chaque embout partiel ou après l'emboutissage définitif ?
Donner des détails sur le recuit.

32 compagnies spécifient le recuit après emboutissage complet.
16 — laissent le recuit au jugement du fournisseur.

Pour le travail des tôles très dures, c'est-à-dire pour celles contenant du nickel et du chrome, avez-vous été obligé d'avoir recours à des outils en acier spécial, ou à des moyens de graissage spéciaux ?

Une compagnie a utilisé l'acier dur pour la confection des chaudières à titre d'essai. Pour la construction de la chaudière, il n'a pas été fait usage d'outils spéciaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quarante- six compagnies n'ont pas utilisé l'acier dur pour les tôles de chaudières.

Autorisez-vous le découpage des tôles à la cisaille ou imposez-vous le rabotage ?
Si vous autorisez le cisaillement, quelle quantité de matière faites-vous laisser pour être enlevée au rabot ?

Toutes les compagnies acceptent le cisaillage des tôles, mais pour la mise à la dimension définitive imposent la machine à raboter ou à fraiser.

3	compagnies exigent un excédent de	. . . . .	12.5	millimètres	à chaque bord.
5	—	—	—	. . . . .	10	—	—
17	—	—	—	. . . . .	10 à 5	—	—
4	—	—	—	. . . . .	5 à 3	—	—

1 compagnie exige un excédent d'une épaisseur.
17 compagnies ne spécifient pas l'excédent à laisser.

Recuisez-vous les viroles formées et les chaudières finies ?

5 compagnies spécifient le recuit des viroles formées et des chaudières finies.
42 — ne demandent aucun recuit de ces pièces finies ou non.
1 compagnie, après avoir fait subir le recuit aux viroles formées et aux chaudières finies, a dû renoncer à cette opération, ce recuit donnait un grain cristallin rendant l'acier plus fragile.

Formez-vous les pinces par étirage à chaud ou par rabotage ?

45 compagnies forment les pinces par étirage à chaud.
3 — — — rabotage.
(*Voir* l'annexe V pour les détails et le tableau synoptique n° VI résumant la question.)

CHAPITRE VI.

Corrosion et durée des tôles d'acier et de fer fondu.

Avez vous pu comparer la durée relative de ces tôles par rapport à celles de fer ?

On ne paraît pas encore fixé sur la durée relative des chaudières en acier comparées aux chaudières en fer.

Les avis émis sont contradictoires :

Deux compagnies disent que le fer et l'acier se corrodent également ; une que l'acier Martin dure plus que le fer ; une autre que plus l'acier est dur, moins il se corrode.

Tantôt il est dit que l'acier se corrode un peu moins que le fer, tantôt que l'acier se corrode trois fois plus vite que le fer.

Les tôles de fer durent 40 p. c. de plus que les tôles d'acier, surtout avec des eaux très mauvaises. Mais il est à remarquer que la plupart des compagnies disent que les essais faits ne permettent pas de conclure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si vous avez constaté des corrosions quelle en a été l'importance?
La rapidité de leur formation?
Leurs causes?

Les corrosions, leur importance, la rapidité de leur formation, leurs causes ont donné lieu aux observations suivantes faites par les quinze compagnies qui ont étudié la question des corrosions :

Les corrosions ont surtout lieu aux joints du bas du corps cylindrique, au-dessus du cadre inférieur du foyer, aux joints des plaques tubulaires. Les corrosions ont commencé au bout de deux ans de service et étaient très importantes au bout de quatre ans; elles ont entraîné le remplacement des pièces au bout de huit et de douze ans. Elles attribuent les corrosions à la mauvaise qualité des eaux, aux fuites des joints et des rivets, aux dilatations et contractions.

Les moyens préventifs?
Désincrustants?

Dix-neuf compagnies ont répondu au sujet des moyens préventifs destinés à restreindre les corrosions sur l'emploi des désincrustants.

Elles utilisent les garnitures intérieures en cuivre, les garnitures intérieures en tôles minces, les injections de pétrole lourd, les solutions alcalines, les lavages périodiques et l'épuration des eaux et étamage des tôles.

Quelles sont les réparations les plus fréquentes auxquelles donnent lieu les chaudières en tôle d'acier? Indiquer si vous faites des épreuves ou des revisions périodiques.

Les réparations les plus fréquentes relevées par quinze compagnies ont eu lieu surtout aux tôles du bas du corps cylindrique et quelquefois aux plaques tubulaires de boîte à fumée, au cadre inférieur du foyer et à l'enveloppe du foyer.

Toutes les compagnies procèdent à des revisions périodiques. De plus, chaque réparation importante entraîne l'essai à la pression hydraulique de la chaudière.

Pour les chaudières n'ayant subi aucune réparation, la revision périodique est opérée comme suit pour dix-sept compagnies :

5	font des revisions	tous les	dix ans.
1	fait des revisions	—	6 —
3	font des revisions	—	5 —
4	— —	—	5 à 3 —
2	— —	—	3 —
3	— —	—	3 à 1 an.

(*Voir* l'annexe VI pour les détails et le tableau synoptique VII résumant la question.)

CHAPITRE VII.

Emploi comparatif de l'acier et du fer fondu pour les parties de la chaudière qui ne sont pas soumise à la pression.

Employez-vous l'acier ou le fer fondu pour les parties de la chaudière qui ne sont pas soumises à la pression, telles que la boîte à fumée, la cheminée, pour les rivets, les tubes, les entretoises de boîte à feu?

On peut résumer comme suit les réponses des cinquante compagnies, formant un total de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

124,396 kilomètres, au sujet de l'utilisation de l'acier ou du fer fondu dans les parties de la chaudière qui ne sont pas soumises à la pression, telles que la boîte à fumée, la cheminée, les rivets, les tubes, les entretoises de boîtes à feu :

35 compagnies utilisent l'acier pour la boîte à fumée ;
20 — — — la cheminée ;
23 — — — les rivets ;
18 — — — les tubes ;
4 — — — les entretoises.

7 compagnies n'utilisent l'acier pour aucune de ces parties.

Quels ont été les avantages et les inconvénients de cet emploi ?
Avez-vous remarqué que les tubes de fumée en acier s'oxydent plus que ceux en fer fondu ?
Pour le reste, employez-vous de l'acier de même résistance que la tôle ?
Sinon, quel est cet acier ?

Les avantages ou inconvénients de l'emploi de l'acier ou du fer fondu pour la boîte à fumée et la cheminée se résument à une question de prix de matière.

Deux compagnies sont revenues au fer ordinaire pour la boîte à fumée et la cheminée, après avoir constaté que ce métal se comportait mieux au contact des fumées que le fer de qualité supérieure, et surtout que l'acier.

Les rivets en fer fondu sont surtout employés à cause du serrage plus grand qu'ils procurent, surtout dans le cas de la rivure mécaniqne.

Sept compagnies préfèrent les rivets un peu plus tendres que les tôles à assembler ; six autres utilisent pour les rivets un acier de même dureté que la tôle ; une compagnie utilise le fer fin ; neuf compagnies n'ont pas émis leur avis à ce sujet.

Pour les tubes en fer fondu ou en acier, les diverses compagnies qui les utilisent reconnaissent qu'ils ont moins de durée que les tubes en fer et surtout en laiton ; mais que le prix relativement faible de la matière a fait préférer les tubes en fer fondu.

Presque toutes les compagnies qui utilisent les tubes en fer fondu ou en acier, reconnaissent que, par suite de la dilatation moindre de l'acier par rapport au cuivre ou au laiton, les poussées sur les plaques tubulaires sont très diminuées et que celles-ci fournissent une plus grande durée.

La Compagnie des chemins de fer de l'État néerlandais a cru avoir observé que les tubes en fer fondu, à sole basique, s'oxydent plus que ceux en acier ou en fer fondu de fabrication acide ou neutre.

Les autres compagnies n'ont fait aucune observation à cet égard.

En exceptant quatre compagnies qui utilisent, à titre d'essai, les entretoises de boîte à feu en acier, aucune des autres ne les ont adoptées ; même quatre compagnies ont dû les retirer par suite des corrosions qu'elles subissaient et des fuites qu'elles produisaient.

(*Voir* l'annexe VII pour les détails et le tableau synoptique VIII résumant la question.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VIII.

Métal employé pour les pièces du châssis.

—

Quelles sont les pièces du châssis que vous faites en acier fondu, forgé ou laminé?
Longerons ?
Supports ?
Glissières ?

Tous les longerons sont en acier presque partout, cependant quelques-uns sont en fer forgé.

Les supports sont exécutés tantôt en acier moulé, tantôt en acier forgé, quelquefois en fonte.

Les glissières sont exécutées presque toujours en acier moulé, quelquefois en acier forgé ou laminé, et même en fonte.

Pour les ressorts, employez-vous un acier spécial ?

Aucune compagnie, sauf le chemin de fer du Gothard, n'utilise d'acier spécial, mais quelques-unes spécifient la nature de l'acier.

Pour le four désigné pour la fusion du métal : une compagnie indique le four Martin ; sept compagnies indiquent le four à creuset et quarante-deux compagnies ne spécifient aucun four particulier.

(*Voir* l'annexe VIII pour les détails et le tableau synoptique IX résumant la question.)

———

CHAPITRE IX.

Emploi de l'acier pour les pièces du mécanisme.

—

Quelles sont les pièces du mécanisme que vous faites en acier forgé ou laminé, ou en acier fondu au creuset ?
Pistons ?

Pour les pistons, l'acier est accepté sous la forme forgée ou moulée par les deux tiers environ des compagnies représentées.

Deux compagnies ont remplacé la fonte par le fer forgé. Toutes les autres (un tiers environ) ont conservé l'emploi de la fonte.

Tiges de pistons ?

Les tiges de pistons sont en acier presque partout ; l'acier au creuset est quelquefois imposé.

La double trempe est demandée par deux compagnies.

Bielles motrices ?
Bielles d'accouplement ?

Pour les bielles motrices et accouplées, l'usage de l'acier est moins généralisé ; le fer restant maintenu dans les deux tiers des compagnies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essieux droits ?

Les essieux droits sont généralement en acier.

Il est à remarquer que l'acier au nickel est quelquefois imposé de même que l'acier au creuset.

Essieux coudés ?

Quant aux essieux coudés, une seule compagnie les a conservés en fer ; toutes les autres utilisent l'acier. Parmi ces dernières, il faut noter huit compagnies qui demandent l'acier au creuset, tandis que trois autres imposent l'acier au nickel.

Il y a lieu de remarquer qu'une compagnie spécifie que ses essieux coudés seront trempés et recuits.

Une compagnie n'utilise pas d'essieux coudés.

Distribution (mécanisme), etc. ?

Pour les pièces de la distribution, le fer a été maintenu par la majorité des compagnies ; il y a lieu pourtant d'observer que plus d'un tiers des compagnies spécifient l'emploi de l'acier pour cet usage.

Roues ?

L'acier moulé est employé pour les centres de roues soit définitivement, soit à titre d'essai, concurremment avec le fer matricé par la plupart des compagnies ; huit d'entre elles n'ont cependant pas encore essayé l'acier à cet usage.

Bandages ?

Pour les bandages, l'emploi de l'acier est général, mais la nature de l'acier varie suivant les compagnies ; tandis que les deux tiers de celles-ci, environ, imposent l'acier Martin ou laissent aux fournisseurs le choix de l'acier, l'autre tiers demande l'acier au creuset.

Il y a encore deux compagnies qui acceptent l'acier Bessemer pour les bandages de locomotives.

(*Voir* l'annexe IX pour les détails et le tableau synoptique X résumant la question.)

CHAPITRE X.

Conditions de réception pour les pièces d'acier autres que les tôles de la chaudière.

—

RIVETS.

Indiquez les conditions de réception des rivets.

Vingt-quatre compagnies utilisent l'acier ou le fer fondu pour les rivets de chaudières, et les vingt-quatre autres n'emploient que les rivets en fer.

Les conditions imposées pour le métal varient peu d'une compagnie à l'autre ; elles sont en moyenne pour les essais à la traction :

R. = 38 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 30 p. c. par millimètre carré.
St. = 55 — — — .

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les dimensions des éprouvettes sont très variables suivant les compagnies.

Quelques compagnies demandent, en outre, des essais de traction, un pliage à bloc soit à chaud, soit à froid, soit après trempe.

Une autre compagnie impose un pliage à 45° de la tête du rivet sur sa tige.

Quatre compagnies imposent des essais d'écrasement à froid et en long, soit de la barre, soit de la tête du rivet.

Deux compagnies exécutent des essais de soudure.

Deux compagnies font des essais de poinçonnage au travers des barres, avec un poinçon conique d'un diamètre égal à celui du rivet.

(*Voir* l'annexe X pour les détails et le tableau synoptique XI résumant la question.)

ENTRETOISES DE FOYER EN ACIER.

Indiquez les conditions de réception pour les entretoises de foyer en acier.

Il ressort des cinquante-sept réponses faites à cette question que huit compagnies seulement utilisent l'acier et le fer fondu pour les entretoises de foyer, soit à titre définitif, soit à titre d'essai.

Les conditions imposées pour l'essai à la traction de ce métal sont, en moyenne, voisines de : résistance, 39 kilogrammes par millimètre carré; allongement, 26 p. c.; striction, 55 p. c.

Plusieurs compagnies procèdent ensuite à des essais de pliage soit à chaud, soit à froid, avec ou sans trempe.

Une compagnie procède à des essais à chaud et à froid de rivure sur des entretoises filetées. Une autre impose des essais de traction sur barreaux soudés.

(*Voir* l'annexe XI pour les détails et le tableau synoptique XII résumant la question.)

TUBES DE FUMÉE.

Indiquez les conditions de réception pour les tubes de fumée en acier ou en fer fondu.

Vingt-deux compagnies seulement utilisent l'acier ou le fer fondu pour la confection des tubes de chaudières.

Le métal généralement employé est le fer fondu ou l'acier extra-doux.

Une compagnie interdit la soudure en imposant le fer fondu étiré.

Deux compagnies fixent la qualité de la tôle initiale par un essai de traction.

Les essais se subdivisent en deux catégories :

1° Essai des tubes entiers à la pression intérieure ou extérieure;

2° Essai de malléabilité sur des échantillons prélevés sur un certain nombre de tubes de la fourniture.

1° *Essai des tubes entiers à la pression hydraulique.*

Toutes les compagnies procèdent à des essais de pression intérieure, la plupart sur tous les tubes présentés; une compagnie se contente d'en essayer un sur cinq, et deux autres un sur dix.

Les pressions intérieures demandées sont assez variables :

Une compagnie impose 15 kilogrammes par centimètre carré;

Quatre compagnies demandent de 20 à 25 kilogrammes par centimètre carré;

Une compagnie applique deux formules indiquant la pression à obtenir suivant l'épaisseur et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le diamètre du tube, tout en spécifiant un maximum de 30 kilogrammes pour les tubes d'un diamètre extérieur inférieur à 30 millimètres et de 40 kilogrammes, pour ceux d'une diamètre supérieur à 30 millimètres.

Enfin, quatre compagnies imposent un essai de 56 kilogrammes de pression intérieure, et 17 kilogrammes de pression extérieure.

2° *Essai de malléabilité sur échantillon.*

Le nombre de tubes prélevés pour fournir ces échantillons est généralement 1 p. c. de la fourniture.

Quelques compagnies, pourtant, préfèrent 2 p. c.

Les divers essais imposés sont :

1° La collerette rabattue à froid ;
2° L'agrandissement du tube à froid ou à chaud ;
3° Le rétrécissement du tube à froid ;
4° Le retournement du tube à froid ;
5° L'aplatissement suivant l'axe.

1° *Collerette rabattue à froid.*

Cet essai est imposé par douze compagnies.

La largeur moyenne demandée pour cette collerette est de 10 à 12 millimètres.

Une compagnie demande, en outre, la formation à chaud d'une collerette d'une largeur égale à sept fois l'épaisseur.

2° *Agrandissement du tube à froid ou à chaud.*

Cet essai est imposé par douze compagnies.

L'agrandissement à froid varie de $^1/_4$ à $^1/_{10}$ en sus du diamètre initial du tube. Ce dernier chiffre est le plus demandé.

Une compagnie spécifie, en outre, un agrandissement à chaud de $^1/_{10}$ en sus du diamètre initial.

3° *Rétrécissement du tube à froid.*

Cet essai n'est imposé que par deux compagnies, qui l'une demande un rétrécissement de $^1/_{10}$ en moins du diamètre intérieur et l'autre de 5 millimètres.

4° *Retournement du tube à froid.*

Cet essai est imposé par sept compagnies.

Un échantillon de 100 millimètres de longueur scié suivant une génératrice est retourné de façon à reformer un cylindre dont la surface extérieure est la surface intérieure primitive du tube.

5° *Aplatissement suivant l'axe.*

Cette épreuve est demandée par huit compagnies, dont six indiquent un aplatissement complet suivant l'axe d'un échantillon de 100 millimètres de longueur, et une autre d'un échantillon de 50 millimètres.

Une compagnie se contente d'un aplatissement de 50 p. c. seulement de la longueur de l'échantillon.

(*Voir* l'annexe XII pour les détails et le tableau synoptique XIII résumant la question.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TOLES NON SOUMISES A LA PRESSION DE LA VAPEUR.

Indiquez les conditions de réception pour les tôles non soumises à la pression de la vapeur.

Sur quarante-trois réponses recueillies, cinq compagnies indiquent le four Martin pour la fusion de l'acier destiné à ces tôles. Les trente-sept autres ne recommandent aucun four spécial.

Vingt et une compagnies demandent pour cet usage des tôles en acier doux ou en fer fondu sans imposer de conditions de réception.

Cinq compagnies spécifient trois catégories distinctes comme résistance et qualité suivant l'usage et l'épaisseur de la tôle. Ces résistances varient de 36 à 55 kilogrammes par millimètre carré correspondant à des allongements de 35 à 17 p. c. pour des dimensions d'éprouvettes très différentes.

Les dix-sept autres compagnies ne possèdent qu'une seule catégorie dont les conditions moyennes de l'essai de traction peuvent se résumer comme suit :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 20 à 22 p. c. pour des dimensions très différentes à l'éprouvette.
St. = 40 à 60 p. c.

Les vingt et une compagnies qui procèdent aux essais de ces tôles, imposent également presque toutes des essais de pliage, soit à froid, avec ou sans trempe, soit à chaud.

Les pliages à froid sont demandés à bloc ou à 180° sur mandrin d'un diamètre variant de deux à trois fois l'épaisseur de la tôle.

Une compagnie se contente d'un pliage de 135°.

Les pliages à chaud s'opèrent sans mandrin et à bloc. Une compagnie se contente d'un pliage à 90°.

Les pliages après trempe sont généralement poussés jusqu'au contact parfait des branches ou sur un mandrin d'un diamètre égal à deux fois l'épaisseur de la tôle.

Une compagnie utilise aussi pour ce dernier essai des mandrins de quatre et huit fois l'épaisseur des tôles pour les deux catégories douces et demi douces.

Deux compagnies spécifient que cet acier, après la trempe, doit pouvoir se laisser attaquer à la lime douce.

Trois compagnies imposent un essai à l'élargissement à froid, qui consiste à porter à une fois et demie de son diamètre primitif un trou percé dans la tôle.

Deux compagnies exécutent des essais de calotte hémisphérique à chaud.

Les diverses conditions d'essai sont les mêmes pour les deux sens de laminage des tôles.

Une seule compagnie indique pour les épreuves prélevées dans le travers des tôles des conditions un peu inférieures à celles imposées pour les essais similaires en long.

Pour cinq compagnies, les conditions générales d'essais sont graduées, pour une même qualité, d'après les épaisseurs des tôles. Ces conditions correspondent à des résistances plus fortes à mesure que les épaisseurs diminuent.

Parmi ces dernières compagnies, deux d'entre elles ne procèdent qu'à des essais de pliage sur des tôles d'une épaisseur égale ou inférieure à 3 millimètres.

(*Voir* l'annexe XIII pour les détails et le tableau synoptique XIV résumant la question.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PIÈCES EN ACIER FORGÉ OU LAMINÉ DU CHASSIS.

Indiquez les conditions de réception pour les pièces d'acier forgé ou laminé du châssis.

Il résulte des trente-deux réponses faites à cette question que les conditions de réception sont généralement les mêmes pour les pièces d'acier forgé et pour les pièces d'acier laminé du châssis.

Ces conditions sont pour la traction :

R. = 40 kilogrammes environ par millimètre carré.
Al. = 20 à 22 p. c. environ.
St. = 50 p. c.

Les dimensions des éprouvettes de traction sont différentes suivant les compagnies, ce qui rend l'appréciation de l'allongement imposé difficilement comparable.

Par exception, deux compagnies imposent pour les pièces forgées des conditions spéciales : une demande 36 kilogrammes de résistance par millimètre carré avec 28 p. c. d'allongement mesuré sur 200 millimètres, et un pliage à froid à 180° sur mandrin d'un diamètre égal à l'épaisseur de l'éprouvette pour les barreaux trempés, et égal à trois fois cette épaisseur pour les barreaux soudés ; l'autre demande une résistance de 50 kilogrammes par millimètre carré avec 20 p. c. d'allongement mesuré sur 200 millimètres.

Trois compagnies tiennent compte de l'écrouissage dû au laminage et augmentent, à cet effet, la résistance imposée en diminuant l'allongement pour cent à mesure que les épaisseurs décroissent.

Longerons. — Neuf compagnies imposent pour la réception des longerons des conditions spéciales.

Une compagnie impose l'acier extra-doux d'une résistance de 36 kilogrammes par millimètre carré avec un allongement de 32 p. c. mesuré sur une longueur de 100 millimètres entre repères.

Une compagnie demande un acier doux donnant comme résistance 40 kilogrammes par millimètre carré et 23 p. c. d'allongement.

Une compagnie impose un acier de 65 kilogrammes de résistance avec 12 p. c. d'allongement mesuré sur 200 millimètres entre repères.

Essais de pliages. — Tous les pliages à froid, sur métal trempé ou non, sont poussés jusqu'au parallélisme des branches sur un mandrin dont le diamètre varie, suivant les compagnies, de une fois à trois fois l'épaisseur de l'éprouvette.

Les pliages à chaud s'opèrent jusqu'au contact des branches de l'éprouvette, sans interposition de mandrin.

Une compagnie procède à des essais de calotte hémisphérique et de cuve à base carrée.

Pour les aciers profilés, quatre compagnies demandent des essais de cintrage à froid variables suivant les profils, cornières, doubles **T**.

Deux compagnies exigent un essai d'élargissement consistant à augmenter à froid, à l'aide d'un poinçon conique, de une fois et demie à deux fois son diamètre primitif un trou percé dans l'éprouvette.

Pour les longerons : une compagnie impose, en outre, un essai de pliage à froid à bloc, et un essai de soudure.

(*Voir* l'annexe XIV pour les détails et le tableau synoptique XV résumant la question.)

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PIÈCES EN ACIER FORGÉ DU MÉCANISME.

Indiquez les conditions de réception pour pièces en acier forgé du mécanisme.

Il résulte des dix-neuf réponses recueillies, que sept compagnies n'ont qu'une seule qualité pour l'acier destiné aux diverses pièces du mécanisme. Cet acier répond aux conditions moyennes de traction de :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 20 à 25 p. c., avec des dimensions très variables dans les dimensions des éprouvettes.
St. = 30 p. c.

Une compagnie limite les teneurs en silicium, soufre et phosphore de la composition chimique de l'acier.

Les autres compagnies imposent des conditions différentes suivant les pièces.

Glissières, crosses de pistons. — Les conditions moyennes imposées correspondent à :

R. = 60 kilogrammes environ par millimètre carré.
Al. = 18 à 20 p. c., avec des dimensions très variables pour les éprouvettes.
St. = 35 p. c. environ.

Les essais de pliage sont poussés jusqu'au parallélisme des branches sur un mandrin dont le diamètre varie de une fois à trois fois l'épaisseur de l'éprouvette.

Bielles et manivelles. — Les conditions moyennes imposées correspondent à :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 20 à 25 p. c., avec des dimensions très variables pour les éprouvettes.
St. = 45 p. c. environ.

Les essais de pliage sont poussés jusqu'au parallélisme des branches sur un mandrin d'un diamètre égal à 20 millimètres ou trois fois l'épaisseur de l'éprouvette.

Une compagnie spécifie que le métal ne doit pas acquérir la trempe.

Pistons. — Une compagnie demande un acier extra-doux répondant aux conditions de traction :

R. = 38 à 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 32 à 30 p. c..
St. = 60 p. c.

(*Voir* l'annexe XV pour les détails et le tableau synoptique XVI résumant la question.)

RESSORTS.

Indiquez les conditions de réception pour les ressorts.

Il résulte des vingt-neuf réponses recueillies pour la réception des ressorts que huit compagnies mettent comme condition que les lames seront en acier fondu au creuset ; les autres compagnies exigent seulement que l'acier satisfasse à certaines conditions de réception ou soit d'une provenance justifiée par une marque de fabrique acceptée.

Généralement, chaque compagnie emploie une qualité unique d'acier pour les divers ressorts de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

locomotives ; cependant, deux compagnies distinguent, suivant les cas, deux qualités et deux autres compagnies admettent trois qualités différentes.

ESSAIS DES RESSORTS.

Les essais se font soit sur les ressorts montés, soit sur les barres destinées à leur fabrication.

Essais des ressorts montés. — Dix-neuf compagnies procèdent aux essais des ressorts montés.

Tous les ressorts sont essayés. Une compagnie ne fait porter l'essai que sur les maîtresses-feuilles détachées du reste du ressort.

Les essais sont de deux sortes :

1° *Pliage sous charge statique.* — *A*. Le ressort doit supporter en son milieu un effort généralement égal à une fois et demie celui correspondant à la charge en service.

B. Le ressort est chargé de manière à lui faire prendre une flèche correspondant à un allongement élastique calculé.

Cet allongement élastique varie de 0.004 à 0.0065, suivant les compagnies et les qualités demandées.

Quelques compagnies se contentent d'aplatir complètement les ressorts, qui doivent reprendre leur forme primitive après suppression de la charge.

Deux compagnies indiquent que la course d'essai doit être de 8 p. c. de la corde du ressort.

2° *Charge de balancement.* — Six compagnies imposent un essai de balancement qui consiste à soumettre le ressort à une série de flexions répétées sous une charge déterminée.

Essais des lames isolées.

La proportion des essais varie de 1 à 5 p. c.

Flexion. — Il est procédé aux essais de flexion des lames isolées de trois façons différentes :

1° En chargeant la lame jusqu'à ce que l'allongement élastique des fibres extérieures atteigne un minimum imposé.

Cet allongement élastique varie suivant les compagnies dans les limites suivantes :

Pour les aciers de 1re qualité . . . de 0.008 à 0.007 par mètre ;
— de 2e — . . . de 0.007 à 0.006 —
— de 3e — . . . de 0.005 par mètre.

2° En chargeant jusqu'à l'aplatissement la lame trempée après l'avoir cintrée sur un mandrin d'un rayon égal à quatre-vingts fois son épaisseur ;

3° En chargeant la lame trempée jusqu'à développer à l'endroit des fibres extrêmes un effort imposé sans qu'il subsiste de déformation permanente.

Cet effort varie suivant les compagnies de 80 à 180 kilogrammes par millimètre carré, suivant la qualité demandée.

Dans ce dernier mode d'opérer, certaines compagnies spécifient en outre que, l'essai étant poussé jusqu'à la rupture, la lame ne doit se rompre avant que les fibres n'aient atteint une tension imposée.

Cette tension varie, suivant la qualité, de 210 à 240 kilogrammes par millimètre carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pliage — Deux compagnies procèdent à des pliages en bloc sur des éprouvettes chauffées; 'une d'elles sur éprouvettes entaillées.

Choc. — Six compagnies procèdent à des essais au choc en utilisant un mouton de 25 ou de 50 kilogrammes tombant d'une hauteur proportionnelle à la section de la barre.

(*Voir* l'annexe XVI pour les détails et le tableau synoptique XVII résumant la question.)

ESSIEUX DROITS.

Indiquez les conditions de réception pour les essieux droits.

Il résulte des quarante réponses recueillies que neuf compagnies imposent le four Martin sans désignation de garnitures, sauf pour deux qui demandent la garniture acide.

Trois compagnies prescrivent l'emploi du four à creuset.

Cinq laissent le choix de l'un de ces deux fours aux fabricants.

Les autres compagnies ne font aucune spécification sur l'appareil de fusion à employer.

Une compagnie limite les teneurs en silicium, soufre et phosphore de la composition chimique de l'acier.

La plupart des compagnies prélèvent pour essais 2 p. c. des essieux, ou au moins un par coulée.

Quelques compagnies essaient 1 p. c. seulement, d'autres, 4 et 5 p. c. des essieux présentés en réception.

Une compagnie prélève un essai par treize.

Une autre compagnie ne fait aucun essai et impose seulement une garantie du fournisseur.

Essai au choc. — Les deux tiers environ des compagnies procèdent à des essais au choc sur les essieux. Le poids du mouton est très variable suivant les compagnies, mais celui de 1,000 kilogrammes est généralement imposé.

Les hauteurs de chute varient de 3 à 9 mètres

Trois compagnies utilisent le mouton de 500 kilogrammes et imposent une hauteur de chute de 3.60 à 6 mètres

Quelques compagnies ne donnent aucune spécification sur le poids du mouton ni sur la hauteur de chute, mais imposent pour l'essai un produit minimum (P × H) de ces deux éléments.

Le nombre de chocs imposé varie de deux à seize.

Quelques compagnies, au lieu d'indiquer le nombre de chocs, imposent une déformation exprimée, soit par la valeur de la flèche obtenue au milieu du corps, soit par l'allongement des fibres les plus fatiguées, allongement mesuré sur 100 millimètres au milieu du corps.

Les flèches imposées varient de 120 à 200 millimètres, et les allongements de 7 à 12 p. c.

Une seule compagnie essaie les fusées des essieux; elle impose le choc d'un mouton de poids P tombant d'une hauteur H telle que $P \times H = 1{,}000$ kilogrammètres. Les chocs sont répétés jusqu'à ce que l'extrémité de la fusée ait pris une flèche de 80 millimètres.

Essais à la traction. — Presque toutes les compagnies procèdent à des essais de traction

Les éprouvettes sont prélevées, soit dans les portées de calage des essieux essayés au choc, soit dans des témoins détachés des essieux pour les compagnies qui ne procèdent pas aux essais de choc.

Les résistances demandées varient entre les nombres extrêmes de 36 et 65, mais la plupart des compagnies imposent une résistance voisine de 50 kilogrammes par millimètre carré, avec un allongement moyen de 25 environ et une striction de 40 p. c. environ.

La relation entre la section et la longueur des éprouvettes de traction n'est pas uniforme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Autres essais. — Quelques compagnies demandent, en outre, des essais de pliage à bloc sur barreaux spéciaux et un essai d'élargissement de trou.

(*Voir* l'annexe XVII pour les détails et le tableau synoptique XVIII résumant la question.)

ESSIEUX COUDÉS.

Indiquez les conditions de réception pour les essieux coudés?

Il résulte des vingt-quatre réponses recueillies que l'emploi de l'acier est général pour la fabrication des essieux coudés.

Quelques compagnies font usage d'aciers spéciaux, ainsi :

Quatre compagnies imposent l'acier au creuset.

Deux autres compagnies demandent l'acier au nickel.

Deux compagnies essaient l'acier au chrome et nickel, trempé et recuit ; l'acier extra-supérieur dit « acier à canon ».

Une compagnie a mis récemment en essai deux essieux coudés en acier moulé.

Tous les essieux coudés sont essayés individuellement soit à la traction, soit au choc, sauf pour deux compagnies qui se contentent de la garantie de parcours.

La prise d'essai se fait suivant chaque compagnie, soit en long, soit en travers du sens de l'usinage, soit dans les débouchures des coudes, soit dans des rondelles ou témoins laissés aux deux extrémités de l'essieu.

Essais à la traction.

Éprouvettes prises en long. — Les conditions imposées sont en moyenne de :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré environ.

Al. = 25 à 28 p. c., avec des éprouvettes très différentes comme dimensions relatives de section et de longueur.

Une compagnie impose une résistance de 60 kilogrammes par millimètre carré, avec un allongement de 23 p. c. et une striction de 50 à 55 p. c. ; les dimensions des éprouvettes satisfaisant à la relation :

$$L = \sqrt{\frac{200}{3} S}.$$

Éprouvettes prises en travers. — Les conditions moyennes sont :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré.

Al. = 18 à 20 p. c avec des éprouvettes de dimensions très différentes.

Essais au choc.

La plupart des compagnies imposent des essais de résistance au choc, sur barreaux carrés découpés en long et en travers parallèlement aux éprouvettes de traction.

Les conditions imposées sont très variables, mais les conditions moyennes sont :

Poids du mouton	20 à 25 kilogrammes.
Distance des appuis	160 millimètres.
Barreaux carrés	30 × 30 millimètres.

En longueur, quinze coups de mouton tombant de 2 mètres ; en travers, quinze coups de mouton tombant de 1.25 à 1.80 mètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essais divers.

Quelques compagnies procèdent, en outre, à des essais de pliage au choc. L'angle de pliage demandé varie de 180° à 120°, en long et en travers.

Une compagnie demande que l'acier ne prenne pas la trempe d'une façon sensible.

Une autre impose un essai d'élargissement consistant à porter à froid à l'aide d'un poinçon conique un trou percé dans une plaque au double de son diamètre primitif.

(*Voir* l'annexe XVII pour lès détails et le tableau synoptique XIX résumant la question.)

BANDAGES.

Indiquez les conditions de réception pour les bandages.

Il résulte des trente-sept réponses recueillies que vingt-six compagnies utilisent l'acier Martin.

Les onze autres ne recommandent aucun mode de fusion.

Dix compagnies commandent, en même temps, des bandages de machines en acier Martin et en acier au creuset.

Une compagnie impose pour la composition chimique de l'acier des teneurs limites en carbone, silicium, soufre et phosphore.

La plupart des compagnies prélèvent pour les essais 2 p. c. du nombre des bandages présentés en réception ou un bandage par coulée.

Deux compagnies en essaient un par 100 et deux autres quatre par 100.

Les essais au choc se font dans des conditions très différentes comme poids du mouton ou hauteur de chute.

Quelques compagnies imposent seulement le produit du poids du mouton par la hauteur de chute.

Le mouton de 1,000 kilogrammes est presque exclusivement imposé avec des hauteurs de chute variant de 3 à 10 mètres.

Les moutons de 500 et 600 kilogrammes ne sont utilisés que par deux compagnies, avec des hauteurs de chute variant de 4.50 à 6 mètres.

Le nombre de coups varie de deux à quatorze, mais généralement on impose trois ou quatre coups, suivant l'épaisseur du bandage essayé.

Quelques compagnies qui imposent une déformation déterminée sans rupture, augmentent la hauteur de chute après chaque coup jusqu'à l'obtention de la déformation imposée.

Pour les essais à la presse hydraulique, les déformations imposées varient de 12 à 25 p. c. du diamètre du bandage, mais la déformation voisine de 17 p. c. est la plus souvent imposée.

Une compagnie impose une déformation préalable à la presse suivie d'un redressement au mouton.

Les essais à la traction sont généralement découpés à froid dans la partie la moins fatiguée du bandage essayé au choc, mais quelques compagnies préfèrent redresser à la chaleur douce le morceau de bandage dans lequel sont découpées les éprouvettes.

Les résistances extrêmes sont de 50 à 85 kilogrammes par millimètre carré, mais les conditions le plus souvent imposées varient de 68 à 76 kilogrammes par millimètre carré,

Les allongements pour cent demandés sont compris entre les extrêmes 12 et 25 p c., mais sont le plus souvent voisins de 18 à 20 p. c.

Les grandes différences qui existent dans la relation entre la section et la longueur des éprouvettes de traction, rendent difficile la comparaison entre les conditions d'allongement imposées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La striction, qui est imposée par quelques compagnies seulement, varie de 25 à 40 p. c., de la section primitive de l'éprouvette.

Quelques compagnies imposent, en outre, des essais de choc et de traction, un essai de pliage à froid ou un élargissement.

(*Voir* l'annexe XVIII pour les détails et le tableau synoptique XX, résumant la question.)

CHAPITRE XI.

Emploi de l'acier moulé.

Faites-vous usage dans la construction des locomotives de l'acier moulé, c'est-à-dire (pour bien préciser) de pièces en acier obtenues directement par voie de moulage sous leur forme d'emploi, et non des pièces transformées plus ou moins complètement en acier par la décarburation après moulage ?

Ce chapitre II du questionnaire a réuni cinquante-quatre réponses.

Sauf deux compagnies, toutes ont plus ou moins utilisé l'acier moulé dans la construction des locomotives.

Quelles sont les considérations qui vous ont conduit à employer l'acier moulé de préférence dans certains cas ?

Les principales considérations qui ont conduit à son emploi sont surtout d'ordre économique, par suite de la résistance supérieure de l'acier moulé par rapport à la fonte, d'où une légèreté relative des pièces similaires. D'autre part, on a pu constater que l'assemblage formé de plusieurs pièces forgées ou laminées par boulons ou rivets, était avantageusement remplacé par une seule pièce en acier moulé.

L'employez-vous pour les centres de roues ?

Les centres de roues en acier moulé ont été adoptés par la presque totalité des compagnies. Pour quelques-unes, cette application est faite à titre d'essai. Quatre compagnies n'ont pas encore fait d'essai à ce sujet

Avez-vous essayé l'acier moulé pour les cylindres à vapeur et pour les appareils supportant une pression intérieure ?

Une seule compagnie a utilisé l'acier moulé dans la construction des cylindres de locomotives. Il a aussi été employé par trois autres compagnies pour les dômes et les sièges de trous d'homme.

Imposez-vous un procédé de fabrication dans le but de diminuer les soufflures ?

Sauf une compagnie qui spécifie certaines clauses (*voir* tableau de l'annexe XI), toutes les autres se contentent des essais de réception.

Quelles sont les conditions d'essai que vous imposez pour l'acier moulé ? (Prière de joindre un exemplaire du cahier des charges.)

Ces essais consistent en essais de traction, de pliage, de choc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essais de traction — Les trois quarts des compagnies procèdent à cet essai. Les charges de rupture demandées varient de 40 à 55 kilogrammes par millimètre carré de la section initiale de l'éprouvette. Ce métal peut être classé parmi les aciers demi doux.

Les allongements pour cent imposés varient de 10 à 15. Cette variation n'est que relative, elle dépend surtout de la section des éprouvettes et de sa longueur utile. On peut considérer 15 p. c. comme répondant à la moyenne des conditions.

La striction n'est imposée que par trois compagnies qui demandent 25, 30 et 50 p. c., mais cette condition suit aussi les variations de section de l'éprouvette. Ces chiffres sont donc très relatifs.

Essais de pliage. — Le pliage d'un barreau à 90° est demandé par huit compagnies.

Essais de choc. — Les épreuves au choc sont de deux sortes. Les unes consistent à essayer la pièce elle-même (principalement des centres de roues) par des chutes graduées jusqu'à rupture, comme le demandent sept compagnies. D'autres procèdent par moutons tombant sur des barreaux carrés découpés à froid dans les pièces ou dans des lingots coulés en même temps que celles-ci. Sept compagnies spécifient ce dernier mode d'essai.

Avez-vous essayé les divers moyens connus pour découvrir les soufflures cachées ?
Détermination de la densité.
Sondage au marteau ou mécanique.
Emploi de l'appareil du commandant de Place par l'électricité.
Application des rayons de Roentgen.

Un des moyens indiqués au questionnaire a seul été employé pour découvrir les soufflures cachées par un tiers environ des compagnies; c'est le sondage au marteau à main sur toute la surface des pièces (principalement les centres de roues).

Sauf une seule compagnie qui a essayé la détermination de la densité et l'emploi de l'appareil du commandant de Place, les autres moyens, basés sur la détermination de la densité, sur l'application de l'appareil du commandant de Place ou sur les rayons de Roentgen, n'ont donné lieu à aucun essai.

(*Voir* l'annexe XIX pour les détails et le tableau synoptique XXI résumant la question.)

DEUXIÈME PARTIE.

Voitures et wagons.

CHAPITRE I.

Essieux.

Il résulte des quarante-cinq réponses recueilles sur ce chapitre que, sauf quatre compagnies, les autres ne font aucune différence entre la fabrication des essieux de voitures et des essieux de wagons.

Employez-vous l'acier ou le fer fondu pour les essieux ?

L'acier est adopté d'une façon presque unanime; deux seules compagnies ont conservé les essieux en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quelles conditions de fabrication imposez-vous?

L'appareil de fusion imposé varie beaucoup avec les compagnies.
Quelques-unes se contentent du jugement du fabricant à ce sujet.
Deux compagnies n'imposent aucune condition.

En acier Bessemer?
En acier Martin? (A sole acide ou basique.)
En acier fondu au creuset?

Un petit nombre demande l'appareil Bessemer, d'autres le four à creuset, mais la plupart imposent le four Martin. Parmi ces dernières, quatre préfèrent le revêtement basique et trois le revêtement acide.

Quelle est l'importance de la chute que vous exigez?

Généralement l'importance des chutes à opérer sur les lingots est laissée à l'appréciation du fournisseur. Pourtant six compagnies imposent cette chute qui varie du quart à la moitié du lingot suivant les compagnies.

Imposez-vous le corroyage au marteau; tolérez-vous le laminage?
Imposez-vous le corroyage et le laminage?
Quel coefficient de corroyage demandez-vous?

La moitié environ des compagnies laisse le forgeage, le laminage à l'appréciation du fabricant. L'autre moitié impose le forgeage soit exclusivement, soit précédé d'un laminage partiel, mais toutes les compagnies demandent que les essieux soient terminés à la forge.

Les quatre cinquièmes des compagnies n'interviennent pas dans la fabrication des essieux en imposant un coefficient de corroyage quelconque.

Cependant une compagnie demande un rapport de six entre la section du lingot primitif et celle de l'essieu.

Huit autres compagnies, sans indiquer de coefficient particulier pour le corroyage, fixent le nombre minimum d'essieux à prélever par lingot.

Ce nombre varie de 2 à 4, suivant les compagnies.

Imposez-vous un recuit spécial?
Avec trempe?

Les trois quarts des compagnies n'indiquent aucun recuit pour les essieux, les fournisseurs restant libres d'exécuter ou non cette opération.

Les autres compagnies entrent dans le détail du recuit qu'elles préfèrent. Ces différents modes de recuit varient avec chaque compagnie. Tandis que les unes imposent un chauffage lent ou un refroidissement lent, d'autres spécifient un recuit dit « à la volée » avec refroidissement rapide, soit avec refroidissement à l'air libre, dans le sable, ou dans le fraisil, comme l'indique le tableau de l'annexe XII.

La trempe à l'huile ou à l'eau n'est imposée que par une seule compagnie pour certains de ces essieux en acier au creuset pour voitures.

Une deuxième compagnie n'autorise que la trempe à l'huile.

Deux compagnies interdisent totalement cette opération.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les autres compagnies, soit les quatre cinquièmes environ, ne s'opposent pas à la trempe ni ne la recommandent.

(*Voir* l'annexe XX pour les détails et le tableau synoptique XXII résumant la question.)

ESSIEUX. — RÉCEPTION.

Nous avons recueilli sur ce chapitre quarante-cinq réponses plus ou moins complètes. A une exception près, il n'est fait aucune différence entre les essieux de voitures et ceux de wagons.

Essayez-vous toutes les coulées?
Combien d'essieux essayez-vous par coulée?

Les quatre cinquièmes des compagnies prélèvent, pour essais, 2 p. c. des essieux présentés, ou au moins 1 par coulée.

Parmi les autres, la proportion des essais est très variable. Tandis que quelques-unes se contentent d'un essai pour cent, il en est d'autres qui prélèvent soit 3, soit 4 et même 5 p. c.

Une compagnie demande deux essieux par coulée et une autre compagnie ne prescrit aucun essai.

Comment les essayez-vous : par flexion graduée ou au choc sur le corps? par flexion au choc sur les fusées?
A la traction? (Indiquez où sont prises les éprouvettes et leurs dimensions.)

Toutes les compagnies font subir des essais au choc sur les corps des essieux; sept d'entre elles demandent en même temps l'essai au choc des fusées.

Il est assez difficile de résumer les essais au choc demandés, lesquels varient, pour ainsi dire, avec chaque compagnie.

Les moutons employés sont de 400 à 1,000 kilogrammes.

Les hauteurs de chute varient de 3.50 à 9 mètres.

Certaines compagnies se contentent d'un pliage avec rupture, provoquée pour l'examen du grain, d'autres imposent un pliage et un redressement après que la flèche totale demandée a été obtenue.

Quatre compagnies, dans les mêmes conditions, demandent deux pliages et deux redressements.

Enfin, quelques-unes, en spécifiant le nombre de coups de mouton à donner, indiquent que l'essieu sera tourné de 180° après chaque coup.

La grande majorité des compagnies demande, en même temps, des essais à la traction : les éprouvettes sont découpées à froid généralement dans la portée de calage sur les bords extérieurs ou au centre.

La résistance demandée varie de 45 et 63 kilogrammes par millimètre carré de section initiale de l'éprouvette, mais pour la grande majorité des compagnies, cette charge de rupture est voisine de 50 kilogrammes.

L'allongement demandé est assez variable, mais il faut tenir compte de la forme des éprouvettes, qui diffère presque avec chaque compagnie.

Cet allongement varie de 15 à 28 p. c., avec une moyenne de 22 à 25 p. c. pour la plupart des compagnies.

(Pour les dimensions des éprouvettes, *voir* le tableau annexe XIII.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Faites-vous des essais sur barreaux entaillés ?

Sauf dans une compagnie, l'essai du barreau entaillé n'est pas employé ; toutefois, deux compagnies l'ont utilisé à titre de renseignement, mais sans l'avoir encore imposé.

Indiquez les autres essais que vous pouvez leur faire subir.
(Prière de joindre le cahier des charges relatif à la fourniture des essieux.)

En sus des conditions ci-dessus, il est aussi pratiqué quelques essais de pliage sur barreaux ronds ou carrés, mais par un très petit nombre de compagnies.

(*Voir* l'annexe XXI pour les détails et le tableau synoptique XXIII résumant la question.)

ESSIEUX. — USINAGE.

Les essieux sont-ils tournés partout ou seulement aux portées de calage et aux fusées ?

Sauf une, les cinquante-trois compagnies qui ont répondu à cette question ne font aucune distinction, pour l'usinage, entre les essieux de voitures et les essieux de wagons.

Les quatre cinquièmes des compagnies laissent les corps bruts de forge. Les autres tournent les essieux sur toute leur surface. Une compagnie qui, contrairement aux autres, prescrit un usinage différent pour les essieux de voitures et pour les essieux de wagons, demande que les premiers soient tournés sur toute leur surface et que les seconds restent bruts au corps.

Les fusées sont-elles rodées avant la mise en service ?
Sur coussinets ou non ?

Les trois quarts des compagnies ne rodent pas leurs essieux avant leur mise en service.

Les autres compagnies exécutent ce rodage préalablement sur coussinet ou à l'émeri. Quelques compagnies imposent ce rodage préalable sans indiquer le mode préconisé.

(*Voir* l'annexe XXII pour les détails et le tableau synoptique XXIV résumant la question.)

CHAPITRE II.

Roues.

CENTRES DE ROUES.

Appliquez-vous des centres de roues en acier matricé ou en acier moulé ?

Parmi les cinquante-deux compagnies qui ont répondu à cette question, vingt seulement utilisent l'acier moulé ou matricé, et une le fer fondu.

Les autres compagnies emploient des roues en fer, ou en fonte et bois.

Les dispositions adoptées sont généralement communes aux roues de voitures et aux roues de wagons ; toutefois les compagnies emploient des roues en bois pour les voitures, et des roues en fer ou en acier moulé pour les wagons.

Quelle pression de calage demandez-vous ?

Les pressions de calage varient entre les chiffres extrêmes de 20 à 80 tonnes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais pour les deux tiers des compagnies, cette pression est limitée entre 35 et 50 tonnes. Pour six compagnies, la pression est déterminée par le diamètre de la portée de calage.

Avez-vous un appareil enregistrant cette pression?

Toutes les compagnies qui ont répondu, sauf deux qui se servent d'un appareil spécial, ne font pas mention de l'emploi d'un appareil enregistreur de pression. Celle-ci est indiquée, simplement, par le manomètre de la presse à caler.

(*Voir* l'annexe XXIII pour les détails et le tableau synoptique XXV résumant la question.)

BANDAGES.

Quelle qualité employez-vous pour les bandages en acier?

La plupart des compagnies utilisent l'acier Martin pour les bandages de voitures et de wagons.

Une compagnie demande l'acier au creuset.

Une autre compagnie demande l'acier au creuset pour les voitures.

Dix compagnies demandent l'acier Bessemer.

Une autre compagnie demande l'acier Bessemer pour les wagons.

Deux compagnies limitent la teneur en moins de carbone et, en plus du silicium, du soufre et du phosphore dans la composition chimique de l'acier.

Essayez-vous toutes les coulées, et combien de bandages par coulée?

La presque totalité des compagnies prélèvent, pour essai, deux bandages par cent ou au moins un par coulée.

Quatre compagnies n'essaient qu'un bandage par cent; une compagnie en essaie 4 p. c., et une autre compagnie ne prescrit aucun essai.

Quels essais faites-vous subir aux bandages par choc?
A la traction sur éprouvettes?
Où prélevez-vous les éprouvettes?

Les trois quarts des compagnies exécutent des essais au choc; les autres imposent une déformation par la presse hydraulique.

Une compagnie prescrit un essai de déformation à la presse, suivi d'un redressement par choc.

L'essai de la traction sur éprouvettes est imposé par les trois quarts des compagnies.

Les éprouvettes sont généralement prélevées à froid dans les parties les moins fatiguées par l'essai.

Certaines compagnies autorisent le dressage à chaud du morceau destiné à fournir les éprouvettes.

Une compagnie découpe des éprouvettes dans un morceau de bandage préalablement étiré à chaud au laminoir et recuit ensuite.

Avez-vous pratiqué le procédé de double trempe sur les bandages?
(Prière de joindre le cahier des charges relatif à la fourniture des bandages et la spécification relative à la fourniture des essieux montés.)

Le procédé de la double trempe n'a été mis en pratique par aucune compagnie. Toutefois, une d'entre elles soumet certains de ses bandages à la trempe simple.

Il résulte de l'examen des divers cahiers des charges qu'il n'est généralement fait aucune

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différence de qualité entre les bandages de wagons et les bandages de voitures. Cinq compagnies seulement admettent un métal différent et demandent que la qualité des bandages des voitures soit supérieure à celle des bandages de wagons.

Pour les essais au choc, les conditions imposées sont très diverses comme poids du mouton et comme hauteur de chute. Quelques compagnies indiquent seulement le produit de ces deux éléments.

Le mouton de 1,000 kilogrammes est le plus imposé ; les hauteurs de chute varient de 2.50 à 10 mètres. On emploie également les moutons de 600 et de 500 kilogrammes avec des hauteurs de chute de 4 à 6 mètres.

Pour les essais à la presse, les flèches demandées varient de 10 à 17 p. c. de diamètre. C'est ce dernier nombre qui est le plus souvent imposé.

Pour les essais à la traction, la plupart des compagnies imposent une résistance variant de 55 à 65 kilogrammes par millimètre carré, mais on trouve aussi les extrêmes, 45 et 82 kilogrammes.

L'allongement pour cent le plus communément imposé est voisin de 18 p. c.; il varie d'ailleurs d'une compagnie à l'autre, et la comparaison est rendue difficile par suite du manque d'uniformité des éprouvettes.

Quelques compagnies seulement imposent la mesure de la striction; les conditions varient de 25 à 35 p. c.

En plus de ces essais, trois compagnies pratiquent aussi quelques essais de pliage ou de poinçonnage.

De même avant tout essai au choc, trois compagnies, pour tenir compte du refroidissement du bandage lors de l'embattage, spécifient que les bandages d'essai seront préalablement refroidis dans l'eau après chauffage à une temperature de 250 à 300°.

(*Voir* l'annexe XXIV pour les détails et le tableau synoptique XXVI résumant la question.)

CHAPITRE III.

Châssis. — Suspension.

CHASSIS.

Employez-vous l'acier de préférence au bois et au fer pour la construction du châssis ?
De quelle qualité?
Douce, demi douce, dure?
(Indiquez les conditions du cahier des charges.)

Il résulte des cinquante-trois réponses recueillies que quarante compagnies utilisent l'acier ou le fer fondu dans la construction des châssis de voitures ou de wagons, les autres compagnies employant le fer ou le bois.

Vingt-deux compagnies imposent une qualité déterminée par des conditions d'essai, les autres se contentent de désigner la qualité de l'acier en spécifiant le four employé ou la dureté du métal (extra-doux, doux, etc.)

Quelle proportion de barres d'acier laminé essayez-vous pour cent ?

La proportion des barres essayées est environ 2 p. c. des barres présentées.
Une compagnie essaie de 1 à 4 p. c. de barres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quels essais faites-vous subir à ces aciers ?

Les essais faits sur les barres destinées à la construction des châssis sont les essais de traction, de pliage, de cintrage et quelques essais divers.

Essais à la traction. — Les conditions demandées sont, en moyenne :

R. = 40 kilogrammes environ par millimètre carré.
Al. = 20 à 22 p. c. avec des éprouvettes de dimensions très différentes.
St. = 45 p. c. environ.

Pliage. — Douze compagnies imposent des essais de pliage en long sur des éprouvettes découpées à froid dans les pièces. Le pliage à froid avec ou sans trempe est poussé jusqu'au parallélisme des branches sur mandrins d'un diamètre variant d'une à trois fois l'épaisseur de l'éprouvette. On demande aussi un pliage à bloc au rouge.

Le pliage à froid des profilés consiste dans la fermeture ou l'ouverture de l'angle des ailes du fer.

Dans le premier cas, l'essai est poussé jusqu'à l'application contre l'autre aile ou l'âme ; dans le second cas, l'aile est ouverte jusqu'au rabattement complet dans le plan de l'autre aile ou de l'âme.

Cintrage. — Quelques compagnies font des essais de cintrage en long des profilés de manière à les plier à froid au marteau, suivant un rayon de courbure variant de deux à cinq fois la hauteur de l'âme.

Essais divers. — Deux compagnies imposent des essais au choc.

Une compagnie procède à l'essai d'élargissement.

Autorisez-vous le poinçonnage des trous de rivets ?
Avec ou sans alésage ?

Les deux tiers des compagnies imposent le perçage au foret des trous de rivets. Trois d'entre elles demandent en plus que les trous soient alésés.

Les autres compagnies autorisent le poinçonnage, mais avec un alésage variant de $^1/_2$ à 2 millimètres. Deux compagnies acceptent le poinçonnage sans alésage.

Les rivets sont-ils en acier ?

Un tiers des compagnies seulement utilisent des rivets en acier ; les autres ont continué les rivets en fer.

L'acier de ces rivets correspond à la qualité extra-douce ou fer fondu.

(*Voir* l'annexe XXV pour les détails et le tableau synoptique XXVII résumant la question.)

RESSORTS.

De quelle qualité sont les ressorts de suspension ?
(Indiquer l'allongement élastique imposé.)

Il résulte des quarante-huit réponses recueillies que douze compagnies exigent l'emploi de l'acier au creuset ; quelques autres demandent spécialement l'acier Martin ou l'une de ces deux dernières qualités.

Plusieurs compagnies se contentent de la marque de fabrique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une compagnie exige l'emploi de l'acier fondu au creuset pour les voitures et de l'acier Bessemer pour les wagons.

Essayez-vous les lames isolées?

La moitié des compagnies environ procèdent à l'essai des lames destinées à confectionner les ressorts. La proportion prélevée varie de 1 à 5 p. c. des lames présentées.

Ces essais consistent en épreuves à la traction pour quelques compagnies et en essais de flexion pour les autres.

Essais de traction. — Les conditions moyennes sont :

Pour les lames non trempées :

R. = 70 à 75 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 15 à 18 p. c.
St. = 20 à 30 p. c.

Essais de flexion. — Il est procédé à cet essai de deux façons différentes :

1° En chargeant la lame jusqu'à ce que l'allongement élastique des fibres extrêmes atteigne une condition imposée.

Cette condition varie suivant les compagnies de 0.006 à 0.0075 par mètre.

Une compagnie impose seulement un allongement de 0.005 pour les ressorts de wagons.

2° En chargeant jusqu'à l'aplatissement une lame trempée, préalablement cintrée à une courbure de quatre-vingts fois son épaisseur.

Essayez-vous les ressorts finis?
Sous quel allongement élastique?

L'essai des ressorts finis est fait :

1° Par flexion, sous une course d'essai déterminée, de manière à obtenir un allongement élastique imposé.

Cet allongement élastique varie de 0.0035 à 0.0065 suivant la compagnie;

2° Par l'application d'une charge statique, qui est en moyenne une fois et demie la charge en service;

3° Un balancement, essai qui consiste à soumettre plusieurs fois de suite un ressort à une charge qui est généralement celle que le ressort supporterait en service.

Une compagnie ne fait supporter l'essai que sur les maîtresses feuilles.

Employez-vous des aciers spéciaux au volfram ou autres?
(Prière de joindre le cahier des charges pour la fourniture de ces ressorts.)

Trois compagnies seulement utilisent pour les ressorts des aciers spéciaux au volfram et demandent dans l'essai des lames un allongement élastique qui varie de 0.007 à 0.0075 par mètre.

Une compagnie utilise exclusivement l'acier Sheffield.

(*Voir* l'annexe XXVI pour les détails et le tableau synoptique XXVIII résumant la question.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EMPLOI DE L'ACIER MOULÉ DANS LA CONFECTION DU CHASSIS.

Employez-vous l'acier moulé pour certaines pièces de châssis et de la suspension? Lesquelles : Boîtes d'essieux, patins, supports, etc.?

Sur les quarante-huit compagnies qui ont répondu à cette question, trente et une font usage de l'acier moulé dans la construction des châssis et pour les pièces de la suspension des véhicules.

Une compagnie n'utilise l'acier moulé que pour les pièces du châssis de wagons exigeant une solidité particulière.

Cinq compagnies l'utilisent pour les dessous seulement des boîtes d'essieux, et onze pour la boîte entière.

Les autres compagnies utilisent la fonte pour cet usage.

Les patins en acier ne sont employés que par six compagnies ; les autres les préfèrent en fonte, en fer ou en acier forgé.

Les supports en acier moulé ne sont utilisés que par treize compagnies.

Comme autres applications de l'acier moulé dans la construction des châssis et de la suspension, on peut remarquer :

Les boisseaux de tampons, employés par deux compagnies.
Les pivots et crapaudines de bogies ou de chevalets pour wagons à bois, par cinq compagnies.
Les tiges ou les mains de suspension, par trois compagnies.

Ainsi que les guides de crochets de traction, les arbres de frein, les manchons de barres continues, les croix de Saint-André, les buttoirs de ressorts, etc., par une ou deux compagnies.

(*Voir* l'annexe XXVII pour les détails et le tableau synoptique XXIX résumant la question.)

CHAPITRE IV.

Appareils de choc et de traction.

TAMPONS, FAUX TAMPONS, GUIDES.

Employez-vous l'acier ou le fer fondu pour les appareils de choc? Tampons? Faux tampons? Guides, etc.?

Il résulte, des quarante-neuf réponses recueillies, que pour les appareils de choc l'acier ou le fer fondu est appliqué comme suit :

Par treize compagnies pour les tampons.
Par onze compagnies pour les faux tampons.
Par dix compagnies pour les guides, ces pièces sont faites en fonte ou en fer fondu ou en fer par les autres compagnies.

(*Voir* l'annexe XXIX pour les détails et le tableau synoptique XXXI résumant la question.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPAREILS DE TRACTION.

Employez-vous l'acier ou le fer fondu pour les appareils de traction ? Crochet d'attelage ? Barre continue ou non ? Tendeur ? Guides ? Balancier, etc. ? Pièces de frein ? Sabots de frein (acier moulé) ?

Il résulte des cinquante-trois réponses recueillies, que l'acier ou le fer fondu est employé par un certain nombre de compagnies dans les proportions suivantes :

Par neuf compagnies pour les crochets d'attelage.
Par six compagnies pour les barres continues de traction.
Par dix compagnies pour les tendeurs d'attelage.
Par sept compagnies pour les guides.
Par quatre compagnies pour les balanciers.
Par neuf compagnies pour les pièces de frein.
Par sept compagnies pour les sabots de frein.

Pour chacune de ces pièces les compagnies qui n'ont pas adopté l'acier ont continué l'emploi du fer ou de la fonte.

Quels essais faites-vous subir au métal ?

Deux compagnies seulement prescrivent des essais de traction et indiquent les conditions suivantes :

R. = 48 à 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres.

Les éprouvettes sont découpées dans les pièces.
Une compagnie fait subir des essais de traction et de flexion.

Essayez-vous les pièces finies ? Combien sur cent ?

Neuf compagnies seulement font des essais sur des pièces finies et en prélèvent de 1 à 2 p. c. à cet effet.

Une compagnie fait aussi ces essais sur 1 à 4 p. c. des pièces,
Une compagnie essaie les pièces d'attelage sous une traction de 40,000 kilogrammes.
Une autre fait subir aux chaînes de sûreté une traction de 20,000 kilogrammes.
Les autres compagnies ou ne font pas d'essai ou font seulement des pliages à chaud ou à froid.

Autorisez-vous les soudures des pièces soudables ?
Autorisez-vous les encollages ?

La soudure est généralement autorisée pour les pièces soudables en acier ou en fer fondu, elle est interdite par deux compagnies.

Les soudures par encollage sont interdites par toutes les compagnies, sauf une.

Pour les chaînes de sûreté, employez-vous des chaînes en acier sans soudure, ou des chaînes à maillons en acier doux soudées ?

Les chaînes à maillons en acier sans soudure sont employées par une seule compagnie ; toutes les autres font usage de chaînes à maillons en fer.

(Voir l'annexe XXVIII pour les détails et le tableau synoptique XXX résumant la question.)

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RESSORTS DE CHOC ET DE TRACTION.

Quelle qualité imposez-vous?

Il ressort des quarante-quatre réponses que la plupart des compagnies n'emploient qu'une seule qualité d'acier pour les ressorts de choc de voitures ou de wagons.

Pour les ressorts à lames, indiquer les conditions analogues à celles demandées pour les ressorts de suspension.

Un petit nombre de compagnies seulement utilisent des ressorts à lames dont les conditions de réception, tant des lames isolées que des ressorts finis, sont très sensiblement celles des ressorts de suspension.

Pour les ressorts en spirale, indiquer si tous les ressorts sont essayés à l'aplatissement et joindre un cahier des charges pour la fourniture de ces ressorts

La presque totalité des compagnies essaient les ressorts en spirale à l'aplatissement complet.

Cinq compagnies indiquent que l'aplatissement doit être obtenu sous une charge qui varie de 3,000 à 9,000 kilogrammes suivant la forme du ressort.

Huit compagnies imposent un essai de balancement pour un effort variant de la charge d'aplatissement aux trois quarts de cette charge.

(Voir l'annexe XXX pour les détails et le tableau synoptique XXXII résumant la question.)

CHAPITRE V.

Pièces en acier laminé de la caisse.

CAISSE.

Indiquer les pièces qui sont faites en acier laminé : tôles à panneau ; montants de caisse ; montants de porte.

Ou en acier de forge : ferrures, boulons, etc.

Ou en acier moulé : consoles, supports, etc.

Quarante-quatre réponses ont été faites desquelles il résulte que l'acier ou le fer fondu est employé pour les tôles de panneau par dix-huit compagnies.

Les montants de caisse par treize compagnies.

Les montants de porte par huit compagnies.

Les rails de porte par huit compagnies.

Ces pièces sont faites en fer ou en bois quand l'acier n'est pas employé.

Les boulons sont en fer, sauf pour quatre compagnies qui utilisent pour ces pièces l'acier ou le fer fondu.

Les consoles et les supports sont généralement en fer ou en fonte malléable ; cinq compagnies cependant font les consoles en fer fondu ou en acier moulé et sept compagnies font les supports en acier moulé ou en acier forgé.

Comme autres applications de l'acier il a été fait des goussets en acier laminé, les charnières

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de portes, les patins et plaques-tournantes des bogies des wagons à quatre essieux et les porte-lanternes en acier moulé.

(Voir l'annexe XXXI pour les détails et le tableau synoptique XXXIII résumant la question.)

CHAPITRE VI.

Pièces en acier pour les appareils divers.

DIVERS.

Indiquer les pièces d'acier qui peuvent entrer dans la construction des appareils divers ; pour le chauffage, pour l'éclairage, les appareils d'intercommunication, etc.

Il résulte des dix-neuf réponses qui nous sont parvenues sur cette question que pour les appareils de chauffage, l'acier a été employé pour les tuyaux des conduites d'eau ou de vapeur et le fer fondu pour les petites ferrures. Des chaudières de thermosiphon ont été exécutées en acier moulé.

Pour l'éclairage, l'acier ou le fer fondu a été employé pour la confection de tuyaux divers.

Pour les appareils d'intercommunication, on a utilisé le fer fondu pour les tôles des réservoirs du frein, pour les tuyaux de conduite ainsi que pour divers petits supports des réservoirs et des conduites.

Une compagnie dit que le fer fondu remplace actuellement le fer soudé pour la plupart des pièces et une autre compagnie ajoute que l'acier n'est pas utilisé pour la fabrication de ces appareils.

(Voir l'annexe XXXII pour les détails et le tableau synoptique XXXIV résumant la question.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE I.

Choix des tôles d'acier ou de fer fondu dans les chaudières.

Questionnaire.

a) Faites-vous usage des tôles d'acier ou de fer fondu pour les chaudières de locomotives ?
Depuis quelle époque ?
Indiquez si l'emploi est spécialisé aux tôles du corps cylindrique ou s'il s'applique aux tôles embouties.
En est-il fait usage pour les parties de la boîte à feu qui sont en contact avec le feu et les produits de la combustion ?

b) Sur combien de chaudières ont porté ces applications de tôles d'acier et quelle proportion cela donne-t-il par rapport à l'effectif total des chaudières ?

c) Quelles sont les conditions techniques ou économiques qui ont conduit à l'emploi de ces tôles ?

d) Les résultats acquis sont-ils probants et permettent-ils de conclure à l'emploi définitif de l'acier ou du fer fondu pour les chaudières des locomotives ?

e) Avez-vous fait usage de tôles d'acier contenant une certaine proportion de métaux pouvant augmenter les conditions de résistance et d'allongement, tels que le chrome, le nickel, etc. ?
Dans quel but ? Depuis quelle époque ?
Quelle a été la teneur de ces métaux et quels résultats ont été obtenus ?

Réponses.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

a) Les tôles d'acier Siemens-Martin sont employées depuis 1889 pour toutes les chaudières, à l'exception de la boîte à feu.

e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

a) Il a été fait usage de tôles de fer fondu depuis 1895 pour toutes les parties des chaudières.
b) Sur 172 chaudières, pour un total de 2,342, soit 7.4 p. c.
c) L'emploi des tôles d'acier est économique et la qualité de ce métal est au moins égale à celle du fer.
d) Les résultats ne sont pas encore acquis.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

a) Les tôles d'acier ou de fer fondu sont employées depuis 1881, mais seulement pour les boites à fumée.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

a) Les tôles de fer fondu Martin sont employées depuis 1878, pour le corps cylindrique et pour les pièces embouties.

A titre d'essai, ces tôles ont été appliquées aux boites à feu de plusieurs locomotives.

b) Appliqué à 620 machines.

c) Considération d'économie et de bonne qualité : homogénéité, douceur, qualité invariable, dressage facile, résistance, élasticité.

d) Les résultats sont acquis : le fer fondu est adopté définitivement.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

a) De 1867 à 1879, acier fondu ; 1879, acier Bessemer ; actuellement, acier Martin.

La dureté du métal d'abord employé était déterminée par une résistance de 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré.

Mais, depuis 1884, ce métal doux n'est employé que pour les pièces à emboutir ; les autres sont en acier Martin dur donnant à la résistance 47 à 53 kilogrammes par millimètre carré.

Les foyers se font exclusivement en cuivre rouge ; quinze anciens foyers de machines de gare sont encore en fer.

c) L'emploi de l'acier avait pour but d'augmenter la puissance des machines sans en augmenter le poids limité par la superstructure de la voie.

d) Les résultats acquis ont été satisfaisants à tous égards.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

a) L'usage des tôles d'acier a commencé en 1871, celui des tôles de fer fondu seulement depuis 1881 pour le corps cylindrique et les pièces embouties.

Les foyers sont en cuivre (sauf pour deux locomotives).

b) Sur les 369 chaudières en usage, 212 (57.5 p. c.) sont en fer fondu Martin et 25 (6,8 p. c.), en acier Bessemer.

c) La plus grande résistance et la ténacité permettent d'employer des chaudières plus légères. Les différents essais ont prouvé que le fer fondu Martin joint aux propriétés du fer forgé celle d'une grande ténacité, résistance au choc et à la trempe. De plus, contrairement à ce qui se passe pour les tôles de fer, dont la fabrication n'a point fait de progrès, celle des tôles de fer fondu est l'objet d'efforts incessants.

d) Les résultats acquis ont démontré que les tôles de fer perdent en service beaucoup de leur qualité : circonstance fâcheuse qui ne se produit point pour les tôles de fer fondu.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

a) Les tôles de fer fondu ont été employées depuis 1884 pour les corps cylindriques et les emboutis, mais non pour les tôles en contact avec le feu.

b) L'emploi de fer fondu a été utilisé sur 1,170 locomotives, soit environ 50 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) L'homogénéité et la résistance du métal, ainsi que le prix peu élevé, ont décidé à l'employer.

d) Résultats acquis et emploi du fer fondu définitif.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

a) On fait usage de tôles de fer fondu soudable ou acier extra-doux soudable pour les chaudières de locomotives. Le constructeur peut choisir entre le fer et le fer homogène soudable ou acier extra-doux.

Les boites à feu sont en cuivre.

b) Sur 636 chaudières, il y a 26.7 p. c. en fer fondu.

c) Considération de qualité et de généralisation en fer fondu.

d) Les résultats acquis ont démontré que ces tôles satisfont aux conditions exigées et se comportent bien en service.

e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

a) Il n'est pas fait usage de fer fondu ou d'acier dans les chaudières.

Le foyer est en cuivre rouge ductile.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

a) On fait usage, depuis 1896, de tôles d'acier extra-doux soudable pour les chaudières, corps cylindriques, boites à fumée, enveloppes de foyer et tôles embouties.

Le foyer est en cuivre rouge.

b) 291 locomotives avec chaudières en tôle de fer; 79 locomotives avec chaudières en tôle d'acier, soit 21.3 p. c.

c) Considération d'homogénéité plus grande (pas de tôles doubles, pas de pailles) et plus grande résistance à égalité de poids (pression portée de 10 à 12 atmosphères).

d) Les résultats ne sont pas définitifs.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

DANEMARK.

Chemin de fer de l'État (1,699 kilomètres).

a) L'acier est entré en usage dans la construction des chaudières depuis 1887.

Les tôles du corps cylindrique, de même que celles embouties, ont été demandées en acier.

On a essayé quelques foyers en acier, mais l'essai n'a pas été continué.

b) L'application porte sur 280 chaudières pour un total de 430 locomotives, soit 65.1 p. c. de l'effectif total.

c) Les tôles d'acier sont plus homogènes du même prix que celles en fer.

d) Les résultats ont été de nature à laisser conclure que toutes les nouvelles chaudières seront faites en acier.

e) Il n'a pas été fait usage d'acier spécial dans le but indiqué.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

a) On fait usage, depuis 1898, de tôles d'acier pour quatre locomotives seulement, qui ont le corps cylindrique et les emboutis en acier.

Le foyer est en cuivre rouge.

b) Pour quatre chaudières, pour un total de 566, soit 1 : 142.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) Considération de légèreté.
d) Les résultats ne sont pas encore acquis.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (8,835 kilomètres).

a) On fait usage, depuis 1887, de tôles d'acier pour la confection du corps cylindrique et des tôles embouties. On en a aussi, à titre d'essai, fait usage pour quelques foyers.
b) L'application porte sur 231 chaudières, soit 8.82 p. c. de l'effectif au 1er janvier 1898.
c) L'emploi des tôles d'acier a été adopté en même temps qu'on portait le timbre de 11 à 15 kilogrammes, sans changer sensiblement les épaisseurs.
d) Les résultats ne sont pas acquis.
e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

a) L'acier est employé, mais non le fer fondu.
Depuis 1864, pour le corps cylindrique et pour les tôles embouties.
Foyer en cuivre rouge et boîte à fumée en fer.
b) Sur 366 chaudières, l'effectif étant de 1,405, soit 26.05 p. c.
c) Résistance supérieure, facilité de travail.
d) Résultats acquis et l'emploi de l'acier devenu définitif.
e) Il a été exécuté pour essais une chaudière de locomotive dont les viroles et les emboutis ont été faits en acier au chrome, en 1892, afin d'augmenter la résistance des tôles employées.
La composition moyenne de ces tôles répond à l'analyse ci-après :

Chrome	2.00 p. c.
Carbone	0.15 —
Manganèse	0.80 —

Ouest (5,534 kilomètres).

a et *b*) Un certain nombre de machines construites ces dernières années sont munies de chaudières ayant les viroles et les emboutis en acier extra-doux.
Foyer en cuivre rouge.
c) Plus grande facilité de travail à chaud et à froid; diminution des épaisseurs pour une même pression, et, par suite, diminution de poids.
d) Les résultats ne sont pas encore acquis. Il semble cependant que les tôles d'acier offrent aux corrosions une résistance plutôt inférieure à celle des bonnes tôles de fer.
e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Est (4,833 kilomètres).

a) Les premiers essais remontent en 1866, époque à laquelle on mit en service deux chaudières en tôle d'acier puddlé et seize chaudières avec corps cylindrique en tôle de fer et enveloppe de forge en tôle d'acier fondu. Ces essais furent poursuivis, en 1869, par la mise en service de 16 autres chaudières et, en 1872, par six autres chaudières avec foyer en acier. Depuis 1891, toutes les chaudières neuves (sauf dix) sont entièrement en tôle d'acier fondu.
Les foyers sont en cuivre, sauf dans quatorze machines dont les parois latérales sont bien en cuivre, mais dont le ciel est en tôle d'acier ondulée.
Cette modification n'a pas été généralisée par suite de la difficulté qu'elle présente pour armaturer les flancs de la boîte à feu : les différences de dilatation provoquent des fissures aux clouures.
Le ciel lui-même s'est fort bien comporté tant qu'on n'a pas fait usage d'armatures radiales reliant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'enveloppe au ciel ondulé. Dans ce cas, il s'est produit des fissures dans le ciel autour des rivets de fixation des pattes d'attaches des armatures. Il en résulte que les ciels ondulés sont employés avantageusement si les parois latérales du foyer sont également en acier et convenablement armaturées.

b) Au 1er janvier 1899, il y avait en service 156 machines munies de chaudières en tôle d'acier, soit 11.55 p. c.

c) Considérations surtout d'ordre technique : plus grande homogénéité et résistance de l'acier, d'où diminution de poids. D'autre part, les tôles d'acier s'emboutissent plus facilement que celles en fer.

L'économie n'a été qu'une considération secondaire, car si le prix des tôles d'acier est notablement moins élevé aujourd'hui que celui des tôles de fer, il n'en était point ainsi lors des premières applications

d) Les résultats acquis sont absolument probants; facilité d'emboutissage, réduction des déchets en cours de travail.

Les résultats en service sont également satisfaisants : les locomotives ayant déjà effectué des parcours de 400,000 à 500,000 kilomètres, se sont comportées au moins aussi bien, sinon mieux que celles en fer. Il y a donc lieu de considérer comme définitif l'emploi exclusif de l'acier.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Nord (3,745 kilomètres).

a) Les trois premières chaudières en tôle d'acier ont été mises en service en 1896.

La boîte à fumée, le dôme, les plaques tubulaires (boîte à fumée), les plaques avant et arrière et de pourtour de la boîte à feu sont également en acier.

Le foyer est en cuivre.

b) A la fin de 1898, il y aura 73 locomotives en tôle d'acier, soit 4.08 p. c.

c) L'acier assure une économie de poids, il est plus homogène que le fer.

d) Les résultats ne sont pas encore acquis.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Midi (3,236 kilomètres).

a) Il a été fait usage des tôles d'acier depuis 1892 pour le corps cylindrique et les emboutis.

Le foyer est en cuivre sauf depuis 1890, où les plaques tubulaires sont en acier doux.

b) Appliqué à 6 p. c. des machines en service.

c) Considération d'ordre technique : la faculté de réduire le poids des chaudières et aussi la difficulté de se procurer couramment des tôles de fer doux de bonne qualité.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

a) On fait usage de tôles d'acier pour le corps cylindrique et les emboutis.

Foyer en cuivre.

c) On peut obtenir des surfaces plus grandes et plus de sécurité à force égale.

d) Les résultats sont acquis.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres)

a) On fait usage de tôles d'aciers pour le corps cylindrique et les emboutis depuis 1884.

Les parties en contact avec les flammes ne sont pas en acier.

b) Sur 1,698 chaudières, soit 86.5 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) Les tôles d'acier s'emboutissent bien mieux que les tôles de fer; meilleur marché, elles donnent pleine satisfaction; le matériel est plus résistant.

d) Nous n'avons pas encore une expérience suffisante pour conclure à l'adoption définitive de l'acier pour les chaudières.

North British Railway (2,144 kilomètres).

a) Le fer a été exclusivement employé jusqu'en 1898. Les emboutis sont en fer ou en acier depuis cette époque.

Les boites à feu sont en cuivre.

Quelques machines de gare ont les caisses à combustible en tôle d'acier.

b) L'application porte sur 3 p. c.

d) Les résultats ne sont pas acquis.

e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

a) On fait usage, depuis 1895, de tôles d'acier pour la confection du corps cylindrique et des emboutis.

Les boites à feu sont en cuivre.

c) L'emploi de l'acier l'emporte au point de vue de la résistance et de la sécurité.

d) Les résultats sont acquis et toutes les chaudières neuves ou de rechange sont faites en acier.

e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

a) On fait usage de tôles d'acier depuis 1888, mais la plaque tubulaire avant; le dôme et le siège du dôme sont en fer.

Les tôles embouties sont également en acier.

Foyer en cuivre.

b) L'application porte sur le tiers des machines environ.

c et *d*) Bas prix et résistance. Résultats acquis.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

a) Les tôles en acier doux sont employées pour les corps cylindriques et les emboutis, depuis 1883.

Pour un petit nombre de machines, la chaudière est munie de boites à feu en acier.

c) Les tôles d'acier sont de qualité plus uniforme, se cintrant avec plus de facilité, sont moins sujettes aux dédoublures, ont une plus grande résistance et sont moins coûteuses que le fer.

d) Les résultats sont acquis en exceptant les foyers en acier.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

a) On emploie des tôles en acier, depuis 1881, pour le corps cylindrique et les emboutis.

Boite à feu en cuivre.

c) L'acier est meilleur et moins cher que le fer.

d) Les résultats sont acquis.

e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

a) Toutes nos chaudières sont en acier depuis 1879.

Les parties du foyer en contact avec le feu sont en cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d) Les résultats sont acquis quant à la durée relative des chaudières.
e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Lancashire & Yorkshire (1,094 kilomètres).

a) L'acier doux a été employé, depuis 1887, pour toutes les tôles de chaudières.
Le foyer est en cuivre; la plaque tubulaire de la boite à fumée n'est pas en cuivre.
b) Les 1,390 chaudières en service sont en tôles d'acier.
c) Meilleure matière à meilleur prix, emboutissage plus facile.
d) Les résultats sont acquis.
e) Dix chaudières sont en acier au nickel afin d'augmenter la résistance et de diminuer les piqûres (préparation de nickel : 12 p. c.).
Aucune chaudière n'a encore exigé de réparation.

Manchester, Sheffield & Lincolns Hire Railway (1,014 kilomètres).

a) Il a été fait usage de l'acier, depuis 1892, pour les tôles cylindriques et les emboutis.
Le foyer n'est pas en cuivre.
b) L'application de l'acier porte sur 33 p. c. des chaudières.
c) Prix réduit de la matière première.
d) Les résultats sont acquis.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

a) Il a été fait usage de l'acier pour le corps cylindrique, la boite à fumée et les enveloppes. La plaque tubulaire d'avant et le dôme, tout en fer du Yorkshire.
Le foyer n'est pas en acier.
b) L'application porte sur 25 chaudières, soit un sixième de l'effectif.
c) Plus grande résistance et prix moins élevé.
d) Les résultats ne sont pas acquis.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

a) Il a été fait usage, depuis 1890, de l'acier doux pour les tôles du corps cylindrique et les tôles embouties.
Le foyer est en cuivre.
b) Employé sur 70 chaudières, soit 55 p. c. de l'effectif total.
c) L'acier est moins cher et plus résistant que le fer.
e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Great North Scotland Railway (509 kilomètres).

a) On emploie, depuis 1893, l'acier doux pour toutes les tôles de chaudières moins les dômes, qui sont en fer et les parties en contact avec le feu, qui sont en cuivre.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

a) On emploie, depuis 1892, l'acier pour le corps cylindrique et les tôles embouties.
Le foyer est en cuivre rouge.
b) L'application de l'acier porte sur 44 chaudières, pour l'effectif total de 73, soit 60.3 p. c.
c) Résistance plus grande, emboutissage et travail plus facile, prix moins élevé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d) Les résultats sont probants.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Furness Railway (274 kilomètres).

a) On emploie, depuis 1879, l'acier pour les tôles cylindriques et embouties.
Le foyer est en cuivre.
b) L'application de l'acier porte sur 40 chaudières, soit 32 p. c.
c) Les considérations sont : une grande homogénéité jointe à une grande résistance et ductilité.
d) Les résultats sont probants.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

a) On emploie, depuis 1894, l'acier au lieu du fer du Yorkshire, pour toutes les chaudières.
Le foyer est en cuivre rouge.
b) Jusqu'à ce jour, l'application porte sur 80 chaudières pour 250, soit 32 p. c.
c) Les considérations sont relatives au prix qui est moins élevé pour l'acier que pour le fer et au meilleur usage du premier.
d) Les essais sont probants.
e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

a) On emploie l'acier, depuis 1895, pour les tôles cylindriques.
Le foyer n'est pas en acier.
b) L'application de l'acier porte sur 18 chaudières, c'est-à-dire 42.85 p. c.
c) La considération est relative à l'économie.
d) Les résultats sont acquis.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

a) On emploie l'acier, depuis quelques années, pour toutes les tôles de chaudières.
Le foyer est en cuivre.
b) L'application de l'acier porte sur 54 chaudières, soit 11 p. c.
c) Les considérations sont relatives à la résistance.
d) Les résultats sont probants.
Les autres chaudières sont également reconstruites en acier.
e) On n'attache aucune importance à la composition chimique du métal.

Isle of Man Railway (56 kilomètres).

a) On emploie jusqu'à présent des tôles en fer du Yorkshire pour les chaudières de locomotives.

Rhymney Railway.

a) On emploie, depuis 1890, l'acier pour les tôles cylindriques et embouties.
Le foyer est en cuivre.
c) L'acier augmente la résistance et facilite le travail.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

a) On emploie l'acier, depuis 1891, pour les tôles cylindriques et embouties ainsi que pour la boite à feu dans quelques cas.
Les foyers sont généralement en cuivre.
b) L'application de l'acier porte sur 190 chaudières, soit environ 33 p. c. de l'effectif.
c) Considérations de résistance et de prix.
d) Les résultats ne sont pas encore acquis.
e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

a) On emploie, depuis 1893, l'acier pour les tôles cylindriques et embouties.
Le foyer est en cuivre.
b) L'application de l'essai porte sur 200 chaudières environ, soit 50 p. c.
c) Considération d'économie.
d) Les résultats ne sont pas encore acquis.
e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

a) On emploie l'acier, depuis 1895, pour les tôles cylindriques et embouties.
Le foyer est en acier à cause de l'effet nuisible des charbons sur les cuivres modernes.
b) L'application de l'acier porte sur 4 chaudières, soit 4 p. c.
c) Considération de résistance.
e) Il n'a pas été fait usage d'aciers spéciaux.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

a) On employait autrefois le fer du Yorkshire. Depuis janvier 1892, il est fait usage de l'acier doux pour les tôles cylindriques et embouties. Le fer fondu sert depuis peu pour les tôles embouties.
Le foyer est en cuivre.
b) L'application de tôles d'acier porte sur 112 chaudières pour un effectif de 335, soit 33 p. c. environ. D'ailleurs, toutes les chaudières ont été reconstruites en acier.
c) Considération d'économie à cause des piqûres des rigoles qui se produisent dans les tôles en fer du Yorkshire.
d) Les résultats ne sont pas acquis.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

a) On emploie, depuis 1894, l'acier pour les tôles cylindriques et embouties.
Le foyer est en cuivre.
b) L'application porte sur 123 chaudières, soit 73 p. c. environ.
c) Considération de résistance, de ductilité et d'économie.
d) Les résultats sont probants quant aux prix, mais la durée des tôles de fer est plus longue lorsque les aciers sont très doux.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Natal Government Railway (647 kilomètres).

a) On emploie l'acier, depuis 1889, pour les tôles cylindriques et embouties.
Le foyer est en cuivre.
b) L'application porte sur soixante-seize chaudières, soit 61 p. c.
c) Considération de ductilité pour l'emboutissage et d'économie.
d) Les résultats sont probants.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

a) On emploie, depuis 1891, l'acier pour les tôles cylindriques et embouties.
Le foyer est en cuivre, sauf pour quelques machines, où l'on a essayé l'acier.
c) Considération d'économie : l'acier vaut environ le tiers du prix des tôles de fer.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

a) On emploie l'acier, depuis 1893, pour les tôles cylindriques et embouties.
Le foyer est en cuivre.
b) L'application de l'acier porte sur tous les types principaux.
c) Considération de légèreté relative.
d) Les résultats sont très probants.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

a) On emploie des tôles en acier doux, depuis 1889, pour les tôles cylindriques et embouties.
Le foyer est en cuivre.
b) L'application porte sur 20 p. c. des chaudières en service.
c) Les considérations de l'emploi de l'acier sont la plus grande résistance et, par conséquent, la possibilité de diminuer le poids des chaudières, et surtout la difficulté qu'on éprouve de trouver dans le commerce de bonnes tôles en fer puddlé.
d) Les résultats sont probants : l'emploi des tôles d'acier sera généralisé.
e) On ne fait pas usage d'aciers spéciaux.

LUXEMBOURG.

Chemins de fer et minières Prince-Henri (163 kilomètres).

a) On n'a pas fait usage de l'acier ou du fer fondu.

NORVÈGE.

Chemins de fer de Christiania à Eidsvold (68 kilomètres).

a) On n'a pas fait usage de l'acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PAYS-BAS (CONTINENT).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

a) On a construit, en 1892, une locomotive dont la chaudière, en service depuis cette époque, est en acier doux et la boîte à feu en cuivre rouge.

L'emploi de l'acier doux s'applique aussi aux tôles embouties. Dans une autre chaudière, la boîte à feu dont l'enveloppe était en fer forgé et l'intérieur en cuivre rouge, a été remplacée par une boîte à feu tout en fer fondu, l'enveloppe aussi bien que le foyer.

Cette chaudière est en service depuis juillet 1897.

b) L'application des tôles d'acier porte sur deux chaudières ; l'effectif total des chaudières de locomotives est de quatre cent cinquante-deux. De plus, cinquante locomotives en cours de construction auront les enveloppes et le corps cylindrique en acier doux, et le foyer intérieur en cuivre rouge.

c) L'emploi des tôles d'acier doux pour le corps cylindrique et l'enveloppe du foyer, permet d'augmenter le timbre de la chaudière sans en augmenter le poids.

De plus, les tôles en fer fondu sont meilleur marché à présent que les tôles en fer, et pour les tôles en acier on est moins limité, quant aux dimensions en longueur et en largeur.

d) Les résultats sont, jusqu'à présent, satisfaisants (enveloppes de foyer en acier doux)

e) Il n'a pas été employé d'aciers spéciaux.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

a) On emploie l'acier et le fer, mais jamais le fer fondu.

Depuis 1891, pour toutes les chaudières.

b) L'application de l'acier porte sur 36 p. c. des chaudières en service.

c) Économie de poids ou augmentation de résistance à poids égal.

d) On n'a pas encore constaté d'inconvénients.

e) On n'a pas fait usage d'aciers spéciaux.

RUSSIE.

Chemin de fer de Riazane-Ouralsk (2,081 kilomètres).

a) Il n'est pas fait usage de l'acier.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

a) Fer fondu ne prenant pas la trempe.

Depuis 1893.

Toutes les tôles de la chaudière sont en fer fondu.

Oui, à titre d'assai, on a muni treize chaudières de plaques tubulaires et sept chaudières de faces arrière en fer fondu.

b) 81 p. c. de l'effectif total.

c) *Techniques.* — Facilité de façonnage.

Économiques. — Avantage des prix du fer fondu et difficulté d'avoir du fer soudé

d) Les tôles en fer fondu sont plus attaquées par les eaux dures ; sous les autres rapports, elles ne présentent aucun inconvénient.

e) L'acier au nickel est mis en question.

SUISSE.

Chemin de fer Central suisse (394 kilomètres).

a) On emploie le fer fondu, depuis 1891, pour les tôles cylindriques et embouties.

Le foyer est en cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) L'application porte sur soixante-douze chaudières en fer fondu, soit 52 p. c. de l'effectif total.
c) Considération de résistance.
d) Les résultats sont acquis.
e) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

a) Oui.
Depuis 1890.
Enveloppe de foyer et corps cylindrique.
Non.
b) Cinquante-six chaudières, soit 40.5 p. c. de l'effectif total.
c) L'augmentation du timbre des chaudières porte à 15 atmosphères.
d) Oui.
e) Non.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I.

Progression de l'emploi de l'acier depuis l'année 1864.

ANNÉES.	NOMBRE DES COMPAGNIES EMPLOYANT L'ACIER.		NOMBRE CORRESPONDANT DE KILOMÈTRES DE VOIE EXPLOITÉS.	
	Partiel.	Total.	Partiel.	Total.
1864.	1	1	6,775	6,775
1866.	1	2	4,833	11,608
1867.	1	3	1,317	12,925
1871.	1	4	1,220	14,145
1878.	1	5	1,376	15,521
1879.	2	7	1,690	17,211
1883.	1	8	1,672	18,883
1884.	2	10	10,192	29,075
1885.	1	11	3,290	32.365
1887.	3	14	11,628	43,993
1888.	1	15	1,704	45,697
1889.	2	17	6,236	51,933
1890.	2	18	743	52,676
1891.	4	22	7,542	60,218
1892.	4	26	8,612	68,830
1893.	4	30	10,607	79,437
1894.	2	32	1,120	80,557
1895.	4	36	14,719	92 276
1896.	2	38	5,099	100,375
1898.	4	42	10,575	110,950

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU II.

—

Degré d'avancement du remplacement du fer par l'acier dans la construction des chaudières de locomotives.

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Kilomètres de voies exploitées.	Nombre total des chaudières en service.	Nombre des chaudières en acier.	Rapport du nombre de chaudières en acier au nombre total des chaudières en service, p. c.
Lancashire & Yorkshire Railway	1,094	1,390	1,390	100
North Eastern Railway	2,570	1,698	...	86.5
Western Australia Government Railway	927	158	123	73.0
Chemin de fer de l'État danois	1,699	430	280	65.1
Nord-Ouest autrichien	1,220	369	237	64.3
Natal Government Railway	647	124	76	61.9
Belfast & Northern Counties Railway	401	73	44	60.3
Midland Great Western of Ireland Railway	743	127	70	53.0
Central suisse	394	138	72	52.0
État et Mohacs Hongrie	7,622	2,340	1,170	50.0
Cape Government Railway	3,988	400	200	50.0
London, Tilbury & Southend Railway	131	42	18	42.8
Caledonian Railway	1,704	...	...	33.0
New South Wales Government Railway	4,073	370	190	33.0
South Australia Government Railway	2,771	335	112	33.0
Manchester Sheffield & Lincolnshire Railway.	1,014	...	...	33.0
Furness Railway	274	125	40	32.0
Taff Vale Railway.	193	250	80	32.0
État belge	3,200	636	170	26.7
Orléans français	6,775	1,405	366	26.0
Chemins de fer vicinaux belges	1,354	370	79	21.3
Réseau de l'Adriatique italien	5,589	...	...	20.0
Great Northern Ireland Railway	874	150	25	16.6
Est français	4,833	1,325	156	11.5
Metropolitan Railway.	103	...	...	11.0
Paris-Lyon-Méditerranée français	8,835	2,619	231	8.8
État autrichien.	9,288	2,342	172	7.4
Midi français	3,236	...	...	6.0
État néerlandais	1,591	502	52	10.3
Nord français	3,745	...	73	4.08
New Zealand Government Railway	3,208	...	11	4.0
North British Railway	2,144	...	..	3.0
État français.	2,789	566	4	...
Vladicaucase.	2,347	...	...	81.0
Gothard	276	56	...	40.5

N. B. — Les autres compagnies qui ne sont pas indiquées dans ce tableau n'ont fourni aucun renseignement sur le nombre de leurs locomotives en acier.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE II.

Conditions de fabrication des tôles d'acier ou de fer fondu.

Questionnaire.

f) Pour la fourniture des tôles de chaudières, dans les divers cas indiqués ci-dessus, imposez-vous des conditions de fabrication ou jugez-vous suffisant de contrôler la qualité des produits par divers essais de réception?

g) Si vous imposez des conditions de fabrication, quelles sont-elles?

Sont-elles relatives à la nature ou à la provenance des minerais?

A la fabrication des lingots?

Emploi de la cornue Bessemer ou du four Martin à garniture acide ou basique, température de coulée, dimensions, proportion sacrifiée.

Exigez-vous une teneur en carbone et un minimum de teneur pour le phosphore, silicium, manganèse, soufre?

Imposez-vous des procédés de corroyage et de laminage?

Imposez-vous une largeur supplémentaire pour l'ébarbage?

Exigez-vous un recuit spécial au laminoir, à la chaudronnerie?

Réponses.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

f) La qualité est constatée par des essais; l'on ne tient pas compte de la provenance et de la nature des minerais, ni de la fabrication.

g) On emploie le procédé Siemens-Martin à sole acide.

La température de coulée, les dimensions, etc., n'interviennent point.

On ne prescrit pas une teneur maximum en soufre, phosphore, silicium, etc., ni une teneur déterminée en carbone, manganèse.

On demande un recuit après laminage, et ensuite un autre recuit à la chaudronnerie, pour toutes les tôles qui ont été chauffées ou embouties localement.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

f) On n'impose que la fabrication par le procédé Martin à sole basique; la qualité est vérifiée par les essais de traction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

g) On ne prescrit une teneur maximum de 0.03 p. c. de soufre et 0.03 p. c. de phosphore que pour les tôles intérieures de foyer.

On n'a pas imposé de procédés de corroyage et de laminage, mais il est interdit de travailler les tôles à la température du bleu.

On n'a pas imposé de largeur supplémentaire pour l'ébarbage.

Après l'emboutissage, les tôles sont recuites et refroidies lentement dans un lit de fraisil.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

f) On n'impose pas de conditions relatives à la nature, à la provenance et à la fabrication des lingots.

g) On emploie l'acier Martin.

Pas de conditions de corroyage, de largeur supplémentaire pour l'ébarbage, ni de recuit spécial.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

f) On se borne à faire des essais de réception.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

f et *g*) Prescription relative à l'origine seulement (aciéries de Neuberg, à Steiermarck) : il est indifférent que la sole soit acide ou basique.

On ne tient également pas compte de la composition chimique du métal.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

g) On emploie du fer fondu Martin à sole basique.

Le procédé Thomas est exclu.

f) On n'impose aucune condition de fabrication.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

f) Les essais de réception sont regardés comme suffisants.

On n'impose aucune condition de fabrication.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

f) Nous n'imposons aucune condition de fabrication.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

g) On demande l'acier Martin et l'utilisation de 63 p. c. seulement du lingot.

Les tôles de chaudières doivent être recuites après le montage provisoire.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

f) Cette Compagnie impose des conditions de fabrication portant sur l'origine des matières premières et le procédé employé pour l'élaboration du métal, ainsi que sur le procédé de recuit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

g) Les fontes doivent provenir des minerais tels que le minerai magnétique de Mokta-el-Hadid, les hématites de la Tafna, d'Espagne ou des Pyrénées; les fers spathiques des Pyrénées, des Alpes; les oligistes de l'ile d'Elbe, ou tous autres minerais similaires donnant des produits d'une qualité reconnue équivalente.

On exige que la coulée entière soit contenue dans une poche destinée à la répartition entre les lingotières.

On n'admet pas l'emploi de la cornue Bessemer, ni d'aucun convertisseur analogue. L'emploi du four Martin est imposé. Rien n'est prescrit pour la température de coulée, les dimensions des lingots. L'importance de la chute est laissée aux soins du fournisseur, sauf dans le cas des tôles en acier pour foyers de locomotives, pour lesquelles il est prescrit une chute de 35 p. c. au haut du lingot.

Il n'a été fait aucune prescription relative à la composition chimique du métal, mais on exclut les minerais phosphoreux. Il n'est imposé aucun procédé de corroyage, mais les lingots doivent avoir une épaisseur au moins de quinze fois celle de la tôle à laminer.

Il n'est imposé aucune largeur supplémentaire pour l'ébarbage.

Le recuit à la volée est demandé pour les tôles d'acier fondu sur sole pour usages courants et pour longerons. Dans ce procédé, les tôles passent, une à une, sur la sole d'un four à recuire assez grand pour les réchauffer en une seule fois. Elles sont portées progressivement à la température du rouge cerise avancé et maintenues pendant quelques minutes à cette température.

Pendant le temps de leur séjour dans le four, le feu doit être conduit de manière que les flammes soient constamment réductrices. Les tôles sont aussitôt sorties du four et refroidies à l'abri de la pluie et des courants d'air, sur des plaques bien dressées et tièdes.

Toutes les dispositions sont prises pour que, pendant l'opération du recuit, les tôles conservent le degré de dressage aussi parfait que possible obtenu au sortir du laminoir.

Pour les tôles devant être embouties, on procèdera à un recuit de quarante-huit heures au moins, à une température comprise entre le rouge clair et le jaune oxydant, puis refroidies lentement à l'abri de l'air.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

f) Il n'est pas imposé, en réalité, de condition de fabrication.

g) Il n'est pas admis pour les tôles de chaudières l'utilisation de la cornue Bessemer basique. Exceptionnellement pour essai, il a été commandé des tôles en acier au chrome pour une chaudière seulement; aucune composition chimique n'est imposée.

On demande qu'après laminage toutes les tôles soient recuites, au moyen d'un réchauffage au rouge cerise suivi d'un refroidissement lent. Après tout travail d'emboutissage à la chaudronnerie, le même recuit est exigé.

Ouest (5,534 kilomètres).

g) Pour la fabrication des tôles en acier extra-doux destinées à la construction des chaudières, il ne doit pas être utilisé plus de 65 p. c. de poids du lingot, prélevés dans la partie médiane du lingot; les 35 p. c. enlevés devant l'être, pour 25 p. c. à la partie supérieure et 10 p. c. à la partie inférieure; ces chiffres ne sont pas absolus et doivent être augmentés, s'il y a lieu, de sorte que la partie prélevée ne contienne que la partie saine et homogène du lingot.

Il n'est pas imposé de composition chimique spéciale.

On n'exige aucun procédé de corroyage ou de laminage, ni une largeur supplémentaire définie pour l'ébarbage; en pratique, on demande une longueur et une largeur un peu supérieure à celle de la tôle finie, dans laquelle on prélève, avant l'ébarbage, les éprouvettes pour les essais prescrits par les cahiers des charges.

Toutes les tôles d'acier doivent être recuites après laminage.

A la chaudronnerie, les tôles d'une même chaudière, après avoir été travaillées et assemblées provisoirement, sont toutes recuites ensemble dans un même four.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Est (4,833 kilomètres).

f) Il est imposé certaines conditions de fabrication, mais la qualité est contrôlée par des essais de réception.

g) Ne sont exclus que les minerais de nature phosphoreuse.

Le procédé Bessemer-Thomas est interdit.

Le four Martin, à sole acide ou basique, est employé, ou un procédé analogue.

Les températures, dimensions, proportions sacrifiées, sont laissées à la convenance de l'usine.

On ne demande point de teneur chimique spéciale, ni de procédé de corroyage ou de laminage, ou de largeur supplémentaire pour l'ébarbage.

Le recuit est imposé au laminoir.

Le recuit à la chaudronnerie est effectué dans les ateliers.

Nord (3,745 kilomètres).

f) On se borne à exclure certains procédés, sans en imposer de spéciaux.

g) On prescrit l'acier obtenu par déphosphoration; on indique que les lingots doivent être exempts de soufflures ou autres défauts.

En outre, aucune tôle ne doit être obtenue par la réunion de plusieurs lingots.

On n'impose aucune condition relativement à la fabrication des lingots, à l'emploi de la cornue ou du four, à la teneur chimique.

Les tôles doivent être recuites par le fournisseur avant livraison.

Midi (3,236 kilomètres).

f) La qualité est contrôlée par des essais.

Il n'est pas imposé de conditions de fabrication ni de teneur chimique spéciale.

g) On doit utiliser le four Martin.

On n'impose ni procédé de corroyage, ni largeur supplémentaire.

Toutes les tôles, après avoir été façonnées, ajustées et assemblées à l'aide de boulons provisoires, sont désassemblées et recuites dans un four dormant à la température maximum de 850°, puis refroidies dans le four pendant vingt-quatre heures.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

f) Il n'est pas imposé de conditions de fabrication relatives à la nature et à la provenance des minerais.

g) L'acier Siemens-Martin à garniture acide est demandé.

Il n'est pas exigé de teneur en carbone ou un minimum en Ph, Si, Mn et S.

Des procédés de corroyage et de laminage ne sont pas imposés, une largeur supplémentaire pour l'ébarbage est exigée.

Aucun recuit spécial n'est demandé.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

f) Il n'est pas imposé de conditions de fabrication. On se contente des essais et de l'inspection aux usines productrices.

g) Les conditions imposent l'acier Siemens ou Siemens-Martin à sole acide et une largeur supplémentaire de 13 millimètres sur la largeur et de 25 millimètres sur la longueur.

Toutes les tôles sont recuites dans un four.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

North British Railway (2,144 kilomètres).

f) Les essais mécaniques sont seuls imposés. On ne spécifie point de conditions de fabrication, la nature et la provenance des minerais, la teneur chimique, ni un recuit spécial.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

f) Aucune condition de fabrication n'est imposée, mais seulement des essais de matières.
g) La proportion de soufre et de phosphore doit être aussi réduite que possible.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

f) La qualité des tôles est vérifiée par les moyennes des pièces d'essai.
Rien n'est imposé relativement à la fabrication.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

f) Certaines conditions de fabrication sont imposées.
g) La qualité du métal répond à l'acier doux Siemens-Martin; il ne doit pas contenir plus de 0.15 p. c. de carbone, ni moins de 0.10 p. c. En outre, il ne doit pas contenir de soufre, de phosphore et de silicium.
La provenance et la nature des minerais ne sont pas imposées.
Toutes les tôles doivent être formées de lingots martelés sur toutes les faces, et réchauffés pour être laminés à une épaisseur uniforme.
On exige l'emploi de fours Siemens-Martin.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

f) Lors de la réception, les tôles sont vérifiées par des essais.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

f) On spécifie des conditions de fabrication.
g) L'acier Siemens seulement est exigé, sans aucune autre condition de fabrication.
On n'exige aucun corroyage, ni aucune largeur supplémentaire, ni aucun recuit spécial.
Le Si, S, Ph, doivent être réduits au minimum.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

g) Toutes les tôles doivent provenir d'acier Siemens et contenir le moins possible de silicium, de soufre et de phosphore.
Elles sont toutes recuites avant livraison.
Les tôles embouties sont recuites à nouveau à la fin du travail.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

g) On exige l'acier Siemens seulement.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

f) On se contente des essais, sans exiger des conditions de fabrication.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

f) On exige qu'un spécimen de chaque tôle soit essayé et que le rapport d'essai soit envoyé avec la tôle.
g) On demande l'acier doux Siemens-Martin, mais aucun recuit spécial n'est imposé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

g) Les tôles des chaudières doivent être de la meilleure qualité d'acier doux Siemens-Martin; un recuit après laminage est imposé. On se contente des essais spécifiques.
On ne fait pas usage d'acier dur.
Aucune condition chimique n'est imposée.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

f) On éprouve la qualité par des essais, en spécifiant que les tôles doivent être en acier de première qualité, exemptes de silicium, de soufre ou de phosphore. Les deux faces doivent être parfaitement nettes et sans défauts.

Furness Railway (274 kilomètres).

g) Les lingots doivent être martelés sur toutes les faces et recuits avant laminage. Pour le corps cylindrique, la boîte à feu, l'enveloppe de la boîte à feu, les plaques tubulaires, les tôles doivent être recuites après cintrage ou emboutissage.

Taff Vales Railway (193 kilomètres).

f) On contrôle les tôles par les moyennes des essais.
g) On demande le meilleur acier doux Siemens, sans imposer d'autre clause de fabrication.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

f) Les conditions de fabrication sont spécifiées et, en outre, la qualité est vérifiée par des essais.
g) Toutes les tôles sont exécutées suivant le meilleur procédé de fabrication des lingots.
Rien n'est imposé relativement à la provenance des minerais.
On doit utiliser le procédé Siemens-Martin à sole acide.
La teneur en carbone doit être comprise entre 0.15 et 0.10 p. c.; les proportions de Ph, Si, Mn et S ne sont pas spécifiées.
Les lingots sont martelés sur toutes les faces, recuits et exactement laminés à une épaisseur uniforme.
Toutes les tôles sont cisaillées à l'usine, en laissant la matière nécessaire pour le rabotage.
Après refroidissement, les tôles sont recuites à l'usine.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

f) Les tôles à employer sont soumises à des épreuves.
g) On spécifie que les tôles doivent être faites par les premières maisons, de réputation bien établie, et que les tôles sont embouties à chaud.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

f) Des essais mécaniques sont seuls spécifiés.
g) L'acier sur sole est exigé sans autre condition de fabrication.
Toutes les tôles doivent être recuites après cisaillement.
On impose aussi le recuit après poinçonnage, mais rien n'est demandé relativement à la composition chimique au procédé de corroyage, et à la largeur supplémentaire pour l'ébarbage.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

f) Le cahier des charges est préparé par les ingénieurs-conseils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

f) On ne spécifie pas de conditions de fabrication; mais on ne doit pas employer la cornue Bessemer.
g) On exige que les tôles embouties soient soigneusement recuites.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres.)

f) On demande de l'acier de la meilleure qualité spéciale pour chaudières de locomotives, et les tôles sont acceptées si elles résistent aux essais spécifiés.
g) Aucune condition de fabrication spéciale n'est spécifiée, mais chaque tôle doit être convenablement recuite par le fournisseur.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

f et *g*) On n'impose pas de conditions de fabrication, mais l'acier Siemens-Martin à sole acide est exigé. On ne demande pas de teneur chimique spéciale.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

g) Le four Siemens-Martin à sole acide est imposé, ainsi que le recuit pour toutes les tôles, échauffées pendant l'emboutissage.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

f) L'acier Siemens-Martin est demandé.
La qualité est vérifiée par des essais de traction.
g) Les fontes hématites doivent être employées.
Aucune autre condition n'est imposée.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

f) Les conditions de fabrication sont spécifiées et, en outre, la qualité est vérifiée par des essais de traction.
g) On doit utiliser le procédé Siemens-Martin.
La teneur en phosphore ne doit pas être inférieure à 0.05 p. c.
Les plaques doivent être parfaitement laminées, exemptes de manques de matière ou autres défauts.
Rien n'est imposé relativement à la teneur en Ph, Si, Mn et S; au procédé de corroyage.
Toutes les tôles sont recuites au four, au rouge cerise, puis refroidies lentement dans le four même.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

f) Le contrôle de réception est considéré comme suffisant.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).
f) Jusqu'à présent, on a jugé suffisant de contrôler la qualité des produits par divers essais de réception
Aucune condition de fabrication n'est imposée.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

g) On impose l'emploi du four Martin-Siemens, mais non l'origine des matières.
On ne demande aucune largeur supplémentaire, ni aucun recuit spécial.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

f) Les épreuves de réception sont trouvées suffisantes.
g) Pas de conditions de fabrication imposées.
Teneur maximum de Ph, 0.05 p. c.
Non.
6 à 12 millimètres, selon la dimension des tôles.
Oui, après coupe à la cisaille ou à la presse.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

f et *g*) On ne prescrit rien, mais on refuse l'emploi du procédé Bessemer, sans exiger aucune teneur chimique.
On impose une largeur supplémentaire pour l'ébarbage, sans demander aucun recuit spécial.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

f) Pas de conditions imposées autres que les essais de réception.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU III.

Résumé des prescriptions re[latives aux] procédés de fabrication.

COMPAGNIES.	Imposez-vous des conditions pour la fabrication ?	Imposez-vous des conditions sur la nature ou la provenance des minerais ?	Quel four de fusi[on] est imposé ?	Les dimensions des lingots sont-elles imposées ?	Les compositions chimiques sont-elles imposées ?	Imposez-vous le corroyage ou le laminage ?	Proportion sacrifiée sur le lingot en pour cent.	Imposez-vous un recuit spécial au laminoir ?	Imposez-vous un recuit spécial à la chaudronnerie ?
RÉPUBLIQUE ARGENTINE.									
Central Argentine Railway	Non.	Non.	Martin acide.	Non.	Non.	Non.	Non imposée.	Recuit ordinaire.	Recuit ordinaire.
AUTRICHE.									
Chemins de fer de l'État	Oui.	Non.	Martin basique.	Non.	S. et Ph.	Non.	Non imposée.	Non.	Refroidi dans fraisil.
— du Sud de l'Autriche	—	—	Martin.	—	Non.	—	—	—	Non.
Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État	Non.	—	Aucun.	—	—	—	—	—	—
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	Origine seulement.	—	—	—	—	—	—	—	—
— du Nord-Ouest autrichien	Oui.	—	Martin basique.	—	—	—	—	—	—
HONGRIE.									
Chemins de fer de l'État	Non.	Non.	Aucun.	Non.	Non.	Non.	Non imposée.	Non.	Non.
— de Mohacs-Fünfkirchen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BELGIQUE.									
Chemins de fer de l'État	Non.	Non.	Aucun.	Non.	Non.	Non.	Non imposée.	Non.	Non.
FRANCE.									
Chemins de fer de l'État	Oui.	Non.	Martin.	Non.	N n.	Non.	37	Non.	Recuit spécial.
— de Paris-Lyon-Méditerranée	—	Oui.	—	—	—	15 fois l'épaisseur de la tôle.	35	Oui, voir détails.	
— de Paris-Orléans	—	Non.	Bessemer basique inter	—	—	Non.	Non imposée.	Recuit ordinaire.	Recuit ordinaire.
— de l'Ouest	—	—	Aucun.	—	—	—	35	—	Recuit spécial.
— de l'Est	—	Oui.	Bessemer basique inter	—	—	—	Non imposée.	—	Recuit ordinaire.
— du Nord	—	Non.	—	—	—	—	—	—	—
— du Midi	—	—	Martin.	—	—	—	—	—	Recuit spécial.
GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.									
Great Western Railway	Oui.	Non.	Martin acide.	Non.	Non.	Non.	Non imposée.	Non.	Non.
North Eastern Railway	—	—	—	—	—	—	—	Recuit ordinaire.	Recuit ordinaire.
North British Railway	Non.	—	Aucun.	—	—	—	—	Non.	Non.
Midland Railway	—	—		—	—	—	—	—	—
Caledonian Railway	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Great Eastern Railway	Oui.	—	Martin.	Lingots martelés.	C. S. Ph. Si.	—	—	—	—
Great Northern Railway	Non.	—	Aucun.	Non.	Non.	—	—	—	—

TABLEAU III.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Imposez-vous des conditions pour la fabrication ?	Imposez-vous des conditions sur la nature ou la provenance des minerais ?	Quel four de fusion est imposé ?	Les dimensions des lingots sont-elles imposées ?	Les compositions chimiques sont-elles imposées ?	Imposez-vous le corroyage ou le laminage ?	Proportion sacrifiée sur le lingot en pour cent.	Imposez-vous un recuit spécial au laminoir ?	Imposez-vous un recuit spécial à la chaudronnerie ?
GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE. (*Suite.*)									
London & South Western Railway	Oui.	Non.	Siemens.	Non.	Si. S. Ph.	Non.	Non imposée.	Non.	Non.
Lancashire & Yorkshire Railway.	—	—	—	—	—	—	—	Recuit ordinaire.	—
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	—	—	—	—	Non.	—	—	Non.	—
Great Northern of Ireland Railway	Non.	—	Aucun.	—	—	—	—	—	—
Midland Great Western of Ireland Railway	Oui.	—	Martin.	—	—	—	—	—	—
Great North of Scotland Railway.	—	—	—	—	—	—	—	Recuit ordinaire.	
Belfast & Northern Countrie Railway	—	—	Aucun.	—	Si. S. Ph.	—	—	Non.	—
Furness Railway	—	—	—	Lingots martelés.	Non.	—	—	—	Recuit imposé.
Taff Vale Railway.	—	—	Siemens.	Non.	—	—	—	—	Non.
London, Tilbury & Southend Railway	—	—	Martin acide.	Lingots martelés.	C. Re. Si. S. Mn.	—	—	Recuit ordinaire.	—
Metropolitan Railway	Non.	—	Aucun.	Non.	Non.	—	—	Non.	
EMPIRE DES INDES ET COLONIES.									
New South Wales Government Railways	Oui.	Non.	Siemens.	Non.	Non.	Non	Non imposée.	Recuit ordinaire.	Recuit ordinaire.
Cape Government Railways	Non.	—	Aucun.	—	—	—	—	Non.	Non.
New Zealand Government Railways.	Oui.	—	Bessemer interdit.	—	—	—	—	—	Recuit ordinaire.
South Australia Government Railways.	—	—	Aucun.	—	—	—	—	Recuit ordinaire.	Non.
Western Australia Government Railways.	—	—	Martin acide.	—	—	—	—	Non.	—
Natal Government Railways	—	—	—	—	—	—	—	—	Recuit ordinaire.
East Indian Railways	—	Fontes hématites.	Martin.	—	—	—	—	—	Non.
ITALIE.									
Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique)	Oui.	Non	Martin.	Non.	Ph.	Non.	Non imposée.	Recuit spécial.	Recuit spécial.
— du Nord de Milan.	Non.	—	Aucun.	—	Non.	—	—	Non.	Non.
PAYS-BAS (CONTINENT).									
Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais	Non.	Non.	Aucun.	Non.	Non.	Non.	Non imposée.	Non.	Non.
Chemin de fer Central néerlandais	Oui.	—	Martin.	—	—	—	—	—	—
RUSSIE.									
Chemins de fer de Vladicaucase	Non.	Non.	Aucun.	Non.	Ph. 0,05 %	Non.	Non imposée.	Oui après coupe à la cisaille ou à la presse.	
SUISSE.									
Chemin de fer Central suisse	Oui.	Non.	Bessemer interdit.	Non.	Non.	Non.	Non imposée.	Non.	Non.
— du Gothard	Non.	—	Aucun.	—	—	—	—	—	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE III.

Conditions de réception des tôles d'acier ou de fer fondu.

Questionnaire.

Pour les compagnies françaises.

h) La réception des tôles dans les usines, la confection et l'essai des éprouvettes sont-ils faits en conformité des indications qui ont été établies et conseillées par la Commission française des méthodes d'essai des métaux ?

Sinon, quelles sont les méthodes suivies pour la réception des tôles d'acier ou de fer fondu dans les usines de fabrication ?

(Indiquer les dimensions des éprouvettes.)

Pour les autres pays.

i) Essayez-vous toutes les tôles individuellement ou seulement une certaine proportion ? En long et en travers ?

Dans plusieurs endroits, sur les bords, aux extrémités et au milieu ?

j) Vous contentez-vous des essais de traction, ou faites-vous d'autres essais, tels que les suivants :

Essais de flexion et de cintrage ?

Essais de choc ?

Essais de poinçonnage ?

Essais à chaud ? Lesquels ?

(Emboutissage, calottes sphériques, étirage de presse, angle trièdre, etc.)

Prière de joindre un exemplaire du cahier des charges indiquant toutes les conditions imposées pour la fabrication, et les prescriptions concernant la réception des tôles d'acier ou de fer fondu, y compris celles en acier, au nickel, au chrome, etc. (appareil employé, progression des charges, durée de l'essai, etc.).

Réponses.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

République Argentine Railway (1,271 kilomètres).

h) Dimension des éprouvettes, 203 millimètres.

i) Chaque tôle doit être essayée en long et en travers. Il n'y a pas de règle spéciale pour l'emplacement où les éprouvettes doivent être choisies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

j) En outre des essais de traction, on procède encore à des essais de flexion et de poinçonnage, mais non à des essais de choc.

S'il y a lieu, on procède à chaud à des essais de trempe, de cintrage et de soudure.

Des échantillons d'une largeur d'au moins 76 millimètres sont coupés en long et en travers de chaque tôle.

Il faut que la résistance R par millimètre carré soit comprise entre 41 et 47 kilogrammes.

L'allongement A = 20 p. c. sur une longueur utile de 203 millimètres.

Les éprouvettes découpées sur chaque tôle d'acier sont cintrées suivant un rayon intérieur égal à l'épaisseur de la tôle à essayer à chaud et à froid.

A chaud, les éprouvettes sont portées au rouge cerise et refroidies dans l'eau à 28° C. (Cette condition s'applique également aux éprouvettes prélevées en long et en travers.)

Un bout de chaque tôle sera amené à une largeur de 76 millimètres et percé d'un trou légèrement conique de 16 millimètres de diamètre et placé à égale distance des bords et du bout. Ce trou devra subir un élargissement au mandrin et à froid jusqu'à un diamètre de 40 millimètres.

AUTRICHE.

Chemins de fer l'État (9,288 kilomètres).

h) Les tôles en fer fondu pour chaudières doivent provenir du procédé Martin basique.

i) Par tôle laminée, on fait un essai en long et un essai en travers.

h) La forme de l'éprouvette de traction doit répondre à la formule :

$$L = 11.3\sqrt{S}.$$

S = section (autant que possible 320 millimètres carrés).
L = longueur utile.

Les éprouvettes de pliage auront 360 millimètres de longueur et une largeur égale à trois fois l'épaisseur.

j) Les tôles ne doivent pas prendre la trempe, elles doivent être soudables. La soudure doit résister au pliage comme les tôles pleines. La traction doit fournir une résistance à la rupture égale à 35 kilogrammes par millimètre carré et une striction de 40 p. c.

Chaque tôle est essayée individuellement, à l'endroit des bords en long et en travers.

En outre, on procède encore à des essais de flexion, de cintrage et de pliage à chaud.

On ne fait pas d'essais de choc.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

h) On emploie des éprouvettes rectangulaires ayant 200 millimètres entre les repères et 500 millimètres carrés de section :

Résistance.	34 à 40 kilogrammes par millimètre carré.
Striction	50 à 42 p. c.
Allongement	20 à 25 p. c.

i) On essaie seulement une certaine proportion des tôles.

La moitié des essais a lieu en long et l'autre en travers ; le prélèvement des éprouvettes a lieu sur les bords des tôles.

j) En sus des essais de traction, on procède encore à des expériences de pliage : l'angle compris entre les deux côtés devra être, après pliage, de 130° pour les essais à froid et de 50° pour les essais à chaud, lesquels comprennent encore des épreuves de forge et de poinçonnage.

Pour les tôles de chaudières de la première qualité, on devra pouvoir plier l'éprouvette à froid, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière que l'angle compris entre les deux branches soit égal à 80 ou à 110°, selon que l'éprouvette a été prélevée en long ou en travers.

Pour les tôles de deuxième qualité, l'angle devra être égal à 110 ou à 130° (pliage à froid).

Au rouge sombre, les éprouvettes des tôles de première qualité devront pouvoir être pliées à bloc. Celles de deuxième qualité devront satisfaire à un pliage de 50°.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

h) L'éprouvette doit avoir la même épaisseur que la tôle, une largeur de 30 et de 200 millimètres entre les repères.

i) On prélève une éprouvette par tôle.

j) Pliage à chaud en long à 90°.

Pliage à froid en long à 135°.

Résistance à la traction, 35 kilogrammes par millimètre carré.

Striction, 60 p. c. en tous sens.

On ne fait pas d'autres essais.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

h) La section des éprouvettes varie de 450 à 600 millimètres carrés sur 200 millimètres entre les repères.

i) Chaque tôle aura une éprouvette attenante.

j) Pliage à 90° sur un mandrin d'un diamètre égal à deux fois l'épaisseur de la tôle. (Pliage à froid.)

Au rouge cerise, le pliage aura lieu à bloc.

Une bande découpée dans la tôle et ayant 260 millimètres de longueur et 40 millimètres de largeur et chauffée au rouge, puis trempée dans de l'eau à 28° C., ne doit pas acquérir la trempe.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

h) Les résultats des essais de traction doivent correspondre à :

R. = 43 à 48 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 50 p. c.

j) Pliage à bloc, sans trempe, sur un mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur. Pliage à bloc après trempe, sans mandrin.

Pliage avec entaille de 1 millimètre pour essai au choc. (Relever le nombre de coups.)

Élargissement jusqu'à 75 millimètres d'une bande de 50 millimètres.

Perçage avec des poinçons d'un diamètre égal à 1.5 fois l'épaisseur, le centre étant à 1.5 du bout de l'échantillon.

Après trempe à l'eau froide, le barreau doit pouvoir se limer.

L'éprouvette, préalablement entaillée, doit se rompre au bleu.

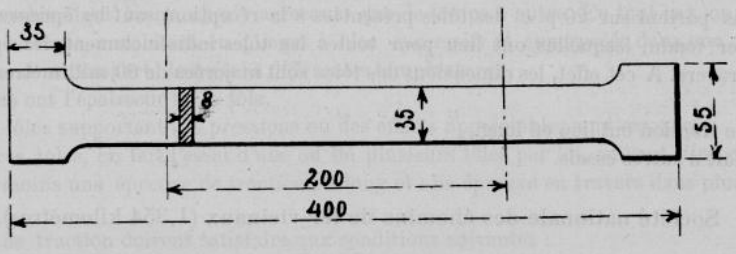
i) Chaque tôle est essayée individuellement sur les bords, en travers, parfois en long dans des cas particuliers.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

h) L'éprouvette de traction aura la forme ci-après : les surfaces laminées doivent rester brutes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Il faut que R. = 40 à 34 kilogrammes par millimètre carré.

i) Les éprouvettes étant prélevées en long ou en travers.

j) Pliage à bloc et à froid. Pour les tôles de 25 millimètres d'épaisseur et au-dessus, le pliage à froid se fait autour d'un mandrin de 25 millimètres de diamètre ; au-dessus de 25 millimètres, on prendra un diamètre de mandrin égal à l'épaisseur de la tôle elle-même.

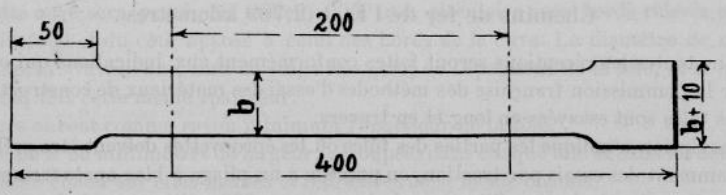
A chaud, le pliage a lieu à bloc.

Essai de forge. — Une bande de tôle de 100 millimètres de largeur doit se laisser forger en travers jusqu'à occuper une fois et demie sa largeur primitive.

Essai de poinçonnage. — Au rouge, la tôle doit se laisser poinçonner à une distance du bord égale à la moitié de l'épaisseur de la tôle.

Tôles ordinaires.

Essai de pliage en travers { à chaud 90°. à froid 45°.



Essais de traction. — Éprouvettes comme ci-dessus :

Striction variant de 300 à 600 millimètres carrés, 30 millimètres ;

Résistance à la rupture, R. = 34 à 47 kilogrammes par millimètre carré ;

Allongement sur 200 millimètres de longueur utile, 18 p. c.

i) Toutes les tôles sont essayées en long et en travers.

BELGIQUE.

Chemin de fer de l'État (3,290 kilomètres).

h) Les éprouvettes ont 200 millimètres entre les repères, une largeur de 50 millimètres, quelle que soit l'épaisseur de la tôle à essayer.

Les résultats des essais de traction doivent correspondre à :

R. = 25 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 28 p. c.

j) *Essais de pliage.* — A froid et à chaud, au rouge cerise, sur des éprouvettes de 50 à 70 millimètres de largeur, découpés en long et en travers des tôles ayant fourni les éprouvettes de traction.

Pour les essais à froid, les bords des bandes seront arrondis et préalablement recuits.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

i) Les essais portent sur 20 p. c. des tôles présentées à la réception, sauf les épreuves de pliage pour les tôles en fer fondu, lesquelles ont lieu pour toutes les tôles indistinctement, les éprouvettes étant prélevées en travers. A cet effet, les dimensions des tôles sont majorées de 60 millimètres dans le sens du laminage.

Les essais de traction ont lieu en long.

Il n'est pas fait d'autres essais.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

h) Les éprouvettes ont 200 millimètres entre les repères.

i) Toutes les tôles sont essayées en long et en travers, sur les bords, quand les tôles doivent rester pleines, pour les autres dans les parties à découper.

j) On procède, en outre, à des essais de traction, de flexion et de cintrage, mais on n'a pas recours à des essais de choc ou de poinçonnage.

A chaud, on procède à des essais de pliage.

Conditions de traction :

R. = 35 kilogrammes.
Al. = 28 p. c.

Pliage à bloc à froid et à chaud, sans trempe.

Après trempe, au rouge cerise, pliage à bloc sur un mandrin de diamètre égal à l'épaisseur.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

h) A l'avenir, toutes les réceptions seront faites conformément aux indications qui ont été établies et conseillées par la Commission française des méthodes d'essai des matériaux de construction.

i) Toutes les tôles sont essayées en long et en travers.

Aucune prescription n'indique les parties des tôles où les éprouvettes doivent être prélevées.

j) Indépendamment des essais par traction, on procède à un pliage à bloc après trempe au rouge cerise un peu sombre, d'une bande de 40 millimètres de largeur sur 260 millimètres de longueur.

Les résultats des essais de traction doivent satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 26 p. c. sur 200 de longueur utile pour les tôles planes ou simplement cintrées.

Pour les tôles embouties ou soudables :

R. = 34 à 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 28 p. c. sur 200 millimètres de longueur utile.

Limite élastique, 21 kilogrammes par millimètre carré.

Pliage à bloc après trempe.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

h) Les prescriptions de la Compagnie des chemins de fer pour la réception des tôles d'acier n'ont rien de contraire à celles indiquées par la Commission française des méthodes d'essai des métaux, si ce n'est :

1° Que la relation entre la longueur L et la section S des éprouvettes se trouve être L = 80S au lieu de L = 66.67S, formule proposée par la Commission ;

2° Que les essais de trempe se font dans l'eau à 20° au lieu de 28° ;

3° Que les essais à chaud prescrits par le Paris-Lyon-Méditerranée sont la calotte hémisphérique et la cuve.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces derniers essais étant longs, on n'y a recours que de temps à autre. En tout cas, on fait des essais hors cahier des charges, consistant en pliages à bloc successifs et superposés dans une même chaude, pour voir comment se comporte le métal à différentes températures.

Les éprouvettes ont l'épaisseur de la tôle.

i) Toutes les tôles supportant des pressions ou des efforts appréciables sont essayées.

Pour les autres tôles, on fait l'essai d'une ou de plusieurs tôles par lot, suivant l'importance du lot.

Il est fait au moins une épreuve de traction en long et une épreuve en travers dans plusieurs endroits et sur les bords.

j) Les essais de traction doivent satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 25 p. c.

Chaque éprouvette est d'abord soumise à une charge initiale de 32 kilogrammes par millimètre carré, pendant que l'allongement, se produit on ajoute, de quart de minute en quart de minute, la charge nécessaire à raison de $^1/_2$ kilogramme par millimètre carré. On note pour chaque charge l'allongement correspondant.

Essais à chaud. — Une calotte hémisphérique, à bord plat conservé dans le plan primitif de la tôle. Le diamètre de la sphère, mesuré intérieurement, sera égal à quarante fois l'épaisseur de la tôle et le bord plat circulaire aura pour largeur dix fois cette même dimension. Les congés de la pièce auront pour rayon maximum l'épaisseur de la tôle.

En outre, on pourra exiger une deuxième épreuve consistant à confectionner une cuve à base carrée, à bords relevés d'équerre ; la base de cette cuve aura pour côtés trente fois l'épaisseur de la tôle et les bords, mesurés en dedans, auront pour hauteur dix fois cette même épaisseur.

Le fond de cette cuve sera percé, au milieu, d'un trou circulaire avec bords relevés perpendiculairement au plan du fond et du côté opposé à celui des bords de la cuve. Le diamètre de ce trou, mesuré intérieurement après travail fini, sera de vingt fois celui de l'épaisseur de la tôle, et la hauteur du bord relevé sera de cinq fois cette même épaisseur.

Tous les congés auront comme rayon minimum l'épaisseur de la tôle.

Des bandes de 60 à 80 millimètres de largeur, découpées dans chaque tôle et dans les deux sens, devront pouvoir être pliées à chaud sur elles-mêmes et redressées de la même chaude.

Pour les essais de trempe, on prélève dans les deux sens des bandes de tôle de 230 millimètres de longueur sur 40 millimètres de largeur. On enlève seulement l'acuité des angles à la lime. Le chauffage a lieu uniformément jusqu'au rouge sombre. L'eau de trempe aura 20°.

Après trempe, le pliage sera fait à bloc.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

h) Depuis 1897, les conditions imposées par cette commission ont été adoptées.

i) Toutes les tôles pour chaudières sont essayées individuellement en longueur et en travers dans la partie correspondant au bout de lingot, contre le trait mené par le découpage de la tôle..

j. *Essais après trempe.* — Pliage à 180° dans un mandrin d'un diamètre égal à deux fois l'épaisseur.

Il n'est point procédé à des essais de choc, ni de poinçonnage.

A chaud. — Emboutissage à la calotte sphérique et la boîte carrée, de temps en temps.

h) Les essais de traction doivent satisfaire aux conditions ci-dessous et les éprouvettes doivent avoir des dimensions satisfaisant à la relation.

Acier doux :

R. = 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 27 à 30 p. c.
St. = 55 à 60 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Acier dur (au chrome) :

R. = 76 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 15 à 12 p. c.
St. = 55 à 50 —

Les résultats obtenus aux essais de traction ont fourni, en long et en travers, les moyennes suivantes :

R. = 72 kilogrammes par millimètre carré de section.
Al. = 14 p. c. sur 200 millimètres de longueur utile.
St. = 37.5 p. c.

Pour toutes les tôles, douces ou dures, les pliages doivent être à bloc, à froid, sur un mandrin d'un diamètre égal à l'épaisseur de la tôle.

Ouest (5,534 kilomètres).

h) Les éprouvettes sont établies d'après les règles de la commission des méthodes d'essai.

i) On essaie toutes les tôles individuellement, en long et en travers.

Les essais sont toujours prélevés dans les chutes ; on ne prescrit pas l'emplacement, mais, en pratique, l'essai en travers est pris au milieu de la tôle, du côté du sommet du lingot, l'essai en long étant pris à côté.

j) On fait également des essais de pliage à froid après trempe des essais d'élargissement au mandrin (poinçonnage) et des essais d'emboutissage à chaud (calotte sphérique).

Les essais de traction doivent satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 39 à 42 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 30 p. c.
R + A = 69.

Pliage à chaud, pliage à bloc après trempe au rouge cerise clair dans l'eau à 28° sur mandrin d'un diamètre égal à l'épaisseur des tôles plus épaisses que 20 millimètres ; sans mandrin pour les autres ; pour tôles inférieures, à 6 millimètres, pliage double.

Essai d'élargissement. — Une bande de 60 millimètres de largeur est percée d'un trou de 21 millimètres en son milieu. Ce trou sera porté à froid à 33 millimètres avec un poinçon de $^1/_{10}$ de conicité.

Emboutissage à chaud. — Une calotte hémisphérique de 300 millimètres de diamètre à chaud, à raison d'un emboutissage par coulée.

Est (4,833 kilomètres)

h) Réception des tôles dans les usines conformément aux indications établies par la commission française.

i) Toutes les tôles sont essayées en travers sur les bords de traçage et aux extrémités.

j) En plus des essais de flexion, il est procédé à des pliages à bloc avec redressements. Les essais de choc sur barreaux entaillés sont à l'étude. (*Voir* tableau page suivante).

Il n'est plus procédé aux essais de poinçonnage.

La nuance du métal entrant dans la chaudière n'est pas la même pour toutes ses parties. Les parties embouties sont constituées en métal qualité dite « TB ».

Les parties simplement cintrées ou dans lesquelles le travail de forge se réduit à des étirages de pinces sont constituées en métal, qualité dite « TA ».

Les conditions de reception de ces deux qualités sont comprises dans le tableau ci-après.

Les barreaux pour essais de choc ont 300 millimètres de longueur et 40 millimètres de largeur ; ils sont prélevés en travers du laminage et au haut du lingot de préférence (un par feuille laminée).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CATÉGORIE DES TOLES.		Essais à chaud.				Essais à froid.					
						Traction.				Pliage simple.	Choc.
						R.		Al. = pourcent.	Striction $100\frac{S.S'}{S}$		
		Nombre de plis.	Rayon de raccordement.	Nombre de raccordements.	Pliage double.	Moyenne.	Limites pour essais isolés.	Moyenne.	Limite minimum pour cas isolés.		
T. A.	Métal à l'état de livraison.	4	e	4	A bloc.	42 kil. minimum.	40 exclus à 45 kil.	28 kil. minimum.	25	A bloc.	A relever.
	Proportion des essais . . .	Un essai par 10 feuilles.			Un essai par 50 feuilles.	Deux essais par feuille.				Un essai par feuille.	Un essai par feuille.
	Métal trempé.	...	...	...	...	A relever.	A relever.	A relever.	13	A bloc.	...
	Proportion des essais . . .	...	...	...	...	Un essai par 10 feuilles.				Un essai par 10 feuilles.	...
T. B.	Métal à l'état de livraison.	5	e	5	A bloc.	...	35 à 40 kil. inclus.	30 kil. minimum.	23	A bloc.	A relever.
	Proportion des essais . . .	Un essai par 10 feuilles.			Un essai par 50 feuilles.	Deux essais par feuille.				Un essai par feuille.	Un essai par feuille.
	Métal trempé.	...	...	...	...	A relever.	A relever.	A relever.	13	A bloc.	...
	Proportion des essais . . .	...	...	...	...	Un essai par 10 feuilles.				Un essai par 10 feuilles.	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les pièces ou barreaux qui s'échaufferaient sensiblement au cours des épreuves, seront ramenés à une température comprise entre 10° et 20°.

Nord (3,745 kilomètres).

h) Les prescriptions de la commission française ne sont pas suivies.
L'acier très doux est employé pour le corps cylindrique.
L'acier extra-doux est employé pour les plaques de boite à feu et les tôles embouties.
Les éprouvettes de traction ont une largeur de 30 millimètres, l'épaisseur est celle de la tôle.
La longueur utile est de 100 millimètres.
Ces essais de traction doivent donner pour les acier très doux :

R. = 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 33 à 31 p. c.

Pour l'acier extra-doux :

R. = 36 à 40 kilogrammes.
Al. = 36 à 33 p. c.

i) Toutes les tôles sont essayées individuellement en long et en travers à des endroits quelconques ou sur les bords.

j) Les tôles très douces et extra-douces doivent subir les essais de pliage suivants :

1° Pliage à froid à bloc après trempe dans les deux sens sur bande de 40 à 50 millimètres de largeur et 250 millimètres de longueur ;

2° Pliage simple à bloc à la température du rouge sombre et redressement à 180° sur bandes de 40 à 50 millimètres de largeur et 250 millimètres de longueur ;

3° Pliage double à chaud à bloc à la température du rouge sombre sur bandes de 200 millimètres de largeur et 400 millimètres de longueur ;

4° Pour les essais de poinçonnage on prélève des bandes de 100 millimètres de largeur sur 250 millimètres de longueur percés de trois trous de 16 millimètres qui seront élargis aux dimensions ci-dessous à l'aide de mandrins de $^1/_{10}$ de conicité.

DÉSIGNATION.	Bandes non trempées. — Diamètre des trous.		Bandes trempées. — Diamètre des trous.	
	Initial.	Final.	Initial.	Final.
	Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.
Acier très doux	16	42	16	40
— extra-doux	16	45	16	42

Essais d'emboutissage à chaud, au rouge cerise.

Les tôles extra-douces doivent supporter l'essai de la cuve à bords relevés; le rayon des congés doit être égal à l'épaisseur de la tôle.

Les tôles très douces doivent supporter l'essai de la calotte sphérique à bord plat. Le rayon des congés étant égal à l'épaisseur de la tôle.

Midi (3,236 kilomètres).

h) La réception des tôles a lieu, autant que possible, conformément aux prescriptions de la commission française.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

i) Toutes les tôles sont essayées individuellement en long et en travers, aux extrémités correspondant au haut et au bas du lingot qui a produit la tôle.

j) Il est, outre les essais de traction, procédé à des essais de pliage à froid dans les deux sens.

Les essais de traction et de pliage sont contenus dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION DES TÔLES.	Résistance à la rupture par millim. carré de la section initiale (en long et en travers).	Charge minimum par millim. carré de la section initiale correspondant à la limite d'élasticité.	Allongement p. c. minimum mesuré sur une longueur utile de 200 millim. (en long et en travers).	Pliage en travers d'une bande de 40 millim. chauffée au rouge cerise et trempée dans l'eau à 25°.
Tôles de chaudières proprement dites :				
Tôles simplement centrées ou peu embouties . . .	40 à 46 kilogrammes maximum.	24	25 p. c.	Pliage à bloc sur un mandrin d'un diamètre = épaisseur.
Tôles embouties et tôles de réservoir de frein à air .	34 à 40 kilogrammes	21	28 —	Pliage à bloc sous mandrin.

Nota. — L'éprouvette a la même épaisseur que la tôle; sa longueur est de 25 millimètres.

L'emboutissage ou le cintrage des tôles sont considérés comme suffisants pour se rendre compte de la qualité des tôles à chaud. On ne procède donc à aucun essai à chaud, ni à l'épreuve de choc ni à celle du poinçonnage.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

i) Les essais sont prélevés à l'intérieur du trait limitant les tôles. Pour chaque tôle on procède à un essai de traction en travers et un pliage en travers sur des éprouvettes prélevées aux deux extrémités des tôles.

j) Après trempe, on procède, en outre, à deux essais de pliage en long.

Si la tôle a des dimensions supérieures à 5.080 × 1.270 mètres, on prélève, en outre, deux essais d'élargissement.

h) Les essais de traction doivent satisfaire aux conditions ci-dessous :

Tôles cintrées :

R. = 39 à 47 kilogrammes par millimètre carré (22 p. c. sur 203);

Tôles embouties ou en contact avec les flammes :

R. = 40 à 44 kilogrammes par millimètre carré.

L'éprouvette a comme largeur 37 millimètres.

Pliage à froid. — Le pliage a lieu à bloc sur un mandrin dont le diamètre est égal à deux fois l'épaisseur de la tôle.

Pliage après trempe. — Le chauffage a lieu au rouge cerise sombre et la trempe dans l'eau à 26° C. Le pliage doit être à bloc sur un mandrin dont le diamètre est à l'épaisseur de la tôle.

Mandrinage aux extrémités. — L'échantillon a 76 millimètres de largeur.

Il est percé au foret un trou de 16 à 38 millimètres d'un bout et des côtés.

Ce trou doit pouvoir être mandriné jusqu'à 44.5 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'essai porte sur chaque extrémité de chacune des tôles, les barrettes étant prélevées en long et en travers.

On procède aussi à des essais de flexion et de cintrage à froid, et, après trempe, à des essais de poinçonnage.

On n'a pas recours à des essais de choc et à des essais à chaud.

La machine à essayer est verticale, à simple levier. Les essais des tôles de chaudière doivent se faire à une vitesse de trente à quarante éprouvettes à l'heure.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

h) *Éprouvettes de traction.* — Largeur, 25 millimètres ; épaisseur, égale à celle de la tôle.

Distance entre les repères, 101 millimètres.

Barreaux de pliage. — Largeur, 76 millimètres ; longueur, 216 millimètres. Le pliage doit s'exécuter à froid à bloc.

Barreaux d'élargissement. — Plaque de 101 millimètres de côté, avec un trou de 16 millimètres foré de 32 millimètres de deux de ses bouts. Ce trou doit être élargi à froid à 38 millimètres.

La résistance de la traction doit satisfaire à :

R. = 44 à 50 kilogrammes.
Al. = 25 p. c.

Distance entre repères, 101 millimètres.

i) L'essai porte sur cinq tôles par chaudière de sept tôles.

L'éprouvette est prélevée sur les côtés ou à un autre point ; l'essai a lieu en long.

j) On procède, en outre, à des essais de flexion, de poinçonnage, mais non à des essais de choc, d'emboutissage ou autres.

North British Railway (2,144 kilomètres).

h) Les éprouvettes ont environ 645 millimètres carrés de section sur 253 millimètres de longueur.

i) On essaie environ 25 p. c. des tôles de chaque épaisseur en long et en travers.

Tôles au-dessus de 4.570 mètres : on essaie à chaque extrémité.

j) En outre des essais de traction, on fait des essais de pliage après trempe.

Pas d'essai de choc, de poinçonnage.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

i) Toutes les tôles sont essayées, les éprouvettes étant prélevées dans n'importe quelle direction.

j) En outre des essais de traction, on procède encore à des essais de pliage ; des bandes de 50 millimètres de largeur, prélevées en long et en travers de la tôle, doivent pouvoir être pliées à froid à bloc autour d'un mandrin de 19 millimètres.

Les éprouvettes de traction doivent satisfaire à :

R. = 40 à 44.5 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 20 à 25 p. c. en long et en travers.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

h) Les conditions consistent en essais de traction et de cintrage :

R. = 40 à 44.5 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 27 p. c. sur 203 millimètres.

De plus, les éprouvettes sont cintrées à un diamètre égal à l'épaisseur de la tôle, soit au rouge cerise, soit à froid après trempe.

i) Chaque tôle est essayée en long et en travers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Les essais ont lieu dans les usines pour toutes les grandes tôles; dans le cas où plusieurs petites tôles sont découpées dans une grande, les essais ne sont faits que sur la grande.

i) On fait un essai de traction sur une bande de tôle découpée de préférence en long. La partie intermédiaire de chaque bande est œuvrée sur champ sur une largeur utile de 203 millimètres et aura une largeur uniforme variant avec l'épaisseur de la tôle, en cherchant à obtenir une section de 645 millimètres carrés environ, si possible.

Il faut que la résistance à la rupture varie de 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré et que l'allongement soit inférieur à 20 p. c.

j) Si cet essai donne satisfaction, on procède à des essais de cintrage et de poinçonnage; une éprouvette de 152.39 × 50.79 millimètres est cintrée à froid, suivant un rayon de 9.52 millimètres, jusqu'à ce que les deux bouts se joignent sans rupture. Ensuite, une éprouvette de 152.39 × 50.79 millimètres est cintrée à chaud et aplatie ensuite. Dans deux plaques de 253 × 76 millimètres un trou de 16 millimètres sera poinçonné à 38 millimètres du bord et sera porté à 38 millimètres à l'aide d'un poinçon conique. Une pièce est poinçonnée à froid et l'autre à chaud.

Les éprouvettes sont prélevées de préférence en long; cette condition n'est pas de rigueur.

Les éprouvettes sont découpées dans les tôles aux endroits les plus convenables.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

i) Des bandes de chaque tôle sont travaillées à 38 millimètres de largeur et essayées à la traction; elles sont prélevées en long et en travers.

j) En plus des essais de traction, on procède encore à des essais de cintrage à froid, de trempe et de poinçonnage.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

h) On n'a pas connaissance des méthodes recommandées par la commission française.

i) Toutes les tôles sont essayées.

La qualité du métal est celle connue sous le nom de tôles de chaudières.

Comme essais de traction on demande :

R. = 39 à 47 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 23 p. c. sur 253 millimètres.

j) Une bande de 253 millimètres doit toujours être pliée à froid et à bloc.

Une plaque de 76 millimètres de largeur est précédée d'un trou de 16 millimètres. On doit pouvoir élargir ce trou à l'aide d'un poinçon conique jusqu'au diamètre de 38 millimètres.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

h) *Traction.* — Les essais de traction doivent satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

Largeur de l'éprouvette, 38 millimètres.

j) *Pliage.* — Les échantillons doivent avoir 152 millimètres de longueur et 38 millimètres de largeur. Ils seront prélevés en long et en travers, chauffés au rouge cerise sombre et trempés dans l'eau à 28° C.

Le pliage doit être à bloc sur mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur de la tôle.

Élargissement. — Un trou de 16 millimètres de diamètre est poinçonné dans une plaque de 89 millimètres de côté au poinçon conique jusqu'à un diamètre de 38 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

h) Comme essais de traction, l'acier doit satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 42.5 à 50.5 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 20 p. c. sur 253 millimètres.

Une pièce de chaque tôle est cintrée à froid suivant un diamètre intérieur égal à trois fois l'épaisseur de la tôle.

i) Les éprouvettes sont prélevées en long et en travers.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

h) Une bande découpée à 152 millimètres, après avoir été chauffée au rouge cerise et trempée dans l'eau à 28° C., doit subir un double enroulement sur une pièce de diamètre égal à trois fois l'épaisseur de la tôle.

Une bande de 89 millimètres, prélevée sur une des tôles, est percée d'un trou de 16 millimètres à égale distance des trois bords. Ce trou doit pouvoir être élargi par le poinçon conique à 41 millimètres.

Comme essai de traction, on demande :

47 $\leqq$ R. $\leqq$ 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 26 p. c. sur 203 millimètres.

Toute tôle travaillée au feu ne doit pas avoir une résistance supérieure à 44 kilogrammes par millimètre carré pour Al. = 26 p. c.

i) La pièce découpée pour le trou d'homme sert de pièce d'essai.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

h) On se contente des essais faits chez le constructeur.

A la traction, l'acier doit fournir :

R. = 42.5 kilogrammes par millimètre carré.
Al. $\geqq$ 25p. c.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

h) Les essais de traction doivent satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 40 à 44 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 37 à 40 p. c. sur 51 millimètres.

i) Les éprouvettes sont prélevées en long et en travers.

j) Un morceau de 51 millimètres de largeur, aux angles légèrement arrondis, doit résister sans rupture à un pliage à froid à bloc.

De même, un trou de 16 millimètres, poinçonné à 38 millimètres du bord d'une plaque de 253 × 76 millimètres, doit pouvoir être élargi au moyen d'un poinçon conique d'un diamètre de 38 millimètres.

La durée d'un essai est environ d'une minute.

Belfast & Northern counties Railway (401 kilomètres).

h) Comme essai de traction, on demande :

R. = 47 à 39 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 23 p. c. sur 253 millimètres.

j) Une pièce de 153 millimètres de longueur sera cintrée à froid jusqu'à ce que les deux bouts se touchent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des pièces de 76 millimètres de largeur seront percées de trous de 16 millimètres ; on élargira au mandrin conique jusqu'au diamètre de 38 millimètres.

Furness Railway (274 kilomètres).

i) Chaque tôle est essayée en long.
h) Comme essai de traction, on demande :
R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 23 p. c. sur 253 millimètres.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

h) La qualité des tôles doit satisfaire à l'épreuve de traction suivante :
R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 20 à 25 p. c. sur 253 millimètres.

j) Une bande découpée en long de la tôle au rouge cerise sombre et trempée dans l'eau à 28° C., doit pouvoir être cintrée suivant un diamètre égal à trois fois l'épaisseur de la tôle.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

h) Épreuve de cintrage : longueur de l'éprouvette, 152 millimètres ; largeur, 76 millimètres.
Poinçonnage : longueur de l'éprouvette, 254 millimètres ; largeur, 76 millimètres.
Traction : longueur de l'éprouvette, 203 millimètres ; largeur, 25 millimètres.
i) On prélève les éprouvettes en long, généralement sur les côtés.
Tous les essais ont lieu à froid.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

h) Les éprouvettes ont une largeur de 38 et 253 millimètres entre les repères.
Les essais des tôles ont lieu suivant les décisions de l'ingénieur en chef des locomotives.
j) On fait les essais de traction et de cintrage à froid.

Rhymney Railway.

Essais de pliage et de poinçonnage à froid.

INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

h) Toutes les tôles de chaudières, boîte à fumée, plaques tubulaires et dômes, doivent être exécutées en acier doux des meilleurs fabricants de tôles de chaudières, tels que Calville et fils, la Compagnie des aciers et fers Dalzell, etc.

i) Chaque tôle doit satisfaire à l'essai de traction représenté par les conditions suivantes :
R. = 40 à 44 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 25 p. c. sur 253 millimètres.

j) *Pliage.* — Les bandes seront prélevées en long et en travers, elles auront 38 millimètres de largeur, elles seront chauffées au rouge cerise clair et trempées dans l'eau à 28° C.

Elles doivent pouvoir supporter un pliage à bloc sur un mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur de la tôle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

Le cahier des charges est préparé par les ingénieurs conseils.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

h) Comme essai de traction, on doit pouvoir obtenir les résultats suivants :

R. = 40 à 44 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 253 millimètres ;
St. = 50 p. c.

j) *Cintrage.* — Une bande de 203 millimètres doit pouvoir se plier à froid sur un mandrin d'un diamètre égal à l'épaisseur de la tôle.

Poinçonnage. — Une plaque carrée de 101 millimètres de côté doit être poinçonnée d'un trou de 37 millimètres de diamètre à 31 millimètre de n'importe quel bord.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

h) La longueur des éprouvettes d'essai est de 203 millimètres entre les repères avec une section non inférieure à 160 millimètres carrés.

i) Environ 50 p. c. des tôles sont essayées en long et en travers.

Des essais de flexion et de ceintrage sont aussi prélevés.

Ces tôles doivent être en acier doux de qualité spéciale, propre à la confection de chaudières de locomotives et manufacturés aux usines connues.

Elles doivent satisfaire aux essais de traction ci-après :

R. = 38 à 44.5 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

Les bandes pour essais doivent être rabotées sur champ, et la section ne doit pas être inférieure à 12.6 millimètres pour une largeur de 203 millimètres entre les repères.

j) Une bande de 153 millimètres de longueur, coupée dans n'importe quelle tôle (après chauffage au rouge cerise et trempe dans l'eau à 28° C.) doit être pliée en deux sur un mandrin en fer d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur de la tôle.

Une bande de 89 millimètres de largeur, prélevée dans n'importe quelle tôle, doit être percée d'un trou de 16 millimètres à égale distance des trois bords et doit pouvoir supporter un élargissement égal à 41 millimètres.

La surface de la tôle doit rester brute pour l'essai.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

h) Toutes les tôles sont essayées à la traction, au pliage et au poinçonnage.

i) Les éprouvettes sont prélevées sur les bords et les extrémités des tôles.

Les essais de traction doivent satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 39 à 45.6 kilogrammes par millimètre carré.
St. = 45 p. c.

j) *Pliage.* — A chaud et après refroidissement (les éprouvettes sont portées au rouge cerise et refroidies dans l'eau ; on les prélève en long et en travers) ; on procède à un double pliage sur une barre ronde de diamètre inférieur ou égal à l'épaisseur de la tôle.

Poinçonnage.— Une éprouvette de 79 millimètres de largeur est percée d'un trou de 16 millimètres de diamètre à égale distance des bords ; à l'aide d'un poinçon conique, on élargit jusqu'à un diamètre de 32 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Natal Government Railway (647 kilomètres).

h) Les méthodes d'essais à employer sont laissées au choix de l'ingénieur-conseil.

i) L'épreuve porte sur chaque tôle.

L'acier doit supporter à l'essai de traction :

R. = 43 à 48 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 153 millimètres,

toutes les fois qu'il est possible de prélever cette longueur de la tôle.

Au minimum un essai par coulée.

j) L'acier doit supporter les essais suivants d'élargissement et de pliage (un essai par tôle) :

Une barre de 305 millimètres de longueur et de 76 millimètres de largeur est percée d'un trou de 16 millimètres à égale distance des côtés et du bout. On porte, à l'aide d'un poinçon conique, le trou à un diamètre de 41 millimètres.

L'autre bout de la barre subit deux pliages à bloc.

Un bout de tôle de 19 millimètres de largeur doit se plier comme ci-contre sur des mandrins de 9.5 millimètres de diamètre.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

h et *i*) Éprouvettes de 253 millimètres de longueur prélevées en long et en travers sur chaque tôle.

j) Essai de cintrage à froid et après chauffage ; refroidissement dans l'eau.

Essai de poinçonnage.

Appareils approuvés dans les usines des fabricants.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

h) *Essais à la traction.* — Pour toute catégorie de tôles indiquées dans le tableau ci-après, les limites entre lesquelles doivent être compris la résistance à la rupture et l'allongement qu'on doit obtenir, au moins, à chaque essai :

CATÉGORIES.	Résistance R	Allongement L.
1re catégorie.	45 à 50	20
2e —	37 à 42	27
3e —	36 à 44	18

Les éprouvettes pour les essais à la traction peuvent être redressées à chaud. Elles doivent être à section rectangulaire, d'une épaisseur égale à celle de la tôle dont elles ont été prélevées et de 30 millimètres de largeur.

La partie calibrée entre repères est de 200 millimètres.

i) On découpe les éprouvettes sur les bords des tôles.

j) *Essais à froid.* — Des bandes d'une largeur de 50 millimètre, découpées à froid et arrondies à la lime sur les angles, doivent pouvoir se plier comme suit :

Première catégorie. — A ⊔ d'une distance intérieure entre les ailes égale à deux fois l'épaisseur (on admet le recuit avant l'essai) ;

Deuxième catégorie. — A contact complet après trempe, c'est-à-dire après l'avoir chauffée à la chaleur rouge et refroidie brusquement dans l'eau à 25°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Troisième catégorie. — D'une épaisseur de 3 millimètres, pliage en quatre après recuit.

Essais à chaud des tôles de deuxième catégorie. — Des bandes convenablement larges, chauffées à la chaleur rouge, doivent se plier en quatre jusqu'à contact complet.

Nombre des essais. — Toute tôle de première ou de deuxième catégorie doit être soumise aux essais prescrits pour la catégorie correspondante. La quantité des tôles de deuxième catégorie à soumettre aux essais peut être limitée à 20 p. c.

Les éprouvettes doivent donner les résultats prescrits, qu'elles soient coupées en long ou en travers indifféremment.

Chemins de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

i) Les essais sont prélevés en travers et sur les bords.

h) Les éprouvettes de traction auront 200 millimètres de longueur utile.

On demande comme traction :

R. ≧ 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. ≧ 20 p. c.

j) Comme pliage, on pratique des essais de double pliage à froid, après recuit.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

h) Les éprouvettes ont 200 millimètres entre les repères; elles sont découpées à froid dans les tôles. L'épaisseur des éprouvettes est celle des tôles brutes, la largeur est de 25 millimètres, les champs étant polis. Les repères extrêmes devront être placés à une distance des naissances des attaches ou des congés des têtes au moins égale au plus grand côté de la section transversale de l'éprouvette.

i) Toutes les tôles sont individuellement essayées en long et en travers, sur les bords et aux extrémités.

Pour l'essai de traction, on impose :

R. = 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré de section.
Al. = 25 à 28 p. c. sur 200 millimètres.
St. = 40 p. c.

Pour les tôles du corps cylindrique et pour les tôles latérales de l'enveloppe de la boite à feu, la qualité la plus dure correspond à une résistance :

R. = 45 kilogrammes.
Al. = 25 p. c.

tandis que pour les tôles embouties, la qualité la plus douce satisfait à :

R. = 40 kilogrammes.
Al. = 28 p. c.

j) Deux bandes de tôle de 250 millimètres de longueur et de 40 millimètres de largeur sont prélevées à froid, l'une dans le sens du laminage, l'autre dans le sens perpendiculaire. L'acuité des angles des côtés de ces bandes doit être légèrement enlevée à la lime douce. Avant l'essai, les bandes devront être chauffées au rouge cerise sombre et trempées dans l'eau à 28° C.

Les bandes doivent se laisser plier à bloc.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

h) Comme essai de traction on demande : R. = 36 à 42 kilogrammes et contraction = 22 à 25 p. c.

j) Il est aussi prélevé des essais de flexion à chaud et à froid.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

h) Nous suivons les règles du *Recueil des conditions techniques normales pour les fournitures des accessoires de chemin de fer*, confirmées par le ministère des voies de communication le 5 juillet 1897, n° 113.

i) Toutes les tôles destinées aux chaudières.

20 p. c. seulement pour les longerons.

Oui.

j) Outre l'essai à la traction, on soumet les tôles à l'épreuve du pliage et de la trempe.

Non.

Non.

Quelquefois, mais sans conditions imposées.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

h) Comme essais de traction on demande :

R. = 36 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 25 p. c.
A. × R. = 1,000.

Éprouvette de 200 millimètres de longueur utile.

Section de l'éprouvette plus grande ou égale à 320 millimètres carrés.

i) Essai pour chaque tôle, en long et en travers à différents endroits.

j) Il est aussi pratiqué des essais de cintrage à froid des tôles trempées.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

h) Tôles en cuivre :

R. = 22 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 35 p. c. sur 200 millimètres.
A. × R. = 820.
St. ≧ 45 p. c.

Tôles en fer fondu :

R. = 36 kilogrammes ; maximum, 42 kilogrammes pour tôles extérieures.
R. = 34 à 40 kilogrammes pour tôles en contact avec le feu.
Al. = 25 p. c.
Al. × R. = 1,000.

Fer forgé pour rivets, agrafes, etc. :

R. = 38 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 22 p. c.
Al. × R. = 860.

i) Toutes les tôles sont essayées individuellement.

Oui.

On tient compte des dimensions des tôles.

j) On ne se contente pas des essais de traction.

Flexion à froid et à chaud.

Non.

Oui.

Essais facultatifs de poinçonnage, de pliage à froid.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IV.

Résumé des conditions d'essais imposés pour la réception des tôles d'acier.

TABLEAU IV.

COMPAGNIES.	Usage des tôles. Qualité.	Essais à la traction. Conditions imposées. Charge par millim. carré. R'. En long et en travers.	Allongement p. c. A.	Striction p. c. St.	Charge à la limite d'élasticité p' mill. carré.	Éprouvettes. Dimensions. Longueur L. Millim.	Pliage à froid. Diamètre de courbure. millimètre. e = épaiss.	Pliage à froid. Angle imposé.	Poinçonnage à froid. Diamètre du trou.	Poinçonnage et élargissement à froid. Diamètre du trou. Poinçonnage en millimètres.	Élargissement en millimètres.	Essai à la lime, le métal ne doit pas prendre la trempe.	Pliages après trempe. Diamètre de courbure. Millim.	Pliages après trempe. Angle imposé.	Pliage à chaud. Diamètre de courbure. e = épaiss.	Pliage à chaud. Angle imposé.	Poinç. à chaud. Diam. du trou.	Calotte sphérique.	Angle trièdre ou cuve carrée.	Étirage à chaud.	Pliage sur soudure.
RÉPUBLIQUE ARGENTINE.																					
Central Argentine Railway	Toutes tôles, chaudières.	41 à 47	20	...	...	203	2 e	*	*	16	40	*	...	*	...	*	...	...	...	...	*
AUTRICHE.																					
Chemins de fer de l'État	Toutes tôles, chaudières.	35	—	40	...	L = 11,3	...	*	...	...	...	*	...	...	...	...	...	...	...	...	*
— du Sud de l'Autriche	— —	34 à 40	20 à 25	50 à 42	...	200	1re qualité.	100 en long. 110 en travers.	...	...	...	...	...	...	1re qualité.	A bloc.	*	...	...	*	...
— —	— —	...	...	...	...	...	2me qualité.	110 en long. 130 en travers.	...	...	...	...	...	...	2me qualité.	130°	...	...	...	...	...
— du Nord Empereur Ferdinand	— —	A l'étude.	...	...	...	200	2 e	90°	...	...	...	*	...	...	o	A bloc.	...	...	...	*	...
Société austro-hongroise priv. des ch. de fer de l'État	— —	35	...	60	...	200	...	45°	...	...	...	...	...	...	...	90	...	...	...	...	...
Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien	— —	43 à 48	...	50	...	...	3 e	A bloc.	1.52×e	...	...	*	o	A bloc.	...	...	...	...	...	1.5	...
HONGRIE.																					
Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen	Qualité supérieure.	34 à 40	...	50	...	200	e	A bloc.	...	...	...	...	o	A bloc.	...	...	*	...	...	1.5	...
— — —	Qualité ordinaire.	34 à 47	18	...	...	200	...	135°	...	...	...	...	...	90°	...		...	...	...	...	...
BELGIQUE.																					
Chemins de fer de l'État	Toutes tôles, chaudières.	35	28	...	...	200	...	*	...	...	...	...	...	*	...	...	..	...	...	...	...
Société Nationale des chemins de fer vicinaux	— —	35	28	...	...	200	o	A bloc.	...	...	...	...	o	A bloc.	o	A bloc.	...	...	...	...	...
FRANCE.																					
Chemins de fer de l'État	Tôles embouties.	34 à 40	28	...	21k	L = √	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
— —	Tôles non embouties.	40	26	...	...	L = √	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
— Paris-Lyon-Méditerranée	Toutes tôles chaudières.	40	25	...	...	L = √	...	...	...	...	...	...	o	A bloc.	o	A bloc et redressement.	...	*	*	...	...
— Paris-Orléans	Tôles douces.	40 à 45	30 à 27	60 à 55	...	L = √	...	...	...	...	...	...	o	—	...	...	...	*	*	...	...
— —	Tôles dures.	75	12 à 15	...	...	L = √	...	...	...	...	...	...	o	—	...	...	...	...	...	...	...
— de l'Ouest	Toutes tôles, chaudières.	39 à 42	30	...	...	L = √	...	...	...	21	38	...	o	—	...	A bloc.	...	*	...	...	...

Observations. — L'astérisque (*) indique que l'essai est imposé, mais que les conditions n'en sont pas spécifiées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Usage des tôles. Qualité.	Essais à la traction. Conditions imposées. Charge par millim. carré. R'. En long et en travers.	Allongement p. c. A. En long et en travers.	Striction p. c. St.	Charge à la limite d'élasticité p' mill. carré.	Éprouvettes. Dimensions. Longueur L. Millim.	Pliage à froid. Diamètre de courbure en millimètre. e = épaiss.	Pliage à froid. Angle imposé.	Poinçonnage à froid. Diamètre du trou.	Poinçonnage et élargissement à froid. Diamètre du trou. Poinçonnage en millimètres.	Élargissement en millimètres.	Essai à la lime, le métal ne doit pas prendre la trempe.	Pliages après trempe. Diamètre de courbure. Millim.	Pliages après trempe. Angle imposé.	Pliage à chaud. Diamètre de courbure. e = épaiss.	Pliage à chaud. Angle imposé.	Poliç. à chaud. Diam. du trou.	Calotte sphérique.	Angle trièdre ou cuve carrée.	Étirage à chaud.	Pliage sur soudure.
FRANCE. (*Suite.*)																					
Chemin de fer de l'Est	Tôles embouties.	35	30	...	...	L =	*o*	A bloc.	*	...	...	...	...	...	*e*	5 pliages à 180° et redressement.	...	...	...	...	...
— —	— —	...	13	...	...	L =	...	...	...	...	...	...	*o*	A bloc.	...	...	...	...	...	...	...
— —	Tôles non embouties.	42	28	...	...	L =	*o*	A bloc.	*	...	...	...	...	...	*e*	4 pliages à 180° et redressement.	...	...	...	*	...
— —	— —	...	13	...	...	L =	...	...	...	...	...	...	*o*	A bloc.	...	...	...	...	...	...	...
— du Nord	Tôles embouties.	36 à 40	36 à 33	...	...	100	...	...	...	16	45 (1)	...	*o*	—	*o*	A bloc (3) et redressement.	...	*	...	...	...
— —	Tôles non embouties.	40 à 45	33 à 31	...	...	100	...	...	...	16	42 (2)	...	*o*	—	*o*	A bloc et redressement.	...	*	...	...	...
— du Midi	Tôles embouties.	34 à 40	28	...	21	L =	...	...	...	16	40 (2)	...	*o*	—	..	...	...	...	...	...	...
— —	Tôles non embouties.	40 à 46	25	...	24	...	...	...	...	...	...	...	*o*	—	..	...	...	...	...	...	...
GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.																					
Great Western Railway	Tôles embouties.	40 à 44	22	...	...	203	2 *e*	A bloc.	...	16	44.5	...	...	*	...	...	...	...	...	...	...
— —	Tôles non embouties.	39 à 47	...	...	...	203	2 *e*	—	...	16	44.5	...	...	*	...	...	...	...	...	...	...
North Eastern Railway	Toutes tôles chaudières	44 à 50	25	...	...	101.5	...	*	*	16	38	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
— British Railway	—	...	...	...	...	253	...	...	...	...	...	...	...	*	...	...	...	...	...	...	...
Midland Railway	—	40 à 44.5	25 à 20	...	...	...	19	A bloc.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Caledonian Railway	—	40 à 44.5	27	...	...	203	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Great Eastern Railway	—	40 à 45	20	...	...	203	9.2	A bloc.	...	16	38	...	*e*	A bloc.	*e*	A bloc.	...	...	...	...	...
Great Northern Railway	—	...	...	...	...	...	...	*	*	...	...	*	...	...	...	...	...	...	...	...	...
London & South Western Railway	—	39 à 47	23	...	...	253	...	A bloc.	...	16	38	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Lancashire & Yorkshire Railway	—	40 à 47	20	...	...	203	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	—	42.5 à 50.5	20	...	...	253	3 *e*	A bloc.	...	16	38	...	3 *e*	A bloc.	...	...	...	...	...	...	...
Great Northern Railway (Ireland)	—	40 à 47	26	...	...	203	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Midland Great Western of Ireland Railway	—	42.5	25	...	...	...	...	...	...	16	41	...	3 *e*	S	...	...	...	...	...	...	...
Great North of Scotland Railway	—	40 à 44	40 à 37	...	...	51	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Belfast & Northern Counties Railway	—	39 à 47	23	...	...	253	...	A bloc.	...	16	38	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Furness Railway	—	40 à 48	23	...	...	253	...	—	...	16	38	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Taff Vale Railway	—	40 à 47	25 à 20	...	...	253	...	...	...	...	...	...	3 *e*	A bloc.	...	...	...	...	...	...	...
Metropolitan Railway	—	...	...	...	...	203	...	*	*	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Observations. — L'astérisque (*) indique que l'essai est imposé, mais que les conditions n'en sont pas spécifiées.

(1) Métal recuit. (2) Métal trempé. (3) Pliage au rouge sombre.

XVI
86

XVI
87

COMPAGNIES.	Usage des tôles. Qualité.	Essais à la traction. Conditions imposées. Charge par millim. carré. R'. En long et en travers.	Allongement p. c. A.	Striction p. c. Si.	Charge à la limite d'élasticité par millim. carré.	Éprouvettes Longueur L. Millim.	Plage à froid. Diamètre de courbure en millimètres. e = épaiss.	Plage à froid. Angle imposé.	Poinçonnage à froid. Diamètre du trou.	Poinçonnage et élargissement à froid. Diamètre du trou. Poinçonnage en millimètres.	Élargissement en millimètres.	Essai à la lime, le métal ne doit pas prendre la trempe.	Pliages après trempe. Diamètre de courbure. Millim.	Pliages après trempe. Angle imposé.	Plage à chaud. Diamètre de courbure, e = épaiss.	Plage à chaud. Angle imposé.	Perçage à chaud. Diam. du trou.	Calotte sphérique.	Angle trèfle ou cuve carrée.	Estampage à chaud.	Plage sur soudure.
EMPIRE DES INDES ET COLONIES.																						
New South Wales Government Railway	Toutes tôles, chaudières.	40 à 44	25	...	...	253	...	...	...	...	...	...	...	...	3 e	A bloc.	...	...	...	...	...	...
Cape Government Railway	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
New Zealand Government Railway	—	40 à 44	25	50	...	253	e	A bloc.	37 à 31	Un bord.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
South Australia Government Railway	—	38 à 44.5	25	...	...	203	...	...	...	16	41	...	3 e	A bloc.	...	...	...	...	...	...	...	...
Western Australia Government Railway	—	39 à 45	...	45	...	...	...	...	...	16	32	...	e	S	...	...	...	...	...	...	...	...
Natal Government Railway	—	43 à 48	25	...	...	253	...	...	...	16	41	...	9.5	S	...	...	...	...	...	...	...	...
East Indian Railway	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ITALIE.																						
Chemin de fer du Nord de Milan	Toutes tôles, chaudières.	40	20	...	...	200	...	Double.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique).	1re qualité.	45 à 50	20	...	...	200	2 e	U	Recuit.	...	...	...	0	A bloc.	0	Pliage en 4.	...	...	...	...	...	...
— — —	2e —	37 à 42	27	...	...	200	0	A bloc.	...	...	...	...	0	A bloc.	0		...	...	...	...	...	...
— — —	3e —	36 à 44	18	...	...	200	0		Recuit.	...	...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...
PAYS-BAS (contrest).																						
Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais	Tôles emboutées.	40	28	43	...	200	...	...	...	...	...	...	0	A bloc.	...	...	...	...	...	...	...	...
— —	Tôles non emboutées.	45	25	40	...	200	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Chemin de fer Central néerlandais	Toutes tôles, chaudières.	36 à 42	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
RUSSIE.																						
Vladicaucase	Toutes tôles, chaudières. 20 p. c. pour longerons.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
SUISSE.																						
Central suisse	Toutes tôles, chaudières.	35	25	...	...	200	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Gothard	Tôles en cuivre.	22	35	45	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
—	Tôles en fer fondu.	36 kg. maximum 42 pour tôles extérieures. 34 à 40 pour tôles intérieures.	25	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
—	Fer forgé pour rivets, agrafes.	38	22	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Observations. — L'astérique (*) indique que l'essai est imposé, mais que les conditions n'en sont pas spécifiées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE IV.

Calculs et fatigue des tôles en service.

Questionnaire

Pour calculer l'épaisseur des tôles, de quelle formule vous servez-vous ?

Quels sont les coefficients de sécurité que vous suivez ?

Quelle fatigue par millimètre carré imposez-vous au métal pour chaque catégorie de tôle que vous employez ?

Fer fondu (indiquer la résistance).

Tôles d'acier douces (indiquer la résistance).

Tôles demi douces (indiquer la résistance).

Tôles dures (indiquer la résistance).

Tôles en acier au nickel, au chrome, etc. (indiquer la résistance).

En pleine tôle sous la pression du timbre

— — — d'essai.

Indiquer la réduction de résistance pour chaque espèce de rivure. Joindre un croquis des chaudières.

Réponses.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

On essaie les tôles à la presse hydraulique sous une pression supérieure de 3.5 kilogrammes à celle du timbre.

Comme pression d'épreuve sous vapeur, on augmente la pression du timbre de 1 kilogramme.

AUTRICHE.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Pour calculer le corps cylindrique, on emploie la formule :

$$\delta = \frac{d}{2k} = p.$$

δ = épaisseur de la tôle en centimètres ;
d = diamètre intérieur de la chaudière en centimètres ;
p = tension de la vapeur en kilogrammes par centimètre carré ;
k = effort exercé en kilogrammes par centimètre carré (fatigue du métal).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'épaisseur δ doit être augmentée proportionnellement à l'affaiblissement des tôles pour les rivures.

Le coefficient de sécurité équivaut, en moyenne, à $^1/_5$ de la charge de rupture pour la tension normale de la vapeur. Pour les tôles de chaudières on exige exclusivement du fer fondu.

Le métal doit résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 10 p. c.

En pleine tôle, la fatigue sous la pression du timbre est de 4.5 à 7.5 kilogrammes par millimètre carré, et de 7 à 12 kilogrammes par millimètre carré sous la pression d'essai.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$\delta = \frac{d}{2k} = p.$$

δ = épaisseur de la tôle en centimètres ;
d = diamètre intérieur de la chaudière en centimètres ;
p = tension de la vapeur en centimètres carrés ;
k = effort exercé en kilogrammes par centimètre carré (fatigue du métal).

Le coefficient de sécurité est égal à 8.9.

L'épreuve à la presse hydraulique a lieu d'après la formule :

P = $(1.5\,p + 1)$;
P = pression de l'eau en atmosphères ;
P = pression du timbre en atmosphères,

et correspond à une fatigue de :

8.7 kilogrammes pour les locomotives anciennes ;
10 — — — nouvelles.

La résistance dans les rivures est de 80 p. c. dans les nouvelles locomotives et la fatigue de 8 kilogrammes par millimètre carré.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$S = \frac{X}{2} \cdot \frac{d}{k} \cdot \frac{p}{Z}.$$

S = épaisseur de la tôle en centimètres ;
d = diamètre de la chaudière en centimètres ;
k = résistance à la rupture par centimètre carré ;
X = coefficient de sécurité ;
Z = rapport de la résistance de la rivure à celle de la tôle pleine.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$V = D. \frac{p}{2{,}600}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D = diamètre de la chaudière en centimètres ;
p = timbre de la chaudière.

Le coefficient de sécurité est égal à 6.

La fatigue par millimètre carré est d'environ 5 à 6 kilogrammes sous la pression du timbre, et de 9 à 10 kilogrammes sous la pression d'essai.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$et = pr.$$

e = épaisseur des parois ;
t = tension en charge tangentielle ;
p = timbre en atmosphères ;
r = rayon intérieur.

Le coefficient de sécurité est fixé par le règlement de police, qui stipule qu'une chaudière à vapeur ne peut fonctionner à une pression dépassant le quart de la pression qui ferait rompre l'une de ses parties.

Les tôles soumises à l'action de la vapeur sont généralement en fer, mais on peut leur substituer des tôles de fer homogènes soudable ou en acier extra-doux soudable.

Le métal doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 28 p. c.

Il est fait usage de trois espèces de rivures :

1° La rivure double à couvre-joints intérieurs et extérieurs de même largeur et à rivets disposés en quinconce ;

2° La rivure double à couvre-joints intérieurs et extérieurs, ces derniers étant en retrait sur les précédents ; les rivets sont disposés de telle sorte que le nombre de rivets de la première rangée soit égal à trois demi-fois celui des rivets de la deuxième rangée ;

3° La rivure double à couvre-joints intérieurs et extérieurs de même largeur et à rivets disposés de telle sorte que le nombre de rivets de la première rangée soit égal à deux fois celui des rivets de la deuxième rangée.

La réduction de résistance pour ces rivures a été expérimentalement obtenue et se trouve être : 36.56 pour la 1re ; 28.30 p. c. pour la 2e, et 19.90 p. c. pour la 3e.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on donne aux viroles : 1 millimètre d'épaisseur par 100 millimètres de diamètre, plus 1 à 2 millimètres lorsque la pression est comprise entre 10 à 12 kilogrammes.

Le coefficient de sécurité est égal à 5.

Les tôles sont en acier doux qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R = 34 à 45 kilogrammes par millimètre carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$e = \frac{h.D}{2R}.$$

e = épaisseur en millimètres ;
h = pression intérieure en mètres de hauteur d'eau ;
D = diamètre de la chaudière en mètres ;
R = résistance en kilogrammes par millimètre carré de section.

Le coefficient de sécurité est égal à 6.6.
Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.
Au timbre, la tôle travaille à 5.7 kilogrammes ; à l'essai, elle travaille à 8.1 kilogrammes.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$e = \frac{5\,nd}{8} + 2.$$

e = épaisseur de la tôle en millimètres ;
n = timbre exprimant la pression effective normale en kilogrammes par centimètre carré ;
d = diamètre du cercle intérieur du cylindre en mètres.

Le coefficient de sécurité est : 42 : 8.
On impose en pleine tôle, sous la pression du timbre, une fatigue de 8 kilogrammes.
Les coutures transversales du corps cylindrique sont à clins et à deux rangées de rivets ; les coutures longitudinales, celles qui fatiguent le plus, sont à francs-bords, avec doubles couvre-joints et à quatre rangées de rivets. Les rivets des rangées extérieures sont deux fois plus espacés que ceux des rangées centrales qui prennent seules le couvre-joint extérieur, permettant le matage de ce couvre-joint. La fatigue du joint est d'environ 1.25 fois la fatigue en pleine tôle.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$e = \frac{p\,d}{2R}.$$

p = pression effective de la chaudière par centimètre carré ;
d = diamètre moyen de la chaudière en centimètres ;
R = fatigue de la tôle en kilogrammes par centimètre carré ;
e = épaisseur de la tôle en centimètres.

Le coefficient de sécurité varie de 7.5 à 9 pour les tôles en acier doux ; il s'élève à 12 pour les tôles dures au chrome.
Pour les tôles douces (résistance 40 à 45 kilogrammes), la fatigue, en pleine tôle, varie de 56 à 65 kilogrammes par millimètre carré, et la fatigue à la pression d'essai de 7.71 à 12.79 kilogrammes.
Pour les tôles chromées, d'une résistance à la rupture de 75 kilogrammes par millimètre carré, la fatigue, à la pression du timbre, est de 6.25 kilogrammes ; à la pression d'essai, elle est de 9.13 kilogrammes.
Pour l'acier doux ou l'acier dur (chromé), la réduction de résistance, en prenant pour unité celle qu'on obtient en pleine tôle, est égale pour :

La rivure simple, de 0.537 à 0.593.
— double, de 0.714 à 0.769.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ouest (5,534 kilomètres).

our le corps cylindrique on emploie la formule :

$$e = \frac{\text{P.D.}}{2 \times 10 \times \text{R}} + 2 \text{ millimètres.}$$

e = épaisseur de la tôle en millimètres ;
p = pression effective par centimètre carré ;
D = diamètre intérieur en centimètres ;
R = effort par millimètre carré ;
2 millimètres = constante pour l'usure.

Cette constante n'a rien d'absolu, car, suivant les cas, on l'augmente, on la diminue et on la supprime même.

Pour le coefficient R on prend, en moyenne :

R = 6 kilogrammes.

Est (4,833 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$e = \frac{p}{2} \cdot \frac{d}{\text{R}}.$$

e = épaisseur ;
p = timbre ;
d = diamètre ;
R = fatigue à laquelle on veut faire travailler le métal.

Les tôles de viroles sont les seules pour lesquelles le calcul peut déterminer d'une façon précise l'épaisseur adoptée.

Le coefficient de sécurité adopté est d'environ 6.5 à 7.5.

Les tôles d'acier doux sont seules employées. Elles sont classées en deux catégories :

1° TA pour viroles de corps cylindriques et similaires :

R. = 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 28 p. c.

2° TB pour les foyers et pièces ayant à subir un travail d'emboutissage :

R. = 35 à 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c.

Pour les viroles seulement la fatigue par millimètre carré, sous la pression du timbre, est de 5.6 et 6.5 kilogrammes, suivant que les chaudières sont timbrées à 12 ou à 15 kilogrammes. Sous la pression d'essai, ces fatigues sont respectivement de 8.4 et 9 kilogrammes par millimètre carré.

La réduction de résistance due à la rivure à recouvrement est de 0.750 pour une double rangée de rivets ; elle est de 0.786 pour les rivures avec doubles couvre-joints et simple rangée de rivets.

Nord (3,745 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$\text{R} = \frac{10 \cdot p \cdot d}{2e}.$$

p = pression du timbre en kilogrammes par centimètre carré ;
d = diamètre intérieur de la grande virole (en mètres) ;
e = épaisseur en millimètres des viroles ;
R = fatigue en kilogrammes par millimètre carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les plaques de boîtes à feu, raidies par des entretoises ou des tirants, on emploie la formule approximative :

$$\frac{R' e^2}{3} = \frac{pl^2}{100 \times 8}$$

e = épaisseur de la plaque en millimètres ;
l = écartement des entretoises en millimètres ;
R' = effort moléculaire maximum du métal en kilogrammes par millimètre carré.

Qualité des aciers.	APPLICATIONS.	Effort moléculaire maximum en pleine tôle sous la pression		Résistance des tôles à la rupture en kilogrammes par millimètre carré.	Coefficients de sécurité sous la pression du timbre.	Réduction approximative de résistance à la rivure en pour cent.
		de timbre en kilogrammes par millimètre carré.	d'essai en kilogrammes par millimètre carré.			
Très doux.	Viroles du corps cylindrique	6.47	9	40 à 45	6 18 à 6.9	En long 42 à 45
		6.42	8.98	40 à 45	6.2 à 7	En travers 29
Extra-doux.	Plaque de pourtour : parois verticales	2.25	3.15	36 à 40	16.1 à 17	27
	Plaque de pourtour : sur le ciel	2.75	3.67	36 à 40	13 à 14.5	27
	Plaques latérales	1.37	1.91	36 à 40	26.2 à 29.2	27
	Plaques du ciel	2.14	2.99	36 à 40	16.8 à 18.6	27
	Plaques avant	2.11	2.95	36 à 40	17 à 18.9	27
		1.37	1.91	36 à 40	26.2 à 29.2	27
	Plaques arrière	2.25	3.15	36 à 40	16 1 à 17	27
		1.37	1.91	36 à 40	26.2 à 29.2	27

Nota. — On appelle coefficient de sécurité le rapport de la résistance de la tôle à la rupture à l'effort moléculaire maximum en pleine tôle sous la pression du timbre.

On ne s'est pas occupé de la plaque tubulaire de boîte à fumée (en acier extra-doux) qu'il est impossible de soumettre au calcul. Son épaisseur se détermine au sentiment.

Midi (3,236 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$e = 0.85\ d.p.$$

d = diamètre intérieur de la grande virole en mètres ;
p = timbre en kilogrammes.

Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

La fatigue en pleine tôle sous la pression du timbre est de 6 kilogrammes, elle est de 8.4 à 10 kilogrammes à la pression d'essai.

La reduction de résistance pour la rivure à recouvrement est de 28 à 30 p. c.

La réduction de résistance pour la rivure à fourrures est de 20 p. c.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Northern Railway (4,091 kilomètres).

Le coefficient de sécurité est de 5 au minimum.

La tôle des boites à fumée doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R = 39 à 47 kilogrammes par millimètre carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La fatigue, en pleine tôle, sous la pression du timbre, est de 6.81 kilogrammes par millimètre carré.
La fatigue en pleine tôle, sous la pression d'essai, est de 9.10 kilogrammes par millimètre carré.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

On n'emploie pas de formule pour calculer l'épaisseur des tôles.
Le coefficient de sécurité est égal à 5.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

On calcule la tôle avec un coefficient de sécurité en travers au moins égal à 5.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Le coefficient de sécurité est égal à 7.5
Pour les tôles en acier doux, la fatigue par millimètre carré est de 5.6 kilogrammes sous la pression du timbre, et de 8.8 kilogrammes sous la pression d'essai.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$t = \frac{p \times d}{2\,nf}.$$

p = pression effective en livres par pouce carré ;
d = diamètre extérieur de la chaudière en pouces ;
t = épaisseur de la tôle en pouces ;
f = résistance de sécurité en livres par pouce carré ;
n = efficacité des joints rivés.

Le coefficient de sécurité est égal à 6.
Les tôles d'acier doux offrent une résistance de 6.6 kilogrammes par millimètre carré en service.
Les tôles d'acier doux offrent une résistance de 41 kilogrammes de rupture.
Pour les doubles rivures longitudinales à deux couvre-joints, la résistance est de 39.3 kilogrammes.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Pour les corps cylindriques on emploie la formule de D.K. Clarke :

$$T = \frac{P \times D \times F}{4{,}480 \times S \times E}.$$

T = épaisseur des tôles en pouces ;
P = pression en livres par pouce carré ;
D = diamètre intérieur du corps cylindrique en pouces ;
F = coefficient de sécurité ;
S = résistance à la rupture en tonnes par pouce carré ;
E = efficacité des rivures.

Le coefficient de sécurité F = 5 et la fatigue par millimètre carré = 8.8 kilogrammes.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$2 = \frac{P.D}{2k}.$$

P = pression ;
D = diamètre.

Coefficient de sécurité 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on se sert de la formule :

$$T = \frac{P.\ D.\ F}{60{,}500 \times 2 \times r}.$$

T = épaisseur de la tôle ;
P = pression en pouces carrés ;
D = diamètre intérieur de la chaudière ;
F = coefficient de sécurité ;
4 = pour cent résistance des rivures.

60,500 résistance à la traction de la tôle.

Les joints à double recouvrement et à double rivure ont une résistance égale à 75 p. c. de celle en pleine tôle.

Les joints à simple rivure avec recouvrement ont une résistance égale à 56 p. c.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$2t.f.x = D.p.F.$$

t = épaisseur de la tôle en pouces ;
D = diamètre du corps cylindrique en pouces ;
f = résistance à la rupture du métal en lb et pouces ;
F = coefficient de sécurité ;
x = rapport de la résistance du joint longitudinal à la tôle pleine ;
p = pression d'essai par pouce.

Le coefficient de sécurité est égal à 5.

La résistance de rupture à la traction est de 44 kilogrammes par millimètre carré.

La résistance dans un joint longitudinal est égale aux 71 centièmes de celle qu'on obtient en pleine tôle.

Furness Railway (274 kilomètres).

Pour le corps cylindrique, on emploie une pression de 10 kilogrammes par centimètre carré.

La résistance des joints est égale aux 74 centièmes de celle de la tôle d'après la formule :

$$\frac{n.a \times 1.75}{pt} = \frac{2 \times 0.441 \times 1.75}{2.5 \times 0{,}5} = 123 \text{ p. c. de rivets} = \frac{123 \times 8}{13} = 75 \text{ p. c.}$$

p = hauteur des rivets ;
d = diamètre ;
a = surface ;
n = nombre des rangées ;
t = épaisseur de la tôle.

Facteur de sécurité :

$$\frac{26 \text{ tonnes} \times \text{pourcentage de la résistance du joint} \times 2t}{\text{diamètre de la chaudière en pouces} \times \text{pression}} = \frac{58{,}240 \times 74 \times 2 \times 0.5}{52 \times 150} = 5.52.$$

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$T = \frac{D.P}{2f}.$$

t = épaisseur de la tôle ;
D = diamètre intérieur de la chaudière ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

P = pression par pouce carré ;
f = charge de sécurité en livres par pouce carré.

La réduction de résistance de la simple rivure est de 40 p. c.
— — de la double rivure est de 30 p. c.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

On se sert de la formule de Trail.
Coefficient de sécurité supérieur ou égal à 5.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Le coefficient de sécurité est 6.
A cause des corrosions et des piqûres excessives des tôles d'acier par nos eaux dures, on n'admet qu'une fatigue de 6.3 kilogrammes par millimètre carré.
La réduction de résistance de la double rivure est de 7 dixièmes.
— — de la simple rivure est de 6 dixièmes.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule de Reuleaun :

$$K = \frac{p}{\sqrt{1 + \frac{26}{R} - 1}}.$$

K = résistance de l'acier en kilogrammes par millimètre carré ;
p = pression de la chaudière en atmosphères ;
6 = épaisseur des tôles en millimètres ;
R = rayon maximum intérieur de la chaudière en millimètres.

Le coefficient de sécurité est égal à 6.
L'acier doux travaille à une fatigue maximum de 5 kilogrammes par millimètre carré.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

On calcule l'épaisseur de la tôle en considérant que celle-ci ne doit pas travailler à plus de 6 kilogrammes par millimètre carré en dehors des rivures.
Les rivures transversales sont doubles et celles longitudinales sont triples et à couvre-joints.

PAYS-BAS.

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$e = \frac{pD}{2R}.$$

Le coefficient de sécurité varie de 5 à 6.
Sous la pression du timbre, la fatigue du métal ne doit pas excéder 8 kilogrammes par millimètre carré dans la rivure.
Le fer fondu doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 34 à 39 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 26 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'acier doux et demi-doux doit donner :

R. = 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 à 28 p. c.;
St. = 40 p. c.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

$$K = \frac{pD}{2cs}.$$

S = coefficient de réduction de résistance pour double rangée de rivets = 0.77; pour trois rangées = 0.87.

Le coefficient de sécurité est 4.5 dans la partie cylindrique de la chaudière; 7.8, dans la partie affaiblie par les rivets.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Pour le corps cylindrique on emploie la formule :

$$\delta = d.\frac{pS}{2\beta\varphi}.$$

δ = épaisseur de la tôle en centimètres ;
d = diamètre intérieur de la chaudière en centimètres ;
p = pression de la vapeur en atmosphères ;
S = coefficient de sécurité ;
β = résistance à la traction par centimètre carré ;
φ = rapport de la résistance des rivures à celle en pleine tôle.

La résistance à la rupture de la tôle en fer fondu est :

R. = 36 à 42 kilogrammes par millimètre carré.

La fatigue, en pleine tôle, sous la pression de la vapeur est de 6 à 7.5 kilogrammes, et 8 à 8.5 kilogrammes sous la pression d'essai.

La réduction de résistance de la rivure simple est de 40 p. c.
— — — double est de 25 p. c.
— — — à double recouvrement est de 10 p. c.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

$$\delta = \frac{pD}{2s}.$$

δ = épaisseur de la tôle ;
p = atmosphères ;
D = diamètre en centimètres ;
s = fatigue par centimètre carré.

Le coefficient de sécurité est 5.

La fatigue par millimètre carré est de 6 kilogrammes.

Tôles devant subir un emboutissage :

R. = 34 à 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 200 millimètres.

Autres tôles :

R. = 36 à 42 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres.

Pour rivure double, 70 à 75 p. c.; pour rivure double avec couvre-joint, 85 à 90 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU V.

Résumé des formules employées sur le calcul des tôles.

COMPAGNIES.	FORMULES EMPLOYÉES.	Coefficient de sécurité.	Résistance de la tôle à la rupture en kilogrammes par millimètre carré	Fatigue en kilogrammes par millimètre carré à la pression du timbre.	Fatigue en kilogrammes par millimètre carré à la pression de l'essai.	Réduction de résistance. Espèce de rivure.	Réduction p. c.	*Observations.*
Société austro-hongroise privilégiée	$= \frac{pd}{2R}$.	5 à 7	35	4.5 à 7.5	7 à 12	...	...	e = épaisseur de la tôle en centimètres.
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	$e = \frac{pd}{2R}$.	8 à 9	47 à 52	6	...	...	26	p = tension de la vapeur en kilogrammes par centimètre carré.
— du Nord-Ouest autrichien	$e = \frac{a}{2} \times \frac{d}{R} \times \frac{P}{Z}$.	..	..	...	...	...	...	d = diamètre intérieur de la chaudière en centimètres carrés.
Chemins de fer de l'État hongrois	$e = d\frac{p}{200}$.	6	..	5 à 6	9 à 10	...	...	R = effort exercé en kilogrammes par centimètre carré.
— de l'État belge	$e = \frac{pd}{2R}$.	4	35	6 à 7	..	*Voir* détails.	36.56	Z = rapport de la résistance de la rivure à celle de la pleine tôle.
						—	28.30	
						—	19.90	X = coefficient de sécurité.
— de l'État danois	1 millimètre d'épaisseur pour 100 millimètres de diamètre pour pression de 10 à 12 kilog. par centimètre carré.	5	34 à 40	...	...	...	...	n = efficacité des rivets.
								R = résistance à la rupture.
— de l'État français	$e = \frac{pd}{2R}$.	...	..	5.7	8.1	...	...	
Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée	$e = \frac{pd}{2R} + 2$ millimètres.	5.25	..	8	...	*Voir* détails.	20	
— Paris-Orléans	$e = \frac{pd}{2R}$.	7.5 à 9	45 à 50	6 à 5	12 à 7	Simple.	40 à 47	
		...	Chrome-acier	...	...	Double.	23 à 28	
		12	75	6.25	9.13	...	...	
— de l'Ouest français	$e = \frac{pd}{2R} + 2$ millimètres.	...	..	6	...	...	...	
— de l'Est français	$e = \frac{pd}{2R}$.	6.5 à 7.5	..	5.6 à 6.5	8.4 à 9	(1)	25	(1) A recouvrement à rivure double.
						(2)	21.4	(2) A double couvre-joints et à rivure simple.
— du Nord français	$e = \frac{pd}{2R}$.	6.18 à 7	..	6.47 à 6.42	9 à 8.98	...	29	
— du Midi français	$e = 0^m.085\,pd$.	...	..	6	8 à 10	A recouvrement.	28 à 30	
						A fourrure.	20	
Great Western Railway	...	5	..	6.81	9.10	...	...	
Midland Railway	...	5	..	...	...	...	...	

TABLEAU V.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	FORMULES EMPLOYÉES.	Coefficient de sécurité.	Résistance de la tôle à la rupture en kilogrammes par millim.	Fatigue en kilogrammes par millimètre carré à la pression du timbre.	Fatigue en kilogrammes par millimètre carré à la pression de l'essai.	Réduction de résistance. Espèce de rivure.	Réduction de résistance. Réduction p. c.	*Observations.*
North Eastern Railway.	...	5	...	...	...	...	...	
Caledonian Railway	...	7.5	...	5.6	8.8	...	...	
Great Eastern Railway	$e = \frac{pd}{2\,ZR}$.	6	...	6.8	...	Double.	39.3	
Lancashire & Yorkshire Railway	$T = \frac{PDF}{4,480 \times S \times n}$.	5	...	8.8	...	...	...	T = épaisseur de la tôle, en pouces. P = pression en livres par pouce carré.
Great Northern Railway (Ireland)	$e = \frac{pd}{2R}$.	5	...	...	...	...	...	D = diamètre intérieur, en pouces. F = coefficient de sécurité.
Midland Great Western of Ireland Railway	$T = \frac{PDF}{60,500 \times 2t}$.	...	...	...	...	Double rivure et double recouvrement.	25	S = résistance à la rupture en tonnes par pouce carré.
						Simple rivure et recouvrement.	44	
Great North of Scotland Railway	$T = \frac{BDF}{2fZ}$.	5	...	...	...	Longitudinale.	20	t = résistance p. c. à la traction de la tôle.
Furness Railway.	...	5.52	...	...	...	—	26	B = pression d'essai par pouce.
London, Tilbury & Southend Railway	$e = \frac{pd}{2R}$.	7.4	...	...	...	Double.	30	f = résistance à la rupture du métal en lb. et pouces.
						Simple.	40	
New Zealand Government Railway.	...	5	...	...	...	...	...	
Western Australia Government Railway.	...	6	...	6.3	...	Double.	30	
						Simple.	40	
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie).	$K = \frac{P}{\sqrt{1 + \frac{2m}{r}} - 1}$	8	...	5	...	...	...	K = résistance de l'acier en kilogrammes par millimètre carré.
Réseau de l'Adriatique (Italie)	...	...	...	6	...	...	...	r = rayon intérieur de la virole, en millimètres.
Chemins de fer de l'État néerlandais	$e = \frac{pd}{2R}$.	5 à 6	...	8 à la rivure.	...	...	...	m = épaisseur en millimètres. q = résistance à la traction, par millimètre carré.
Vladicaucase (Russie)	$K = \frac{pD}{2cs}$.	4.5 à 7.8	...	...	...	Double.	70 à 75	c = épaisseur de la tôle.
						Double avec contre-joint.	85 à 90	p = atmosphères.
Central suisse	$e = d\,\frac{pF}{2QZ}$.	...	...	6 à 7.5	8 à 8.5	Simple.	40	D = diamètre en centimètres. S = fatigue par centimètre.
Gothard	$c = \frac{pD}{2S}$.	5	...	6	...	Double.	25	
						Double recouvrement.	10	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE V.

Travail des tôles d'acier.

Questionnaire.

l) Autorisez-vous l'emploi du marteau pour emboutir les tôles ou imposez-vous l'emploi de la presse pour emboutir tout d'un coup?

l[1]) Pour le perçage des trous, autorisez-vous l'emploi du poinçon et dans quelle proportion par rapport au diamètre du trou fini?

l[2]) Pour la pose des rivets, vous contentez-vous de l'emploi du marteau et jusqu'à quel diamètre?

Ou bien imposez-vous la rivure mécanique ou la presse hydraulique?

l[3]) Dans quelles conditions demandez-vous que les tôles soient recuites : après chaque embout partiel ou après l'emboutissage définitif?

Donner les détails sur le recuit.

l[4]) Pour le travail des tôles très dures, c'est-à-dire pour celles contenant du nickel et du chrome, avez-vous été obligé d'avoir recours à des outils en acier spécial ou à des moyens de graissage spéciaux?

l[5]) Autorisez-vous le découpage des tôles à la cisaille ou imposez-vous le rabotage?

Si vous autorisez le cisaillement, quelle quantité de matières faites-vous laisser pour être enlevée au rabot?

l[6]) Recuisez-vous les viroles formées et les chaudières finies?

l[7]) Formez-vous les pinces par étirage à chaud ou par rabotage?

l[8]) Résumer les travaux faits : au marteau, à la presse, à la cisaille, au poinçon, au foret, à la riveuse hydraulique ou à la machine à river.

Réponses.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

l) Le travail à la main n'est pas autorisé, la presse à emboutir est imposée.

l[1]) Les trous sont percés au poinçon à un diamètre inférieur à 4.7 millimètres à celui du trou fini.

l[2]) Les rivets sont parés au marteau lorsqu'il est impossible de recourir à la rivure mécanique, quel que soit le diamètre.

l[3]) Après l'embout final, les tôles sont portées au rouge cerise partout. L'opération a lieu dans un four et en une seule fois ; le refroidissement a lieu progressivement dans le four lui-même ou bien il a lieu à l'extérieur ; les tôles ayant été recouvertes de sable sec et de fraisil.

l[5]) Le découpage à la cisaille est autorisé : on laisse 6.3 millimètres en plus à l'endroit de la découpure.

l[6]) Les viroles formées et les chaudières finies ne sont pas recuites.

l[7]) Les pinces sont formées par rabotage ou burinage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

l) Le travail d'emboutissage peut se faire à la machine ou à la main.
l[1]) Les trous de rivets sont percés à la machine.
l[2]) La rivure peut avoir lieu soit à la bouterolle, soit à la rivure hydraulique.
l[3]) Le recuit des tôles n'est pas prescrit.
l[5]) Le découpage des tôles à la cisaille est autorisé.
l[6]) Ni les viroles ni les chaudières ne sont recuites.
l[7]) Les pinces sont étirées à chaud.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche (1,376 kilomètres).

l[1]) Les trous de rivets sont percés au foret.
l[5]) Les tôles découpées avec des cisailles sont affranchies, soit à la machine à raboter, soit au burin ; à cet effet, on laisse 10 millimètres sur les bords.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

l) On utilise le marteau et la presse pour l'emboutissage.
l[1]) Le poinçonnage est autorisé, le diamètre du trou percé étant à celui du trou fini comme 19:21 ou 21:23.
l[2]) La pose des rivets de diamètres ordinaires se fait au marteau, quoiqu'on emploie aussi la rivure hydraulique.
l[3]) Le recuit n'a lieu qu'après l'emboutissage.
l[5]) Les bords des tôles sont rabotés ou fraisés.
l[6]) Ni les viroles ni les chaudières ne sont recuites après fabrication.
l[7]) Les pinces sont formées par l'étirage à chaud.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

l) On emploie le marteau et la presse pour emboutir les tôles. Dans les ateliers, l'emboutissage se fait exclusivement au marteau.
l[1]) Le poinçonnage des trous est interdit.
l[2]) En général, la pose des rivets a lieu à la machine, mais elle n'est pas de rigueur. (Bien entendu, on emploie le marteau pour les rivures difficiles à faire : le travail donne entière satisfaction jusqu'à des diamètres atteignant 25 millimètres.)
l[3]) Les tôles à emboutir sont recuites à feu découvert avec tuyères : après l'emboutissage définitif, elles sont recuites dans un four à réchauffer.
l[5]) Le découpage à la cisaille est autorisé avec excédent de matière variant de 5 à 10 millimètres destinés à être enlevés à la machine à raboter.
l[6]) Ni les viroles ni les chaudières ne sont recuites après fabrication.
l[7]) Les pinces sont formées par étirage à chaud et au marteau.
l[8]) En résumé, on emploie :
Le marteau pour emboutir, river, mater ;
La cisaille pour découper les tôles ;
Le foret pour percer tous les trous de rivets ou autres de faibles diamètres ;
La riveuse hydraulique pour toutes les rivures, sauf celles du ciel de foyer, celles obliques réunissant le corps cylindrique au foyer, celles d'embases de dôme.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

l) Parfois l'emploi du marteau est autorisé, mais la presse est préférée.
l[1]) Tous les trous sont percés au foret.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l^2) On laisse au constructeur le choix de la rivure; la rivure hydraulique est presque d'un emploi général.

l^3) Le recuit n'est pas imposé, quoiqu'il soit adopté par tous les constructeurs sérieux.

Le travail à la chaleur jaune ou bleue est expressément interdit.

l^5) Le cisaillage des tôles n'est autorisé qu'à la condition de laisser un excédent de largeur d'au moins 5 millimètres. Le rabotage n'a lieu que pour les tôles de longerons. Quelques usines fraisent les bords des tôles embouties.

l^6) Ni les viroles ni les chaudières finies ne sont recuites après fabrication.

l^7) Les pinces sont formées par l'étirage à chaud.

l^8) En résumé, on fait :

Au marteau, la rivure, l'étirage et l'emboutissage ;

A la cisaille, le découpage des tôles plates ;

Au foret, le perçage des trous de rivets et autres.

La rivure hydraulique est employée partout où cela est possible ; le poinçonnage est interdit.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

l) Les tôles sont embouties au marteau et à la presse.

l^1) Le poinçonnage n'est pas autorisé, les trous doivent être alésés.

l^2) La rivure se fait au marteau, sans considération de diamètre, mais pour les chaudières neuves, la rivure se fait à la presse hydraulique.

l^3) Les tôles sont recuites après l'emboutissage définitif.

l^5) Après découpage des tôles à la cisaille, on rabote les bords : on laisse 5 millimètres pour ce rabotage.

l^6) Ni les viroles ni les chaudières ne sont recuites après fabrication.

l^7) Les pinces sont formées par l'étirage à chaud.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

l) Le marteau, le maillet et le marteau-pilon sont employés : on ne fait pas usage de la presse pour emboutir d'un coup.

l^1) Tous les trous sont percés au foret à un diamètre inférieur de 1 millimètre au trou fini, puis alésés.

l^2) Ne possédant pas de riveuse mécanique, tous les rivets sont placés à la main.

l^3) Le recuit qu'on fait subir à la tôle est un simple réchauffage au rouge pratiqué avant le dressage final des tôles embouties.

Pour les autres tôles, il n'y a pas de dressage ou de réchauffage.

l^5) Pour le découpage des tôles, on emploie la scie à ruban, rarement le poinçon; on laisse environ 1 centimètre pour le rabotage.

l^6) Les viroles sont chauffées pour le cintrage ou l'étirage des pinces; ce travail exécuté, les tôles ne sont plus chauffées.

l^7) Les pinces sont étirées à chaud.

l^8) En résumé, on fait :

Au marteau, les emboutissages de tôles et la pose des rivets.

L'on ne se sert pas de la presse, de la cisaille et du poinçon.

Au foret, tous les trous des rivets.

La rivure hydraulique n'est pas employée.

Liége à Maestricht (30 kilomètres).

l^5) On coupe les tôles à la cisaille, en laissant 5 millimètres de matière pour le rabotage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

l) Il n'est prescrit aucune condition spéciale relative à l'emboutissage.

l[1]) Tous les trous sont percés au foret.

l[2]) Le réseau de l'État français n'impose pas le mode de rivetage.

l[3]) Le recuit a lieu après le montage provisoire de la chaudière : le refroidissement s'opère lentement.

l[5]) On autorise le découpage des tôles à la cisaille, sans imposer de condition pour la quantité de matière à laisser pour être enlevée au rabot.

l[7]) La formation des pinces n'a fait l'objet d'aucune prescription.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

l) On exige que les emboutissages soient faits, autant que possible, à la presse.

l[1]) Les trous sont percés au foret.

l[2]) Les rivets peuvent être posés soit au marteau, soit à la riveuse hydraulique, soit à la riveuse mécanique.

l[3]) Le recuit a lieu après l'emboutissage définitif.

l[5]) L'emploi de la cisaille n'est pas autorisé ; les tôles sont découpées par perçage de trous au foret et régularisés à la machine à fraiser, à la machine à raboter, à la machine à mortaiser ou au burin.

l[6]) Toutes les tôles de chaudières sont façonnées, ajustées et assemblées complètement à l'aide de faux-boulons ; on désassemble ensuite les tôles et on procède au recuit des divers éléments de la chaudière dans un four à calotte mobile, donnant une chaleur uniforme dans toutes ses parties, en entretoisant les plus sujettes à se déformer, et en recouvrant les champs des tôles pour les protéger contre l'action directe du feu.

Le feu est conduit de manière à atteindre la température du rouge cerise clair au bout de quinze à dix-sept heures de chauffe. A ce moment, le feu est éteint, et, afin d'empêcher la température de monter davantage, on soulève la calotte du four de quelques centimètres pendant un temps suffisant pour que la couleur des tôles commence à s'assombrir, puis on ferme toutes les issues du four et on laisse le recuit se prolonger pendant quarante-huit heures environ. On détourne lentement ; les déformations qui peuvent s'être produites pendant ce recuit sont rectifiées à l'aide d'une large chasse à parer après avoir fait chauffer les tôles au rouge sombre au moyen de bois ou de charbon de bois.

l[7]) On forme les pinces par étirage à chaud.

l[8]) En résumé :

Les emboutis doivent être exécutés autant que possible à la presse.

Aucun travail n'est fait à la cisaille.

— — — au poinçon.

Le rivetage peut être exécuté soit à la main, soit à la riveuse hydraulique, soit à la machine à river.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

l) Aucun mode d'emboutissage n'est imposé.

l[1]) L'usage du poinçon est interdit pour tous les trous de chaudières. Tous ces trous doivent être percés au foret.

l[2]) Pour les chaudières, tous les rivets doivent être placés à la riveuse hydraulique.

l[3]) Toutes les tôles embouties doivent être recuites entières, après complet emboutissage.

Le recuit doit être fait au moyen d'un réchauffage au rouge-cerise, dans un four, suivi d'un refroidissement lent.

l[4]) On a utilisé l'outillage courant pour le travail des tôles très dures. Pour maintenir la qualité de résistance à ces tôles dures, il ne faut pas, dans le recuit ultérieur, dépasser la température du rouge sombre et on doit chauffer très lentement.

l[5]) Aucun mode de découpage des tôles n'est imposé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l^6) Le recuit des viroles fermées ou des chaudières montées n'est pas demandé.

l^7) Les pinces sont formées par étirage au marteau à chaud.

l^8) En résumé, on fait :

Au marteau, les pièces embouties et l'étirage des pinces ;

A la presse, les pièces embouties qui ne sont pas faites au marteau ;

A la cisaille, le découpage des tôles ;

Au poinçon : 1° le découpage des trous d'autoclaves, des trous d'homme, des portes de foyer, de communication du dôme à la chaudière. Ces ouvertures sont terminées au burin et à la lime ; 2° tous les trous de boîte à fumée en dehors des viroles ;

Au foret, tous les trous de rivets, de goujons, de boulons de chaudière proprement dite ; les trous des plaques tubulaires à l'endroit des tubes ;

A la riveuse hydraulique ou à la machine à river, les rivets de la chaudière.

Ouest (5,534 kilomètres).

l) On autorise le marteau et la presse, dans les usines qui possèdent des presses ; on fait faire mécaniquement les emboutis.

l^1) On interdit l'usage du poinçon et l'on fait percer les trous à la mèche aux deux tiers du diamètre ; on les alèse ensuite.

l^2) On n'impose aucun mode particulier de rivetage, mais, en pratique, on demande le rivetage mécanique ou hydraulique partout où cela est possible.

l^3) On n'impose pas le recuit après chaque emboutissage partiel ; mais après l'emboutissage final, les tôles assemblées provisoirement sont démontées et recuites au four : elles ne doivent plus, dès lors, subir de travail au marteau.

Ce recuit a lieu dans un four spécial d'une façon lente et progressive jusqu'à la température de 850° environ. La durée est de seize à dix-sept heures : il est suivi d'un refroidissement lent à l'abri de l'air.

l^5) On autorise le découpage des tôles à la cisaille, mais on laisse toujours une partie à enlever soit à la raboteuse, soit au tour, soit à la machine à chanfreiner, soit même au burin.

l^7) Les pinces sont généralement étirées à chaud ; les pinces de couvre-joints sont rabotées pour étirer à chaud pour amincir les bords latéraux.

l^8) En résumé :

Au marteau, on rectifie les emboutis, les assemblages des tôles ;

A la presse, on fait tous les emboutis ;

A la cisaille, on découpe les tôles en laissant une certaine partie à enlever ;

Au poinçon, on perce les trous pour débouchures ;

Au foret, on perce les trous de tôles de chaudières, d'enveloppes, d'entretoises, de cadres, de pinces, d'embases, de dômes.

Autant que possible, les rivures sont faites mécaniquement sans qu'il y ait rien de prescrit.

Est (4,833 kilomètres).

l) En principe, l'emploi de la presse hydraulique paraît préférable pour l'emboutissage des tôles d'acier ; presque tous les travaux d'emboutissage se font à la presse.

Pour les travaux qui ne peuvent se faire qu'à la main, on emploie, lorsque la tôle n'a pas plus de 15 à 16 millimètres d'épaisseur, la mailloche en bois tant que la tôle est assez chaude et on termine à la chasse à parer. Lorsque l'épaisseur de la tôle dépasse 16 millimètres, on est obligé de se servir du marteau.

l^1) L'emploi du poinçon n'est pas autorisé pour le perçage des trous dans les tôles d'acier pour chaudières.

Tous les trous doivent être percés au foret à un diamètre plus faible de 2 millimètres que le diamètre définitif. Après montage provisoire, les trous sont alésés à la cote définitive, mécaniquement ou à la main.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l²) Ainsi qu'il a été dit, l'emploi de la presse hydraulique pour la pose des rivets n'est pas imposé, mais il est recommandé ; ce n'est que dans le cas où, en raison de la situation des rivures, l'emploi de cet appareil n'est pas possible, que l'on opère au marteau.

On estime, en effet, que la rivure à la presse hydraulique donne beaucoup plus de sécurité et permet un serrage plus énergique, surtout avec les épaisseurs de 16 à 17 millimètres qui résultent de l'adoption des pressions élevées actuellement en usage.

Le rivetage hydraulique est plus régulier, moins brutal et paraît devoir moins fatiguer la tôle que le rivetage à la main.

l³) Le recuit des tôles qui ont subi un travail d'emboutissage, se fait seulement après l'emboutissage définitif. Ce recuit est fait à la volée : chaque tôle est chauffée isolément dans un four, (le même qui a servi au chauffage pour l'emboutissage) à la température du rouge cerise clair (soit vers 950°).

Dès que cette température est atteinte uniformément dans toutes les parties de la tôle, c'est-à-dire au bout d'une demi-heure environ, la pièce est retirée du four et déposée sur le sol de l'atelier où s'opère le refroidissement : la seule précaution à prendre consiste à la mettre à l'abri de l'humidité et des courants d'air.

Au début, lors de l'application des tôles d'acier aux chaudières de locomotives, on effectuait le recuit de toutes les tôles de chaudières dans un four spécial de 38 mètres cubes de capacité intérieure. Les tôles étaient disposées dans le four complètement froid, on allumait le four et, au bout de onze heures environ, la température voulue était atteinte. Cette température était maintenue environ une heure, puis on jetait les feux, on soulevait légèrement la calotte du four pendant quelques minutes et on laissait le refroidissement s'effectuer lentement.

Ce procédé a été suivi jusqu'en 1897. A cette époque, des essais entrepris aux ateliers d'Épernay ont démontré que, dans bien des cas, ce mode de recuit donnait lieu à une sorte de critallisation du métal, rendant ce dernier plus fragile.

Nous sommes alors revenus au simple recuit à la volée, en limitant aux seules tôles embouties, c'est-à-dire celles qui ont été l'objet d'un chauffage énergique et d'un travail mécanique très violent.

Quant aux tôles du corps cylindrique et de l'enveloppe qui doivent simplement être cintrées, on estime que ces tôles ayant été recuites dans les usines, peuvent sans inconvénient supporter ces opérations de cintrage, sans subir un nouveau recuit.

l⁵) Les tôles sont généralement livrées aux cotes d'exécution avec un excédent de 5 millimètres, qui tombe au chanfreinage.

Certaines tôles (les flancs et les plaques avant du foyer, par exemple) ne pouvant être livrées dans ces conditions, doivent être coupées à la cisaille à une distance de 1 centimètre de la cote définitive ; ensuite, elles sont chanfreinées, fraisées ou burinées.

Le chanfreinage des tôles à la machine est recommandé de préférence au burinage : la tôle reçoit moins de chocs et ne conserve pas les entailles produites par le burinage, lesquelles constituent, en quelque sorte, des amorces de fissures.

Il est en outre recommandé aux chaudronniers d'abattre légèrement, à la lime, les arêtes vives à l'endroit des découpures faites dans les tôles.

l⁶) Le recuit des viroles et des chaudières finies, précédemment pratiqué au four dormant, a été abandonné en 1897.

l⁷) Les pinces sont étirées à chaud, en une seule chaude, au marteau à main, puis parées à la chasse.

D'une façon générale, l'étirage à chaud des pinces est beaucoup plus économique, comme matières et comme main-d'œuvre, que la confection par rabotage, et il n'a jamais présenté d'inconvénients avec les tôles d'acier de bonne qualité.

Ce n'est que dans quelques cas spéciaux de réparation que certaines pinces sont obtenues au burin.

l⁸) En résumé, on fait,

Au marteau : les emboutissages (exceptionnellement), le calibrage des plaques, l'étirage des pinces ;

A la presse : l'emboutissage des plaques avant des boites à feu, des plaques tubulaires de boite à fumée, des calottes de dôme ;

A la cisaille : le découpage des tôles des flancs et des plaques de foyer ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au poinçon : néant ;

Au foret : le perçage de tous les trous de la chaudière ;

A la riveuse hydraulique : la pose de tous les rivets de la chaudière, sauf ceux d'assemblage du corps cylindrique avec le foyer et avec le dôme.

Pour rendre pratique l'emploi de l'acier, aussi bien dans les grandes usines que dans les petits ateliers de construction, on doit tendre de plus en plus à ne pas avoir à faire de distinction entre la tôle d'acier et la tôle de fer pour le choix des méthodes de travail.

Il est désirable que les aciéries arrivent à fabriquer couramment des tôles de chaudières répondant à cette condition.

Nord (3,745 kilomètres).

l) L'emploi du marteau ou de la presse n'est pas imposé.

l^1) Le poinçonnage est absolument proscrit.

l^3) Les tôles qui sont employées, dispensent du recuit après chaque embout partiel.

Le recuit n'est utile qu'à l'égard des tôles dures.

On se borne à exiger :

1° Que les tôles ne soient travaillées qu'entre le rouge cerise clair et le rouge sombre ;

2° Un seul recuit après l'emboutissage définitif.

Les tôles sont livrées avec un excédent de 1 centimètre environ dans les deux sens ; à la chaudière, cet excédent est enlevé au rabot.

Après façonnage, toutes les tôles sont assemblées provisoirement à l'aide de faux boulons. Lorsqu'on s'est assuré que les tôles collent bien, on désassemble pour les recuire dans un four régulièrement chauffé. On entretoise préalablement les parties les plus sujettes à se déformer ; la boîte à feu et les viroles sont placées debout. Des tôles minces recouvrent les chanfreins pour les protéger contre l'action trop directe du feu. On s'arrange à atteindre le rouge cerise clair au bout de quinze à dix-sept heures. A ce moment, le feu est éteint, et, afin d'empêcher la température de monter davantage, on ouvre de quelques centimètres la porte du four, ou bien les regards pendant un temps suffisant pour que la couleur des tôles commence à s'assombrir, puis on ferme toutes les issues et on laisse refroidir lentement pendant quarante-huit heures environ.

On défourne ensuite à l'abri des courants d'air. En cas qu'il se soit produit des déformations, — la chose est assez rare, — on les rectifie à l'aide d'une large chasse à parer, après avoir fait chauffer les tôles au rouge avec du bois ou du charbon de bois.

On réassemble ensuite la chaudière, on alèse les trous de manière à les faire coïncider parfaitement. Le matage doit se faire avec précaution, de manière à ne produire ni empreintes ni sillons.

l^7) Les pinces sont étirées à chaud.

l^8) En résumé, on fait,

Au marteau : les pinces, le cintrage des arrondis, l'envirolage, l'emboutissage et le rivetage, à moins que le constructeur ne préfère employer la presse ;

A la cisaille : on admet que toute tôle peut subir un découpage préliminaire à la cisaille, pourvu qu'on laisse sur les bords une réserve de 10 millimètres environ à enlever au moyen du rabot ;

Au poinçon : on opère le découpage des grandes ouvertures en réservant un excédent de matière de 5 à 7 millimètres, qui est enlevé au burin ;

Au foret : les avant-trous de rivets sont percés au foret à un diamètre inférieur de 2 millimètres à leur diamètre primitif.

Midi (3,236 kilomètres).

l) Toute faculté est laissée au constructeur d'emboutir ou de river au marteau ou à la presse.

l^1) Le poinçonnage des trous est formellement interdit : tous les trous, sans exception, sont percés au foret à un diamètre inférieur de 2 millimètres à celui du trou fini.

l^3) Le recuit n'est imposé qu'après le façonnage, ajustage et assemblage provisoire des tôles.

Les tôles sont désassemblées et placées dans un four donnant une chaleur uniforme dans toutes ses parties ; les tôles sujettes à déformation sont entretoisées. Le feu est conduit d'une manière régulière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour atteindre, en douze heures, la température de 800 à 850° C. au maximum. Le feu jeté, les issues du four bouchées, on laisse refroidir pendant vingt-quatre heures.

l^5) Le découpage doit, autant que possible, être fait à la perceuse.

Le cisaillement des tôles est autorisé à condition de réserver, en sus des dimensions définitives, 2 centimètres; le découpage aux dimensions exactes est terminé à la raboteuse.

l^7) Les pinces doivent être exclusivement étirées à chaud.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

l) On emploie la presse pour emboutir.

l^1) On emploie le foret pour percer.

l^2) On emploie la riveuse hydraulique pour river.

l^3) Un recuit a lieu après l'achèvement de l'emboutissage.

l^5) Après l'emploi de la cisaille, on procède au rabotage et au planage.

On laisse un rebord de 6 millimètres sur chaque côté à enlever à la machine.

l^6) Il n'est pas procédé au recuit des viroles formées.

l^8) En résumé, on fait,

A la riveuse hydraulique : toutes les rivures;

A la presse : tous les emboutissages;

A la cisaille : tous les bords;

Au poinçon : les lignes irrégulières;

Au foret : tous les trous.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

l) On emploie la presse et l'emboutissage s'opère en une seule chaude.

l^1) Les trous sont poinçonnés à 1 $^1/_2$ millimètre en moins du diamètre du trou fini.

Le trou est ensuite alésé à l'assemblage.

l^2) Pour la pose des rivets, on emploie la presse hydraulique dans tous les cas où c'est possible.

l^3) Toutes les tôles sont recuites dans un four dormant, après entier achèvement du travail.

l^5) Le cisaillement est autorisé à condition de laisser 3 millimètres à enlever à la fraiseuse.

l^6) On ne procède pas au recuit des viroles formées et des chaudières finies.

l^7) Les pinces sont étirées au marteau.

l^8) En résumé, on fait,

Au marteau : tout ce qui ne peut être exécuté à la presse;

A la presse : tous les emboutissages;

A la cisaille : tous les côtés droits et unis des tôles;

Au poinçon : tous les trous de rivets des larges-plats ou viroles;

Au foret : tous les trous des tôles embouties;

A la riveuse hydraulique : tous les rivets qui peuvent être placés à la machine.

North British Railway (2,144 kilomètres).

l) Les emboutis s'exécutent à la presse en une chaude.

l^1) On autorise le poinçonnage dans certains cas.

l^2) La rivure hydraulique est exigée partout où c'est possible.

l^3) On n'emboutit pas par parties.

l^5) L'emploi de la cisaille est autorisé en laissant 4 millimètres pour le rabotage.

l^8) En résumé, on fait,

A la presse : tous les emboutissages;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A la cisaille : on découpe les tôles à 4 millimètres en plus des dimensions définitives ;
A la riveuse hydraulique : toutes les rivures où c'est possible.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

l) Les emboutis sont faits à la presse.
l[1]) Le poinçonnage des trous n'est pas autorisé.
l[2]) La machine à river doit être employée partout où c'est possible.
l[3]) Le recuit a lieu après l'achèvement des tôles.
l[5]) Les tôles sont cisaillées et planées. On réserve 3 à 6 millimètres pour le rabotage.
l[6]) Les viroles fermées ne sont pas recuites.
l[7]) Les pinces sont étirées à chaud.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

l) Les plaques tubulaires sont embouties à la main.
Les plaques d'avant et d'arrière du foyer sont embouties à la presse hydraulique et finies au marteau.
l[1]) Les trous des rivets sont percés au foret.
l[2]) La rivure hydraulique est requise toutes les fois qu'elle est praticable.
l[3]) Le recuit n'est pas imposé.
l[5]) Les tôles sont cisaillées et rabotées ensuite. Les plaques embouties sont meulées sur les bords.
On laisse en sus 6 à 3 millimètres à cet effet.
l[6]) Les pinces sont étirées à chaud.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

l) Aucune tôle d'acier pour chaudière n'est emboutie au marteau, l'emboutissage a lieu à la presse hydraulique.

Généralement, une tôle peut être emboutie à la forme voulue par une seule opération, mais, dans quelques cas, une seconde opération est nécessaire pour compléter l'emboutissage, ce qui entraine un deuxième chauffage de la plaque.

l[1]) La majorité des trous des tôles d'acier sont poinçonnés aux diamètres des rivets.

l[2]) Tous les rivets de chaudières sont posés à la riveuse hydraulique, autant que cela est possible.

l[3]) Les tôles du corps cylindrique et d'enveloppe sont recuites avant le cintrage, le découpage étant terminé ; les plaques d'arrière, les plaques d'avant du foyer et les plaques tubulaires d'avant sont recuites quand l'emboutissage et le travail sont terminés et avant leur assemblage.

Le recuit a lieu dans un grand four à gaz dans lequel on porte les plaques au rouge sombre ; on les sort ensuite et on les pose sur une plaque en fer bien droite où on les laisse refroidir.

l[5]) Les tôles sont laminées à l'usine avec un excédent de matière de 25 millimètres sur chaque bord ; elles sont coupées à la chaudronnerie en laissant 12.69 millimètres de matière en plus des dimensions définitives. On les finit au rabot.

l[6]) Ni les viroles fermées, ni les chaudières finies ne sont recuites.

A l'exception de l'épreuve hydraulique, qui a lieu à l'eau chaude, aucun chauffage ultérieur n'a lieu jusqu'au moment de la mise en pression.

l[7]) Les pinces sont étirées à chaud.

Les pinces et les onglés des tôles s'exécutent au marteau à main ; le siège des soupapes, le trou d'homme, sont estampés au pilon.

l[8]) En résumé, on emboutit à la presse hydraulique les plaques d'arrière, la plaque d'avant du foyer, l'embase du dôme, la cornière d'avant, les cornières de suspension des fermes, les supports des entretoises longitudinales et le couvercle du dôme.

On cisaille toutes les tôles.

On poinçonne la généralité des trous de rivets.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On perce tous les trous d'entretoises et ceux de quelques rivets.
On place à la riveuse 85 p. c. des rivets.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

l) L'emboutissage a lieu à la presse.
l[1]) On n'autorise le poinçonnage des trous de rivets que pour les rivures circonférencielles poinçonnées à 15.8 millimètres, pour être alésées à 19 millimètres.
l[2]) La rivure est hydraulique, autant que possible.
l[3]) Après l'emboutissage, les tôles sont chauffées au rouge et refroidies doucement.
l[5]) Elles sont coupées à la cisaille et les bords rabotés. A cet effet, on laisse environ 3 millimètres.
Les viroles fermées et les chaudières finies ne sont pas recuites.
Les pinces sont formées par étirage à chaud.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Emboutissage à la presse.
Le poinçonnage n'est pas autorisé.
Rivure hydraulique.
Recuit quand l'emboutissage est terminé.
Découpage au rabot des tôles et des pinces.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 (kilomètres).

l) L'emboutissage a lieu à la presse en une seule opération.
Tous les trous de rivets sont percés.
l[1]) Tous les rivets sont posés à la machine, quand cela est possible.
l[3]) Les tôles de viroles sont recuites avant la livraison. Les plaques d'avant et d'arrière de la boite à feu sont recuites après emboutissage, sans compter le chauffage local pour l'étirage des pinces.
La plaque tubulaire de boite à fumée est recuite après l'emboutissage. Chauffée au rouge couleur de sang et refroidie graduellement.
l[4]) On ne fait pas usage d'outils spéciaux pour les tôles au nickel, le besoin ne s'en étant pas fait sentir.
l[5]) Les tôles sont cisaillées à 6 millimètres en sus de chaque bord.
l[6]) On ne recuit pas les viroles fermées, etc.
l[7]) Les pinces sont étirées à chaud.
l[8]) En résumé, on fait :
Au marteau pneumatique, les matages;
A la presse, les plaques d'avant et d'arrière du foyer, la plaque tubulaire de la boite à fumée, les plaques d'arrière en cuivre du foyer;
Tous les trous sont percés :
A la riveuse hydraulique, les rivures;
A la cisaille; après cisaillement, on termine au rabot aux dimensions définitives.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

l) On emboutit, si c'est possible, à la presse en une fois.
l[1]) Les trous de rivets sont percés.
l[2]) On exige la rivure hydraulique ou à la vapeur.
l[3]) Le recuit se fait après l'emboutissage complet.
l[5]) Les tôles sont cisaillées, on laisse 3 à 5 millimètres pour le rabotage.
l[6]) On ne recuit pas les viroles fermées.
l[7]) Les pinces sont étirées à chaud.
l[8]) En résumé, on fait :
Au marteau, l'étirage des pinces;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A la presse, l'emboutissage des tôles d'avant et d'arrière ;
A la cisaille, le découpage des tôles d'avant et d'arrière ;
Au poinçon, le poinçonnage des tôles d'avant et du dôme ;
Au foret, où c'est exigé ;
A la riveuse hydraulique, partout où elle peut être employée.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

l) L'emboutissage à la presse est exigé.
l[1]) Les trous sont poinçonnés à un diamètre de 3 millimètres au plus petit et alésés à la machine au diamètre demandé.
l[2]) La rivure à la main n'est autorisée que là où elle s'impose.
l[3]) Le recuit a lieu après emboutissage définitif.
l[5]) Les bords des tôles sont rabotés.
l[6]) On ne recuit pas les viroles fermées.
l[7]) Les pinces sont étirées à chaud.
l[8]) En résumé, on fait :
Au marteau, les emboutis à défaut de la presse ;
A la presse, en général, tous les emboutissages ;
Au poinçon, on perce les avant-trous, qui sont ensuite alésés ;
Au foret, on perce particulièrement les trous d'entretoises ;
A la riveuse, les rivures.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

l) L'emboutissage s'opère à la presse, en une seule opération.
l[1]) Les trous peuvent être poinçonnés à 1 $^1/_2$ millimètre plus petit que le diamètre fixé.
l[2]) La rivure hydraulique est utilisée où cela est possible.
l[3]) Le recuit a lieu d'après les habitudes de l'usine.
l[5]) Les tôles sont coupées à la cisaille et rabotées ensuite ; à cet effet, on laisse 25 millimètres sur les dimensions.
l[6]) On réchauffe pour le cintrage.
l[7]) Les pinces sont obtenues par étirage.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

l) L'emboutissage se fait à la presse hydraulique, en une seule opération.
l[1]) Tous les trous sont percés au foret.
l[2]) La rivure hydraulique est employée.
l[3]) Toutes les tôles sont recuites au laminoir et non recuites après l'emboutissage.
l[5]) On emploie la cisaille, en ménageant 6 à 9 millimètres pour le rabotage.
l[6]) On ne recuit pas les viroles fermées.
l[7]) Les pinces sont étirées à chaud.
l[8]) En résumé, on fait :
A la presse, tous les emboutissages des tôles d'acier ;
A la cisaille, toutes les tôles (mais après planage) ;
Au poinçon, non autorisé ;
Au foret, tous les trous de boulons, de rivets et de tubes ;
A la riveuse hydraulique, tous les rivets de chaudières.
La rivure du châssis se fait à la main.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

l) Le marteau est autorisé dans certains cas, mais l'emboutissage a lieu généralement à la presse.
l[1]) Tous les trous sont percés.
l[2]) On emploie la rivure hydraulique partout où cela est possible.
l[3]) Le recuit a lieu après emboutissage définitif.
l[5]) Le découpage des tôles à la cisaille est autorisé : on laisse assez de matière pour le rabotage.
l[6]) On ne recuit pas les viroles fermées.
l[7]) Les pinces sont formées par étirage à chaud.

Furness Railway (274 kilomètres).

l) L'emboutissage à la presse est exigé.
l[1]) Tous les trous de rivets sont percés.
l[2]) Les rivets sont placés, autant que possible, à la presse hydraulique à une pression de 30,500 kilogrammes.
l[3]) Les tôles sont recuites après que l'emboutissage a été complet.
l[5]) Les tôles sont cisaillées avec 8 millimètres de matière à enlever au rabotage.
l[6]) On ne recuit pas les viroles fermées.
l[7]) Les pinces sont formées par rabotage.

Tafe Vale Railway (193 kilomètres).

l) Les emboutissages se font à la presse.
l[1]) Le poinçonnage n'est pas autorisé.
l[5]) Les tôles sont rabotées sur les bords.
l[7]) L'étirage des pinces se fait au marteau.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

l) L'emboutissage a lieu à la presse, en une opération.
l[2]) La rivure hydraulique est préférée.
l[3]) Après emboutissage définitif, chaque tôle est convenablement recuite, en la portant au rouge cerise dans un four, et en la laissant refroidir graduellement.
l[5]) Toutes les tôles sont cisaillées avec 1 $^1/_2$ millimètre de matière en plus, pour permettre le rabotage.
l[6]) On ne recuit pas les viroles fermées.
l[7]) Les pinces sont étirées à chaud, au marteau.
l[8]) En résumé :
Le marteau ne sert que pour le matage, le travail des pinces et les rivures qu'il est impossible de placer autrement ;
La presse sert aux emboutissages ;
La cisaille, au découpage des tôles ;
Le poinçon n'est pas employé ;
Le foret sert pour tous les trous des rivets et d'entretoises.
La rivure hydraulique est adoptée.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

l) L'emboutissage hydraulique est préféré.
l[1]) Les trous sont poinçonnés à 3 millimètres plus petits que l'alésage.
l[2]) La rivure est mécanique.
l[3]) Le recuit n'est pas exigé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l^5) Le cisaillement est autorisé en laissant une quantité de matière suffisante pour avoir une coupe droite.

l^6) Les viroles fermées ne sont pas recuites.

l^7) Les pinces sont étirées à chaud.

Isle of Man Railway (56 kilomètres).

Les tôles sont en fer.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

l) L'emboutissage se fait à la presse.

l^1) On autorise l'emploi du poinçon à 2 $^1/_2$ millimètres en moins du diamètre du trou.

l^2) On n'utilise la rivure du marteau à main que là où il est impossible de se servir de la rivure hydraulique.

l^3) Le recuit a lieu après poinçonnage et complet emboutissage. La chauffage a lieu dans un four, avec refroidissement lent.

l^5) Toutes les tôles doivent être terminées à la raboteuse ou à la machine à fraiser
Elles sont cisaillées à 6.5 millimètres plus grand à cet effet.

l^6) Les viroles fermées ne sont pas recuites.

l^7) Les pinces sont étirées à chaud.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

l) L'emboutissage se fait à la presse.

l^1) Tous les trous sont percés.

l^2) Le mode de rivure n'est pas spécifié.

l^3) Le recuit n'a lieu qu'après emboutissage définitif.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

l) L'emboutissage se fait à l'aide de maillets en bois.

l^1) On n'emploie pas le poinçon.

l^2) La rivure hydraulique est exigée partout où cela est possible.

l^3) Le recuit a lieu après chaque emboutissage partiel ; les tôles sont chauffées, en une seule opération, dans un four approprié et refroidies ensuite doucement et graduellement.

l^5) Toutes les tôles sont recuites après découpage à la cisaille.

l^6) On ne recuit pas les viroles fermées.

l^7) Les pinces sont étirées à chaud.

l^8) En résumé, on se sert :
Du marteau, le moins possible ;
De la presse, jamais ;
De la cisaille, oui, mais les tôles sont ensuite recuites ;
Du poinçon, jamais ;
Du foret, où c'est possible.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

l) On emboutit les tôles d'acier avec la chasse et le marteau de 6 kilogrammes.

l^1) Les tôles sont poinçonnées de part en part et recourbées de façon que les surfaces des cônes se touchent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l^2) La rivure à la main est imposée jusqu'à 22 milimètres, mais la rivure hydraulique s'emploie aussi.
l^3) Les tôles sont recuites quand on les reçoit du fournisseur; après l'emboutissage, on les laisse refroidir.
l^5) Les tôles sont cisaillées et environ 3 millimètres sont laissés pour le planage.
l^6) On ne recuit pas les viroles formées.
l^7) Les pinces sont obtenues par étirage à chaud.
l^8) En résumé :
La presse n'est pas utilisée pour l'emboutissage;
Pour la cisaille, les tôles sont cisaillées;
Pour le poinçon, tout ce qui est susceptible d'être poinçonné;
Pour le foret, tous les trous qui ne peuvent être poinçonnés;
Pour la riveuse hydraulique, rivures de cornières ou de corps cylindrique (plaques tubulaires et cadres du bas du foyer);
Le marteau ne sert que pour étirer les pinces, pour cintrer les tôles à froid, pour river et faire joindre.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres)

l) Les emboutissages se font à la presse, en une fois.
l^1) Tous les trous sont percés au foret.
l^2) La rivure hydraulique est exigée partout où cela est possible; tous les rivets posés à la main doivent être en fer du Yorkshire.
l^3) Le recuit se fait, après emboutissage définitif, dans un four à gaz, en une seule opération.
l^5) Toutes les tôles sont cisaillées à 6 millimètres des bords, pour le rabotage.
l^6) On ne recuit pas les viroles fermées.
l^7) Les joints des chaudières sont tous parallèles.
l^8) En résumé :
Le marteau n'est pas utilisé;
On emploie la presse pour les tôles embouties;
La cisaille pour le cisaillement des tôles à 12 millimètres des dimensions définitives;
Le poinçon est interdit;
On perce au foret tous les trous de rivets ou autres;
On fait à la riveuse hydraulique toutes les rivures où l'usage en est possible.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

l) On se sert de maillets en bois pour le fer fondu. On exige que les emboutis affectent des formes rigoureuses.
l^1) Tous les trous de la chaudière sont percés.
l^2) Tous les rivets sont posés au marteau.
l^3) Si les tôles sont travaillées au feu, il y a lieu de recuire après l'emboutissage définitif; les plaques sont chauffées au rouge cerise dans le four. On laisse bien éteindre le feu et l'on ferme tous les registres; on ne défourne qu'après refroidissement, c'est-à-dire après vingt-quatre heures environ.
l^5) On n'impose pas le rabotage pour la mise à la cote des tôles.
On laisse 9 $^1/_2$ millimètres de matière à cet effet.
l^6) On ne recuit pas les viroles fermées.
l^7) On n'emploie pas de pinces.
l^8) En résumé :
On fait au maillet en bois tous les emboutis;
On perce au foret tous les trous.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

l) L'emboutissage se fait à la presse en une seule opération.
l^1) Les trous sont percés au foret.
l^2) La rivure hydraulique est exigée.
l^3) Après l'emboutissage définitif, le recuit est fait au rouge cerise et le refroidissement a lieu dans les cendres.
l^5) Les tôles sont coupées à la cisaille et rabotées (on laisse au moins 6 millimètres pour le rabotage).
l^6) On ne recuit pas les viroles formées.
l^7) Les pinces sont étirées à chaud.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

l^1) L'emploi du poinçon pour le perçage des trous n'est pas admis.
l^2) On préfère la rivure hydraulique, mais on limite le diamètre de manière à pouvoir exécuter aussi la rivure au marteau.
l^3) Le recuit des tôles a lieu après l'emboutissage définitif.
l^5) On admet l'usage de la cisaille, seulement pour ébaucher les tôles à foyer. On doit laisser au cisaillement deux centimètres en plus des dimensions prescrites.
l^6) Les viroles formées et les chaudières finies ne sont pas recuites.
l^7) Les pinces sont formées par étirage à chaud.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

l) On utilise le marteau ou la presse au choix.
l^1) Tous les trous sont percés au foret.
l^7) Les pinces sont étirées à chaud.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

l) On impose l'emploi de la presse pour emboutir tout d'un coup autant que possible.
l^1) Tous les trous sont percés au foret.
l^2) On impose la rivure mécanique ou hydraulique.
l^5) On impose le rabotage.
l^6) On ne recuit pas les viroles fermées, ni les chaudières finies.
l^7) On forme les pinces par étirage à chaud.

RUSSIE.

Chemin de fer de Riazane-Ouralsk (2,081 kilomètres).

l) L'emboutissage se fait à la presse.
l^1 et l^2) Les trous de rivets sont percés jusqu'à 6 millimètres de diamètre extrême du rivetage à la main.
l^3) Le recuit a lieu après l'embout final.
l^5) On ne fait pas usage de la machine à cisailler.
l^7) Les pinces sont étirées à chaud.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

l) L'emboutissage se fait au marteau dans nos ateliers, nos fournisseurs emploient la presse.
l^1) Les trous sont forés au diamètre du rivet.
l^2) Les rivets sont posés au marteau dans nos ateliers.
l^3) Le recuit est obligatoire après un emboutissage ; il s'effectue dans un fourneau à réfraction avec de la houille grasse.
l^4) Les tôles dures ne sont pas employées.
l^5) Les tôles se découpent à la cisaille avec une réserve de 5 à 10 millimètres qui s'enlèvent au rabot ou à la scie à ruban.
l^6) On ne recuit pas les viroles formées, ni les chaudières finies.
l^7) On forme les pinces par étirage à chaud.
l^8) En résumé :
Emboutie pour travaux d'entretien ;
Emboutis par les fournisseurs ;
Découpage des tôles ;
Aucun ;
Tous les trous de rivets ;
Aucun.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

l) L'emboutissage a lieu avec des maillets en bois.
l^1) Tous les trous sont percés.
l^2) La rivure se fait au marteau ou à la presse.
l^3) Les tôles sont recuites après l'emboutissage et refroidies lentement.
l^5) Le découpage se fait à la cisaille.
On laisse pour le rabotage deux épaisseurs de tôle.
l^6) On ne recuit pas les chaudières finies, ni les viroles fermées.
l^7) On forme les pinces par étirage à chaud.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

l) L'emploi du marteau est autorisé.
l^1) Les trous sont percés au foret.
l^2) Pas de prescriptions spéciales pour la pose des rivets.
l^3) Recuit après emboutissage définitif au four à une température ni trop élevée ni trop basse.
l^5) Après découpage à la cisaille les bords sont affranchis à la raboteuse ou à la fraiseuse.
l^6) On ne recuit pas les viroles formées, ni les chaudières finies.
l^7) On forme les pinces par étirage à chaud.
l^8) En résumé :
Emboutissage ;
Découpage des tôles ;
Aucun ;
Trous de rivets et boulons ;
Rivetage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VI.

Résumé des procédés en

COMPAGNIES.	Emboutissage		Perçage			Rivure	
	au marteau.	d'un coup à la presse.	au foret.	au poinçon.	(excédent à enlever à l'alésoir).	à la main.	à la machine.
					Millim.		
RÉPUBLIQUE ARGENTINE.							
Central Argentine Railway	Par exception.	※	*	※	4.7	Par exception.	※
AUTRICHE.							
Chemins de fer de l'État	Indifféremment.		※	*	*	Indifféremment	
— du Sud de l'Autriche			※	*	*		
Société austro-hougroise privilégiée des chemins de fer de l'État	Indifféremment.		*	※	2 p. c.	Indifféremment.	
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	—		※	*	*	Rivure difficile.	Non imposée.
— du Nord-Ouest autrichien	Par exception.	Préféré.	※	*	*	Aucune rivure impos	
HONGRIE.							
Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Funfkirchen	Indifféremment.		※	*	*	*	※
BELGIQUE.							
Chemins de fer de l'État	※	*	※	Puis alésé.	1.0	※	*
— de Liége à Maestricht	*	*	*	*	*	*	*
FRANCE.							
Chemins de fer de l'État	Indifféremment.		※	*	*	Indifféremment.	
— de Paris-Lyon-Méditerranée	*	※	※	*	*	—	
— de Paris-Orléans	Indifféremment.		※	*	*	*	※
— de l'Ouest	—		※	Puis alésé.	D 3	*	Préféré.
— de l'Est	*	Préféré.	※	—	2	Par exception.	Recommandé.
— du Nord.	Indifféremment.		※	*	*		
— du Midi	—		※	Puis alésé.	2	*	*
GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.							
Great Western Railway	*	※	※	*	*	*	※
North British Railway	*	※	※	Par exception.	*	Par exception.	※
Midland Railway	*	※	※	*	*	—	※
Caledonian Railway	Plaque tubulaire.	Autres pièces.	※	*	*	—	※
Great Eastern Railway	*	※	*	※	*	—	※
Great Northern Railway	*	※	*	※	3	—	※
London & South Western Railway	*	※	※	*	*	*	*

Observations. — Le signe (※) indique que la Compagnie spécifie la condition indiquée en tête de la colonne correspondante.

TABLEAU VI.

pour le travail des tôles d'acier.

Recuit des pièces embouties après		Découpage des tôles			Recuit des		Formation des pinces par	
emboutissage partiel.	emboutissage complet.	à la cisaille.	à la raboteuse, à la fraiseuse.	(excédent à enlever).	viroles formées.	chaudières finies.	étirage à chaud.	rabotage à froid.
				Millimètres.				
*	Au four.	※	*	6.3	*	*	*	※
Non prescrit.		※	*	*	*	*	※	*
		※		10				
*	※	※	Fraisées pour finir.		Aucun recuit.		※	*
	Au four.	※	Pour finir.	5 à 10	—		※	*
Non imposé.		※	*	5	—		※	*
*	※	※	*	5	Aucun recuit.		※	*
Chauffage avant dressage.		Scie.	Pour finir.	10	Aucun recuit.		※	*
*	*	※	*	5	*	*	*	*
*	*	Autorisé.	*	Non imposé.	Recuit après montage provisoire.		Indifféremment.	
*	※	*	※	*	—		※	*
*	※	Aucun mode imposé.		*	Aucun recuit.		※	*
*	※	※	*	Non imposé.	Recuit après montage provisoire.		※	*
*	※	※	Pour finir.	5	Abandonné.		※	*
*	※	※	*	10	Recuit après montage provisoire.		※	*
*	※	※	Pour finir.	10	—		※	*
*	※	※	Pour finir.	6	Aucun recuit.		*	*
Non imposé.		※	—	4	*	*	*	*
*	※	※	—	3 à 6	Aucun recuit.		※	*
Non imposé.		※	—	3 à 6	*	*	※	*
*	※	※	*	12.5	Aucun recuit.		※	*
*	※	※	*	3	—		※	*
*	*	*	※	*	*	*	*	※

Le signe (*) indique que la Compagnie ne prescrit pas la condition d'essai correspondante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Emboutissage		Perçage			Rivure	
	au marteau.	d'un coup à la presse.	au foret.	au poinçon.	(excédent à enlever à l'alésoir.	à la main.	à la machine.
					Millim.		
GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE. (*Suite.*)							
Lancashire & Yorkshire Railway	*	%	%	*	*	Par exception.	%
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	*	%	%	*	*	*	%
Great Northern Railway (Ireland)	*	%	*	%	3	Par exception.	%
Midland Great Western of Ireland Railway.	*	%	*	%	1.5	—	%
Great North of Scotland Railway	*	%	%	*	*	—	%
North Eastern Railway	*	%	*	%	1.5	—	%
Belfast & Northern Counties Railway.	Par exception.	%	%	*	*	*	%
Furness Railway	—	%	%	*	*	Par exception.	%
Taff Vale Railway	*	%	%	*	*	*	*
London, Tilbury & Southend Railway.	*	%	*	*	*	*	Préférée.
Metropolitan Railway	*	Préféré.	*	%	3	*	%
Isle of Man Railway	Chaudières en fer.		*	*	*	*	*
EMPIRE DES INDES ET COLONIES.							
New South Wales Government Railways	*	%	*	%	2.5	Par exception.	*
Cape Government Railways	*	%	%	*	*	Non imposée.	
New Zealand Government Railways	%	*	%	*	*	Par exception.	%
South Australia Government Railways	%	*	*	%	*	%	*
Western Australia Government Railways	*	%	%	*	*	Par exception.	%
Natal Government Railways.	%	*	%	*	*	%	*
East Indian Railway	*	%	%	*	*	*	%
ITALIE.							
Chemin de fer du Nord de Milan	Indifféremment.		%	*	*	*	*
Chemins de fer méridionaux	*	*	%	*	*	*	Préférée.
PAYS-BAS (Continent).							
Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'Etat néerlandais.	*	%	%	*	*	*	%
RUSSIE.							
Chemin de fer de Riazane-Ouralsk	*	%	*	%	6	%	*
Chemins de fer de Vladicaucase.	%	*	%	*	*	%	*
SUISSE.							
Central suisse.	%	*	%	*	*	Indifféremment.	
Gothard	%	*	%	*	*	*	*

Recuit des pièces embouties après		Découpage des tôles			Recuit des		Formation des pinces par	
emboutissage partiel.	emboutissage complet.	à la cisaille.	à la raboteuse, à la fraiseuse.	(excédent à enlever.	viroles formées.	chaudières finies.	étirage à chaud.	rabotage à froid.
				Millimètres.				
*	%	%	*	6	Aucun recuit.		%	*
*	%	%	*	3.5	—		%	*
*	*	*	*	*	*	*	%	*
Non imposé.		%	*	12.5	*	*	%	*
Non recuit.		%	*	6.9	Aucun recuit.		%	*
*	%	*	*	*	%	*	%	*
*	%	%	*	Indéterminé.	Non recuites.		*	%
*		%	*	8	—		%	*
*	*	*	*	*	—		%	*
*	%	*	*	12.5	—		%	*
Non exigé.		%	*	Indéterminé.	—		%	*
*	*	*	*	*	*		*	*
*	Après poinçonnage.	%	*	6.5	Non recuites.		%	*
*	%	*	*	*	—		*	*
Après cisaillage.	%	*	*	*	—		%	*
Non recuit.		%	*	3	—		%	*
*	%	%	*	6	—		*	*
*	%	%	*	9.5	—		*	*
*	%	%	*	6	—		%	*
*	*	*	*	*	*		%	*
*	%	%	*	10	Non recuites.		%	*
*	*	*	Pour terminer.	*	Non recuites.		%	*
*	%	*	Pour terminer.	*	*		%	*
*	%	%	*	5 à 10	*		%	*
*	%	%	*	1 épaisseur de tôle.	Non recuites.		%	*
*	%	*	%	*	*		%	*

ANNEXE VI.

—

Corrosion et durée des tôles d'acier et de fer fondu.

Questionnaire.

—

m) Avez-vous pu comparer la durée relative de ces tôles par rapport à celles de fer?

*m*¹) Si vous avez constaté des corrosions, quelle en a été l'importance?

La rapidité de leur formation?

Leurs causes?

*m*²) Les moyens préventifs?

Désincrustant?

*m*³) Quelles sont les réparations les plus fréquentes auxquelles donnent lieu les chaudières en tôle d'acier?

Indiquer si vous faites des épreuves ou des revisions périodiques.

Réponses.

—

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

m) Il n'a pas été établi de comparaison de durée entre les tôles employées et celles en fer.

Chemins de fer du Nord de l'Autriche (2,594 kilomètres).

m) Il n'a pas été établi de comparaison de durée entre les tôles employées et celles en fer.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres)

m) La durée des tôles de fer fondu ne diffère pas notablement de celles des tôles de fer.

*m*¹) On constate, en général, des corrosions aux joints du fond de la chaudière et au-dessus du cadre du foyer. La rapidité de leur formation dépend de la qualité de l'eau d'alimentation.

*m*²) On emploie comme moyens préventifs un revêtement des tôles du fond par des tôles minces en cuivre ou en acier Martin.

Comme désincrustant, on emploie une solution alcaline préparée par la Compagnie.

*m*³) Le remplacement des tôles du fond constitue la réparation la plus fréquente.

On fait subir périodiquement aux chaudières des épreuves hydrauliques conformément aux ordonnances du gouvernement. On procède aussi, de temps en temps, à des visites de l'intérieur des chaudières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

m) Il n'a pas été établi de comparaison de durée entre les tôles d'acier employées et celles de fer.

m^1) Après un long service, dix à douze années, les piqûres deviennent assez importantes pour nécessiter l'emploi de revêtements en tôle ou même le remplacement des viroles.

m^2) On emploie comme moyens préventifs la garniture en cuivre « Feldbach ».

On n'emploie pas les désincrustants.

On a fait jadis des essais avec le pétrole injecté dans les chaudières avant l'alimentation, les résultats ainsi obtenus n'ont pas été satisfaisants.

m^3) Les réparations les plus fréquentes ont trait au corps cylindrique, aux plaques du foyer et au cadre du bas du foyer.

Outre les lavages, on procède à des révisions périodiques tous les trois à cinq ans.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

m) Les tôles en fer fondu, de plus grande résistance, se corrodent moins facilement que les tôles plus douces.

m^3) Les principales réparations sont occasionnées par des piqûres des trames des rivets aux parties les plus fatiguées.

Les épreuves à la presse ont lieu tous les cinq ans.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

m) Les corrosions sont en général moindres pour les tôles en fer fondu Martin que pour les tôles de fer forgé ; elles atteignent une profondeur de 5 à 7 millimètres.

m^1) Les causes des corrosions dépendent de la qualité de la matière et de celle de l'eau employée.

m^3) Les réparations portent surtout sur le corps cylindrique et le cadre du foyer.

On procède annuellement à une visite extérieure.

Après un service de cinq ans on procède à une revision minutieuse extérieure et intérieure. On procède ensuite à un essai à froid.

m^2) On emploie comme matière désincrustante les pétroles lourds, suivant le degré de dureté de l'eau, une certaine proportion de NaO,CO^2 ; si l'eau contient du CaO,SO^3 on renouvelle de temps en temps la dose de NaO,CO^2 qui est alors versée dans le tender.

Enfin, dans d'autres cas, on additionne à l'eau d'alimentation de la teinture de quebracho ou bien l'eau est purifiée préalablement dans les réservoirs d'alimentation.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

m) Les résultats relatifs à la durée des tôles ne sont pas acquis.

m^1) Après quatre ans de service, trois demi-viroles ont présenté, à leur partie inférieure, de nombreuses corrosions dont la plus profonde atteignait 3.4 millimètres.

Dans un autre cas, une tôle a présenté, au bout de trois ans de service, des corrosions à sa partie inférieure.

m^2) On n'emploie pas de procédé d'épuration des eaux d'alimentation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On utilise comme matière désincrustante, la composition suivante :

Eau	33 p. c.
Silicate de soude	22.57 —
Carbonate de soude	44.1 —

m^3) Les chaudières sont éprouvées à une fois et demie la pression en marche préalablement à la mise en service ; après toute réparation essentielle, après un usage ou un chômage plus ou moins prolongé.

L'épreuve est en outre renouvelée chaque année, mais seulement à une fois un quart la pression normale de marche.

Toute épreuve est précédée d'une visite minutieuse de la chaudière.

Enfin, une visite spéciale a lieu chaque fois que les exigences d'un travail de réparation mettent à nu une certaine partie de la chaudière inaccessible en temps ordinaire.

Société des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

m^2) Comme désincrustant, on injecte dans la chaudière 0k.0156 de liquide antitartrique par mètre cube d'eau vaporisée et par degré hydrotimétrique.

Ce liquide antitartrique est obtenu en faisant bouillir 130 kilogrammes de bois de campêche en copeaux et 150 kilogrammes de carbonate de soude dans 1,000 litres d'eau.

m^3) La réépreuve des chaudières en tôle d'acier est réglementée par le décret du 30 avril 1880.

Il n'a pas été pris de mesures particulières pour la revision périodique de ces chaudières.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

m^2) On ne fait pas usage de désincrustant.

m^3) Dans les chaudières en acier ou en fer, ce sont les plaques embouties et les parties inférieures des plaques latérales d'enveloppe de boite à feu qui donnent lieu aux réparations les plus fréquentes.

On ne fait, en fait d'épreuves périodiques, que l'épreuve décennale prescrite par la loi de 1880.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

m) Jusqu'à ce jour on n'a pas eu l'occasion de remplacer une chaudière d'acier. Ce fait prouve que les tôles d'acier se comportent, en service, au moins aussi bien que les tôles de fer.

m^1) Les corrosions des pinces proviennent seulement des fuites ; on les prévient par un ajustage aussi parfait que possible des tôles et par leur montage à froid en dedans et en dehors de la chaudière.

Les piqûres des tôles en contact avec les flammes ou les produits de la combustion sont occasionnées par les impuretés du charbon employé et de la vapeur d'eau surchauffée provenant du combustible.

m^2) Pour éviter les corrosions dues aux fuites, les tôles sont soigneusement assemblées lors de la construction ; elles sont ensuite matées intérieurement et extérieurement. Il est absolument interdit de mater les tôles pendant que la chaudière est en pression.

On retarde la formation des piqûres en assurant une bonne combustion du charbon, en procédant fréquemment au nettoyage des tubes et en laissant échapper les gaz brûlés à une température plus faible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les tôles de boite à fumée, on a conservé l'emploi du fer qui résiste mieux aux actions nuisibles des fumées.

En outre, on enduit la boite à fumée intérieurement, après grattage, nettoyage à sec et lavage à la lance d'un lait de chaux vive et de 80 parties d'eau ; enduit qu'on fait sécher le plus rapidement possible, en laissant ouvertes les portes de la boite à fumée. La pyrite du charbon et la vapeur d'eau des fumées donnent de l'acide sulfurique, la chaux passe à l'état de sulfate de chaux et la tôle est préservée d'autant.

Pour atténuer l'effet des dilatations et des contractions, on utilise une seule dureté d'acier dans toutes les parties de la chaudière.

Les corrosions intérieures sont combattues par l'emploi de désincrustants. On emploie depuis 1857 le même désincrustant qui a toujours donné des résultats satisfaisants. C'est un liquide composé de carbonate de soude et d'extraits de bois de teinture. Le bois de teinture forme avec les dépôts calcaires des laques qui déposent une mince couche de charbon qui sépare le métal de l'incrustation. Le carbonate de soude désagrège les matières tinctoriales et, dans l'eau des chaudières, transforme le sulfate de chaux en carbonate de chaux insoluble et pulvérulent. Le sulfate de chaux (soluble à chaud et insoluble à froid) formerait des dépôts très adhérents en se déposant lentement.

Le carbonate de soude, en plus, sature les traces d'acides qui pourraient subsister dans l'eau et neutralise la petite quantité de corps gras qui pourraient entrer dans la chaudière.

Les réparations les plus nombreuses sont celles résultant des corrosions, lesquelles se produisent particulièrement à la partie inférieure des viroles, autour des autoclaves de vidange, aux angles emboutis des plaques de foyer et sur les plaques tubulaires d'avant, à la jonction inférieure avec le corps cylindrique.

On se conforme, pour les épreuves des chaudières, aux prescriptions contenues dans le décret du 1er mai 1880, titre I, article 2, et dans la loi du 21 juillet 1856, titre I.

Ouest.

m) Les résultats ne sont pas acquis.

m^1) Les corrosions se produisent à la partie basse des viroles en pleine tôle, aussi bien qu'aux jonctions des viroles et autour des rivets fixant les supports des chaudières sur le châssis.

Parmi les causes qui provoquent les corrosions, il faut citer l'emploi des eaux chlorurées et le défaut d'homogénéité des tôles.

m^2) Les chaudières en tôle d'acier sont traitées comme celles en tôle de fer, c'est-à-dire soumises à des lavages périodiques à l'eau chaude après un parcours de 1,500 kilomètres pour les locomotives à voyageurs et de 1,000 kilomètres pour les locomotives à marchandises. Lors des détubages on les pique au marteau pour détacher le tartre adhérent.

m^1) La désincrustation se fait à l'aide d'un liquide à base de québracho et de soude caustique.

m^3) Les réparations faites aux chaudières en tôle d'acier consistent, comme celles faites aux chaudières en tôle de fer, dans l'enlèvement des parties corrodées, lorsque les corrosions menacent de percer les tôles ; mais au préalable on recouvre généralement les parties corrodées les plus mauvaises à l'aide de tôles rapportées ou fourrures.

Les chaudières en acier ne sont visitées spécialement que lorsqu'on fait le remplacement de la tubulure ; lorsqu'on remplace soit une virole, soit une demi-virole ou même une plaque tubulaire, on éprouve la chaudière à la presse hydraulique dans les mêmes conditions que les chaudières neuves.

Est.

m) Les résultats ne sont pas acquis.

Dans les chaudières des locomotives 0526 à 0541, construites en 1866 et dont la boite à feu était en acier fondu, on a constaté que l'acier se comportait comme le fer.

Dans les chaudières des locomotives à grande vitesse, 800 datent de 1891 et, ayant déjà parcouru 500,000 kilomètres, on n'a constaté que des corrosions très faibles. Toutefois, il est difficile d'établir des comparaisons, car il n'existe pas de locomotive de ce type avec chaudière en tôle de fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant on peut signaler que dans les chaudières en tôle de fer des anciennes locomotives à grande vitesse 501 à 562, qui faisaient un service analogue, on n'a également constaté que des corrosions légères.

Sauf ces remarques, il semble plutôt qu'il y ait un léger avantage au profit des tôles d'acier qui paraissent mieux résister aux corrosions que les tôles de fer.

m^1) On a constaté des corrosions en tous points semblables à celles que l'on observe dans les tôles de fer ci-après :

10 années	de service	dans les locomotives	nos 0526 à 0541.
17	—	—	nos 1000 à 1001.
9	—	—	nos 0558 à 0563.

Les corrosions observées sont de deux sortes :

1° Corrosions par pustules offrant l'aspect de cavités lenticulaires isolées ou enchevêtrées les unes dans les autres. Elles paraissent dues à une action chimique de l'eau ou des éléments dissous dans l'eau;

2° Corrosions par sillons localisées en certains points. Elles paraissent dues à une action mécanique résultant des flexions et contre-flexions en service, aggravées par une action chimique comme précédemment.

Le développement des corrosions étant corrélatif à la formation des incrustations, on combat ces dernières par des désincrustants et par les lavages périodiques (tous les dix jours environ) des chaudières en service. Ce lavage est fait à l'eau chaude, sans pression.

m^2) Comme désincrustant on emploie un liquide antitartrique formé par :

Carbonate de soude desséché	108
Extrait de châtaignier (densité, 1.202)	122
Eau	770
Total.	1,000

On introduit en moyenne 2 litres de ce liquide par jour. Cette proportion varie d'après le service et la nature des eaux.

m^2) Jusqu'à présent les chaudières en tôle d'acier n'ont pas donné lieu à des réparations spéciales. Quelques fissures à certains trous de rivets, mais elles se produisent aussi avec les tôles de fer.

En dehors des revisions nécessitées par une fuite de vapeur ou d'eau qui doit être arrêtée dès qu'elle se déclare, il est procédé à des revisions périodiques dans les conditions suivantes :

1° Revisions périodiques de l'extérieur des chaudières, effectuées par les dépôts lors de la rentrée des machines de l'atelier au dépôt.

Il est prescrit de dérober complètement les chaudières tous les quinze à vingt mois, de façon à pouvoir procéder à une visite complète de la chaudière ainsi qu'au matage des fuites, s'il y a lieu.

Le dépôt profite de cette revision générale de l'extérieur pour visiter également l'intérieur de la chaudière dans toutes les parties accessibles.

2° Revision de l'intérieur des chaudières effectuées par les dépôts ou les ateliers d'Epernay, pour satisfaire aux prescriptions du décret du 30 avril 1880.

Toute épreuve décennale est précédée d'un détubage complet qui permet de visiter l'intérieur de la chaudière et de déterminer les réparations nécessaires, s'il y a lieu : remplacement des plaques, des viroles ou parties de viroles, application de doublures, etc.

Cette limite de dix ans est réduite lorsque l'état du foyer nécessite la rentrée de la locomotive aux grands ateliers.

Nord (3,745 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas encore acquis.

m^1) On se propose de faire quelques essais à l'aide de plaques de zinc suspendues aux divers points de la chaudière, de manière qu'elles plongent dans l'eau (procédé analogue à celui de Hannay).

m^2) On fait les épreuves décennales à la presse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, toute réparation faite à l'aide de fourrures est également suivie d'un essai à la presse, ce qui revient à dire que les épreuves ont lieu tous les trois à quatre ans.

Quant aux revisions, elles n'ont pas un caractère périodique, mais chaque fois qu'un atelier trouve l'occasion de détuber une chaudière, il en profite pour la visiter.

Midi (3,236 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

m) Les corrosions intérieures des viroles de chaudières en fer se présentent généralement sous forme de piqûres plus ou moins isolées, tandis qu'avec l'acier ces défauts sont ordinairement plus étendus : les piqûres sont plus larges et s'enchevêtrent.

m[1]) La corrosion intérieure des chaudières en acier, due aux fuites de vapeur aux rivets et aux joints des tubes, en avant des plaques tubulaires, est bien plus rapide que dans les chaudières de fer. (L'importance de ces corrosions est environ dans le rapport de 3 pour l'acier et de 1 pour le fer.)

Les renseignements consignés dans le tableau suivant ont trait à des corrosions de tôles d'acier formant les viroles de chaudières. Les relevés, portant sur une période de cinq ans, ont été faits par le même inspecteur.

DONNÉES.	*Chaudières trouvées en bon état.*		*Chaudières trouvées faiblement corrodées.*		*Chaudières corrodées à une profondeur de 0.8 mill. et au-dessus.*		*Nombre total de chaudières visitées.*	
	Fer.	Acier.	Fer.	Acier.	Fer.	Acier.	Fer.	Acier.
Total.	10	69	87	288	431	704	528	1,061
État de la corrosion	Aucune.	Aucune.	Faible.	Faible.	1,140 mill.	1,660 mill.	1,140 mill.	1,660 mill.
Service total en années des chaudières . . .	114.39	392.38	1,067.56	1,649.53	5,196.76	4,712.89	6,378.71	6,754.8
Durée moyenne de service par chaudière en années	14.43	5.68	12.27	5.72	12.05	6.69	12.08	6.36
Pourcentage du nombre total des chaudières examinées	1.89	6.5	16.48	27.15	81.63	66.35	...	...
Importance des corrosions par chaudières . . . . . (moyenne) .	...	...	...	...	2.6 mill.	2.35 mill.	2.16 mill.	1.56 mill.
Importance des corrosions par années. . . . . (moyenne) .	...	...	...	...	0.22 mill.	0.35 mill.	0.18 mill.	0.25 mill.

m[3]) Les réparations les plus fréquentes ont trait aux plaques tubulaires en fer, fonds de corps cylindrique et de la boîte à feu.

On procède à des visites périodiques.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

m) On utilise des eaux très différentes entre elles: il en résulte que les corrosions varient beaucoup suivant les circonstances.

m[3]) On procède à des examens périodiques variant suivant les localités.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

m) Les résultats comparatifs ne sont pas encore acquis.

*m*¹) Les corrosions sont provoquées par la mauvaise qualité des eaux.

*m*²) On emploie un désincrustant liquide de composition anti-corrosive.

*m*³) Les réparations les plus fréquentes sont celles des plaques tubulaires d'avant, quand elles sont en acier.

On procède à des visites périodiques et épreuves à la presse hydraulique tous les cinq ans.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis parce que les circonstances correspondant à l'application des tôles diffèrent totalement de celles des tôles de fer.

*m*¹) Les corrosions se manifestent particulièrement aux quatre angles de l'enveloppe en acier, juste au-dessus du cadre du bas.

Elles débutent généralement au bout de trois ans de service et sont probablement dues à une dilatation inégale et aux chocs produits par la circulation d'eau.

*m*²) On ne connait pas de moyen préventif, aucun désincrustant n'est utilisé.

*m*³) Les réparations les plus fréquentes ont lieu pour l'enveloppe de foyer, du cadre du bas de foyer et pour la plaque tubulaire de la boîte à fumée.

Les chaudières en service sont examinées mensuellement.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

*m*³) On fait des visites périodiques.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

m) Les tôles en fer corroyé sont de plus longue durée avec de l'eau de mauvaise qualité.

*m*¹) Les tôles d'acier ont de très mauvaises piqûres, principalement dans le bas des corps cylindriques et au-dessus du cadre de foyer.

Dans quelques cas, le renouvellement a lieu en quatre ans.

Les mauvaises eaux en sont la cause.

*m*²) Les désincrustants ne sont pas employés.

*m*³) Les réparations les plus fréquentes portent sur le renouvellement des viroles, des plaques avant et arrière de foyer, par suite de l'accroissement des piqûres.

Chaque fois qu'une machine entre en réparation, elle est soigneusement examinée ; on constate quelles entretoises sont cassées, les cassures, les déformations et les autres défauts.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

*m*²) On opère de fréquents lavages.

*m*³) Les réparations sont les mêmes que pour les chaudières en tôle de fer.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

*m*²) On procède à des revisions périodiques.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

*m*²) Visite lors des réparations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas définitivement acquis.

*m*³) On procède aux essais hydrauliques, et à eau chaude, à une fois et demie la pression du timbre. Le premier essai a lieu au bout de cinq ans de service; les suivants tous les cinq ans, ou à l'occasion d'un retubage.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas définitivement acquis; cependant on a cru remarquer que les corrosions de l'acier ne sont pas excessives.

*m*³) Des visites périodiques ont lieu.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

*m*¹) La cause des corrosions est due à l'impureté de l'eau.

*m*²) Comme moyens préventifs on exécute de fréquents lavages.

On ne fait pas usage de désincrustants.

*m*³) La partie inférieure du corps cylindrique demande d'importantes réparations, et quelques tôles sont remplacées environ tous les six ans.

De fréquentes visites et épreuves sont faites.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

*m*³) Toutes les chaudières sont soumises à des épreuves et visites périodiques.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

EMPIRE DES INDES ET DES COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

m) En général, les tôles d'acier se piquent plus vite que les tôles de fer. Dans certaines régions où les eaux ne sont pas pures, on peut dire trois fois plus vite.

*m*²) Quand les eaux sont mauvaises on emploie des désincrustants chimiques.

*m*³) Chaque locomotive neuve entrant en service doit supporter un essai à la presse hydraulique.

12.6	kilogrammes	pour une pression de	8.4	kilogrammes	au timbre.
13.3	—	— de	9.1	—	—
14.0	—	— de	9.8	—	—
14.7	—	— de	10.5	—	—
15.4	—	— de	11.2	—	—
16.5	—	— de	12.0	—	—

Avant la fin des cinq premières années de service, ou après un premier parcours de 2,495,000 kilomètres pour locomotives à voyageurs et 169,000 kilomètres pour les locomotives à marchandises, les chaudières doivent être détubées, détartrées et visitées intérieurement et extérieurement.

Après trois ans et demi un deuxième examen identique est opéré si le parcours en plus, pendant cette période, a été de 145,000 kilomètres pour les locomotives à voyageurs et 112,650 kilomètres pour les locomotives à marchandises.

Pour le reste de leur existence elles doivent être visitées tous les trois ans, ou quand elles auront parcouru une nouvelle distance de 112,650 kilomètres pour les voyageurs et de 90,120 kilomètres pour les marchandises.

Quand une chaudière approche de quinze ans, ou quand elle a déjà parcouru environ 603,500 kilomètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour les voyageurs et 483,000 kilomètres pour les marchandises, le timbre initial sera diminué si la chaudière est maintenue en service.

On en rendra compte à l'ingénieur en chef des locomotives qui décide quel timbre sera ultérieurement employé.

En tout cas, après une réparation importante du foyer ou du corps cylindrique, la chaudière sera de nouveau essayée à la presse hydraulique dans les conditions suivantes :

14 kilogrammes	pour une pression de	12.6	au timbre.		
12.6	—	—	de 11.2	—	
12.0	—	—	de 9.8	—	
10.5	—	—	de 9.8	—	au moins.

En service courant, une chaudière est lavée une fois par semaine et l'eau est renouvelée le plus souvent possible.

On tient un registre mentionnant l'histoire de chaque chaudière.

Les réparations les plus fréquentes ont trait au renouvellement des tôles embouties ou des parties basses de la boîte à feu.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

m^1) Les résultats ne sont pas acquis.

m^3) Les chaudières ayant plus de douze ans d'existence sont éprouvées tous les deux ans ; au-dessous de douze ans elles sont éprouvées tous les trois ans.

Toutes les chaudières sont visitées de six en six mois.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

m) Quand on se sert d'eaux très dures ou d'eaux contenant une proportion anormale de chlorure de magnésium, on trouve en moyenne une durée de 40 p. c. plus longue pour les tôles de fer que pour les tôles d'acier.

m^1) Dans certains cas, les plaques tubulaires de boîtes à fumée se piquent et se creusent à une profondeur de 6 millimètres après un parcours un peu supérieur à 160,930 kilomètres ou même moindre dans quelques cas.

Les tôles de corps cylindrique sont essayées après un parcours moyen de 241,395 kilomètres à 321,860 kilomètres, mais dans quelques cas les tôles faisaient très mal joint auprès de la décharge d'alimentation.

Ces corrosions doivent être attribuées aux acides ou autres sels contenus dans quelques eaux d'alimentation. Les nôtres en contiennent beaucoup.

m^2) Différentes préparations ont été essayées (extraits de différentes écorces ou des solutions de tannate de soude) mais aucune n'a donné satisfaction et il n'en est pas fait usage.

m^3) Les plaques tubulaires de boîte à fumée, le fond du corps cylindrique et la base des enveloppes de foyer sont souvent à remplacer.

On procède à un lavage et à une visite hebdomadaire des chaudières. En outre, on fait une revision bi-annuelle ou plus fréquente encore.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

m) Corrosions très faibles et seulement sur la virole d'avant du corps cylindrique.

m^1) Les causes sont inconnues.

m^2) On n'emploie aucun moyen préventif ni de désincrustant.

m^3) Les tôles en acier ont été mises en usage en 1889 ; depuis ce temps, aucun défaut ne s'est présenté, aucune épreuve spéciale n'a été exigée.

Quand les machines rentrent à l'atelier, la chaudière est enlevée du châssis, examinée, essayée à la presse hydraulique et ensuite sous la pression de la vapeur.

L'enveloppe extérieure est seule en acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

m) L'expérience remonte à trop peu de temps pour pouvoir en déduire des conclusions définitives sur la durée relative des tôles d'acier par rapport à celles de fer.

m[1]) Dans les premières chaudières (1889) construites avec des tôles d'acier, des corrosions considérables se produisirent, à la partie inférieure du corps cylindrique et de l'enveloppe du foyer, sous forme de gales, profondes de 4 millimètres, dans le corps cylindrique et sous forme de bandes de la même profondeur dans l'enveloppe. Dans les chaudières des fournitures plus récentes, on n'a pas encore eu l'occasion d'observer des corrosions de quelque importance.

m[2]) Les corrosions des premières chaudières acquièrent de l'importance après quatre années de service. Aucun désincrustant n'est utilisé.

m[3]) Il n'a pas été constaté de différence entre les chaudières en acier ou en fer au point de vue des réparations générales.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

m[3]) On fait l'épreuve hydraulique de la chaudière la première fois après un parcours de 100,000 kilomètres et pour chaque fois après 80,000 kilomètres ou après une réparation importante de la chaudière et au moins une fois tous les trois mois. Une revision intérieure du corps cylindrique est faite après huit ans de service, ensuite elle a lieu tous les six ans. Les tubes à fumée sont alors retirés de la chaudière.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

RUSSIE

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

m) Les tôles de fer fondu sont plus sujettes à la corrosion que les tôles de fer soudé.

m[1]) Les corrosions se forment de préférence au bas de l'enveloppe de boite à feu, au contact des autoclaves sur les lèvres des rivures et dans la partie inférieure du corps cylindrique.

m[2]) Les corrosions se produisent principalement avec les eaux très dures.

m[3]) Épuration des eaux. Étamage des tôles.

m[4]) Les chaudières de tôle en fer fondu exigent les mêmes réparations que celles en fer soudé. Les essais à la presse hydraulique se répètent tous les quatre ans et, en outre, à chaque réparation capitale.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

m) Les résultats ne sont pas acquis.

m[1]) Pour quelques chaudières on a remarqué des corrosions, à l'avant, après deux ans de service.

m[3]) Après chaque réparation importante et tous les quatre ans, après un parcours de 120,000 kilomètres, on essaie à la presse; tous les six ans, ou après un parcours de 240,000 kilomètres, on fait une visite intérieure.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VII.

Résumé des observations sur la résistance à la

COMPAGNIES.	Durée relative des tôles d'acier et de fer.	Importance des corrosions constatées.	Rapidité de fo des corrosion
Chemins de fer de l'État autrichien	...	...	...
— du Nord de l'Autriche.	...	...	...
Société austro-hongroise privilégiée	Durée analogue.	...	Suivant qualité
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	...	Remplacem'en 10 à 12 ans.	...
— du Nord-Ouest autrichien	L'acier dure plus que le fer fondu.	...	...
Chemins de fer de l'État hongrois	L'acier Martin dure plus que le fer.	5 à 7 millimètres.	...
— de l'État belge.	Pas d'observations concluantes.	3 millimètres 4 en 3 ans.	...
— vicinaux belges	—	...	...
— de l'État français	—	...	...
Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée	—	...	...
— Paris-Orléans	La durée des tôles d'acier est au moins égale à celles de fer.	...	...
— de l'Ouest français	Pas d'observations concluantes.	...	...
— de l'Est français.	—	Faibles piqûres en 9 ans.	Faible en l
— du Nord français	—	...	...
— du Midi français	—	...	...
North Eastern Railway	L'acier dure trois fois moins que le fer	*Voir* détails.	*Voir* déta
Midland Railway	N'a pas été suivi.	Suivant qualité de l'eau.	Suivant qualité
Caledonian Railway	—	...	...
Great Eastern Railway	Pas d'observations concluantes.	...	Trois ans p' les tôles
Great Northern Railway	—	...	...
Lancashire & Yorkshire Railway.	Le fer dure plus que l'acier.	...	Changement d quelquefois
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	Pas d'observations concluantes.	...	...
Great Northern Railway.	—	...	...
Midland Great Western of Ireland Railway	—	...	...
Great North of Scotland Railway	—	...	...
Belfast & Northern Counties Railway	—	...	...
Taff Vale Railway	—	...	Quelques virole au bout d
London, Tilbury & Scotland Railway	—	...	...
Metropolitan Railway.	—	...	...
New South Wales Government Railway	Acier se pique plus vite que le fer.	...	...
New Zealand Government Railway	Pas d'observations concluantes.	...	*Voir* déta
Western Australia Government Railway	Acier dure moins que le fer.	6 mill. au bout de 160,000 km.	Suivant qualité
Natal Government Railway.	Pas d'observations concluantes.	...	...
East Indian Railway	—	...	...
Réseau de l'Adriatique (Italie)	—	...	Importantes
Chemin de fer du Nord de Milan	—	...	...
— de l'État néerlandais	—	...	...
— Central néerlandais	—	...	...
— de Vladicaucase	Fer soudé dure moins que fer fondu.	...	...
Central suisse	Pas d'observations concluantes.	...	Remarques

TABLEAU VII.

sur la durée comparative des tôles d'acier et de fer fondu.

Leurs causes.	Moyens préventifs employés.	Désincrustants employés.	Parties de la chaudière qui donnent lieu aux réparations les plus fréquentes.	Fait-on des épreuves ou revisions périodiques?
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
Qualité des eaux.	Revêtement en cuivre.	Solution alcaline.	Cadre du bas du foyer.	Revisions périodiques.
...	Garniture en cuivre.	Aucun.	Corps cylindrique, plaques, foyer, cadre du bas du foyer.	—
...	...	...	Piqûres aux rivets.	...
Qualité des eaux.	...	Solution alcaline.	...	—
...	...	—	...	Revisions lors des réparations.
...	...	...	...	...
...	Désincrustant.	Solution alcaline.	...	Revisions d'après règlements.
...	—	Aucun.	Plaques tubul., bas de foyer.	—
Les fuites et qualités des charbons.	Bon matage, combustion complète, désincrustant.	Solution alcaline.	Bas des viroles, bas de foyer.	—
Qualité des eaux.	Désincrustant.	—	Bas de foyer et de viroles.	Lavages et revisions réglementaires.
Les fuites et qualités des aux, dilatations inégales.	—	—	*Voir* détails.	— — périodiques.
...	*Voir* détails.	*Voir* détails.	...	Épreuves décennales et aux réparations.
...	...	...	...	...
Fuites aux rivets.	...	...	Bas de viroles et foyers.	Visites périodiques.
...	...	...	Variables.	Examens périodiques.
Qualité des eaux.	...	Solution alcaline.	Plaques tubulaires d'avant	Épreuves tous les cinq ans.
Dilatations inégales.	Aucun.	Aucun.	Bas du foyer et plaques tubul.	Examens mensuels.
...	...	...	...	Visites périodiques.
Qualité des eaux.	Aucun.	Aucun.	Viroles, plaques d'avant et d'arrière du foyer.	Revisions lors des réparations.
...	...	...	Mêmes que pour le fer.	Lavages fréquents.
...	...	...	...	Revisions périodiques.
...	...	...	...	Visites lors des réparations.
...	...	...	...	Revisions tous les cinq ans.
...	...	...	...	Visites périodiques.
Impureté des eaux.	Fréquents lavages.	Aucun.	Bas de viroles.	Fréquentes visites et épreuves.
...	...	...	...	Épreuves et visites périodiques.
...	...	...	...	—
Impureté des eaux.	Désincrustants.	Solution alcaline.	Tôles embouties et bas du foyer.	Revisions périodiques, descente du timbre.
...	...	...	...	Visites et revisions périodiques.
Qualité des eaux.	Nombreuses tentatives infructueuses.	*Voir* détails.	Plaque tubulaire d'avant, bas de viroles.	Revision bisannuelle.
...	...	...	...	Épreuves périodiques.
...	...	...	...	...
...	...	Néant	Bas des viroles, enveloppe du foyer.	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	Revision complète tous les huit ans.
Eaux très dures.	...	...	...	...
...	Épuration des eaux, étamage des tôles.	...	...	Revision tous les quatre ans.
...	...	...	...	Revision tous les six ans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE VII.

Emploi comparatif de l'acier et du fer fondu pour les parties de la chaudière qui ne sont pas soumises à la pression.

Questionnaire.

n) Employez-vous l'acier ou le fer fondu pour les parties de la chaudière qui ne sont pas soumises à la pression, telles que : la boîte à fumée, la cheminée, les rivets, les tubes, les entretoises de boîte à feu?

o) Quels ont été les avantages et les inconvénients de cet emploi?

Avez-vous remarqué que les tubes de fumée en acier s'oxydent plus que ceux en fer fondu?

Pour les rivets, employez-vous de l'acier de même résistance que la tôle? Si non, quel est cet acier?

Réponses.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

n) Pour la boîte à fumée, on emploie l'acier Siemens ainsi que pour la cheminée dont le soubassement est en fonte.

o) Les rivets sont en fer de Yorkshire. Cette Compagnie utilise aussi les rivets en acier.

L'acier n'entre pas dans la fabrication des tubes et des entretoises de foyer.

Les tôles d'acier présentent généralement de plus belles surfaces que les tôles de fer.

Qualité spéciale de l'acier : résistance à la rupture, 39.4 à 44 kilogrammes par millimètre carré.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

n) L'acier ou le fer fondu s'emploie également pour les parties de la chaudière qui ne sont pas soumises à la pression.

Le prix est moins élevé à qualité au moins égale.

o) On n'a pas remarqué que les tubes de fumée en acier s'oxydent plus que ceux en fer fondu.

Le fer fondu pour rivets doit être d'une qualité plus tendre.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

n) Les tôles d'acier ou de fer fondu sont employées pour les assemblages et les boîtes à fumée; les rivets et les entretoises de foyer ne sont pas en acier.

On n'emploie pas de tubes en fer fondu.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

n) Le fer fondu est aussi employé pour les boîtes à fumée, les tubes et parfois pour les cheminées, dont le poids est ainsi diminué par suite de la suppression de la fonte.

Les tubes sont fabriqués exclusivement en fer fondu et les rivets en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

n) Le fer fondu est encore employé pour les boîtes à fumée.

o) Les résultats ne sont pas encore acquis.

Depuis peu on a essayé des tubes en acier d'après le procédé Mannesman; les résultats ne sont pas encore acquis.

Pour les rivets de chaudières, on emploie du fer provenant de riblons à deux chaudes.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

n) Les tôles d'acier ou de fer fondu sont employées pour la boîte à fumée, la cheminée, les tubes. Les entretoises de foyer sont en fer fondu.

Les rivets sont en fer.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

n) Les tôles d'acier ou de fer fondu entrent dans la construction des boîtes à fumée, des rivets qui peuvent toutefois être aussi en fer.

Les entretoises sont en bronze manganésifère ou en cuivre rouge.

o) Les résultats ne sont pas acquis.

La résistance des rivets est la même que celle des tôles.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

n) Les tôles de fer ou de fer homogène peuvent être employées pour les boîtes à fumée et la cheminée.

Les rivets sont en fer ou en acier extra-doux.

On emploie les tubes en fer ou en acier extra-doux lorsque les eaux d'alimentation sont très bonnes; lorsque les eaux sont au contraire incrustantes, l'on se sert de tubes de laiton, et l'on y revient de plus en plus.

Les entretoises sont en cuivre.

Les boulons du ciel du foyer et les tirants sont en fer ou en acier extra-doux soudable.

o) Les tubes en acier ont le défaut d'être attaqués par les eaux; leur surface extérieure se tapisse assez rapidement de piqûres provoquant la mise hors de service.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

n) Les matières différentes employées sont :

La boîte à fumée est en fer homogène et en acier doux;

La cheminée est en fer;

Les tubes sont en laiton;

Les entretoises de boîte à feu sont en cuivre.

Il n'est pas fait usage de tubes en acier.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

n) Les tubes sont en acier et du type Serve pour quatre machines.

Les rivets sont en fer.

Les entretoises du foyer sont en cuivre rouge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

n) On emploie l'acier pour les boîtes à fumée des chaudières en acier et pour la cheminée.
Les rivets sont en fer.
Les tubes à fumée sont en fer ou en acier doux.
Les entretoises sont en cuivre rouge.
Les tirants de foyer sont en acier.
o) On ne fait aucune distinction entre les tôles en acier ou en fer.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

n) On ne fait pas usage de l'acier ou du fer fondu pour les parties de la chaudière qui ne sont pas soumises à la pression.
Les rivets sont en acier extra-doux ou en fer fondu.
Les tubes sont en fer au bois ou en fer fondu comme les rivets.
Les entretoises sont en cuivre rouge.
o) Pour les tôles de boîte à fumée et de la cheminée, le fer a été maintenu parce qu'il résiste mieux aux actions nuisibles des fumées.
Pour les rivets, on emploie l'acier pour maintenir une dilatation à peu près uniforme entre l'acier des tôles et le métal des rivets; mais on a diminué la dureté du métal jusqu'à celle du fer fondu pour faciliter le travail de déformation des rivets.
Les tubes ont été demandés en fer fondu pour les mêmes raisons de dilatation, et aussi parce que le métal est plus résistant tout en restant soudable.
Les entretoises ont été maintenues en cuivre parce qu'il se prête mieux aux dilatations du foyer.
On n'a pas remarqué que les tubes à fumée en acier s'oxydent plus que ceux en fer fondu.

Ouest (5,534 kilomètres).

n) On emploie l'acier doux pour la boîte à fumée et la cheminée. Les rivets sont en fer.
Les tubes sont en acier extra-doux soudable.
Les entretoises de foyer sont en cuivre rouge.
o) Pour les tôles il y a économie dans l'emploi de l'acier. Pour les tubes, il semble également y avoir, en outre d'une certaine économie sur le prix d'achat, une fatigue moins grande des plaques tubulaires. De plus, les tubes d'acier ne se rompent jamais en grand (ce qui arrive aux tubes en laiton) et s'ils se percent, il en résulte bien rarement des accidents pour le personnel.
On n'a pas remarqué que les tubes de fumée en acier s'oxydent plus que les tubes de fer.

Est (4,833 kilomètres).

n) En général, la boîte à fumée fait partie intégrante de la chaudière; elle est formée par le prolongement de la dernière virole du corps cylindrique
Cependant, dans les machines nos 3401 à 3415, où la boîte à fumée est constituée par une virole indépendante, cette dernière a été construite — comme les autres — en tôle d'acier, mais de moins bonne qualité. L'épaisseur de cette tôle n'est que de 14 millimètres, tandis que celle des autres viroles est de 16 1/2 et 17 millimètres.
Les cheminées sont généralement construites en tôle d'acier qualité T. D. de la Compagnie.
Les rivets sont en fer.
Les tubes neufs sont en acier doux.
o) Pour les entretoises de boîte à feu en acier, il n'a été fait d'essai que sur les locomotives nos 801, 802, 803 et 807 dont les trois rangées supérieures d'entretoises des flancs de la boîte à feu ont été confectionnées en acier lors d'une première modification, les entretoises en cuivre ayant présenté de fréquentes ruptures. (Ces entretoises reliaient l'enveloppe de la boîte à feu en acier au ciel du foyer également en acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un nouvel essai vient d'être fait sur les machines nos 3401 à 3415 qui ont reçu des entretoises en acier aux deux rangées horizontales supérieures et aux rangées verticales extrêmes des flancs de la boite à feu.

Pour les boîtes à fumée et les cheminées, l'emploi de l'acier offre une économie notable et une très grande facilité d'emploi.

Pour les rivets, on a maintenu l'emploi du fer en raison de la grande sécurité qu'il procure, de la résistance plus grande contre la chaleur.

Si l'on était appelé à faire usage de rivets en acier, il est probable que l'on adopterait l'acier des entretoises, des tirants, etc. :

Résistance à la rupture.	36 à 42 kilogrammes
Allongement	28 p. c.

pour une distance entre repères fournie par la formule

$$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$$

Les conditions de résistance ainsi fixées seraient, à très peu près, celles des tôles.

La substitution de l'acier au laiton pour les tubes à fumée a permis de réaliser une économie très importante; elle présente, de plus, l'avantage de fatiguer moins les plaques tubulaires en raison de la moindre dilatation linéaire de l'acier.

Il est acquis que parfois les tubes en acier se corrodent à l'extérieur (côté de l'eau); circonstance qui ne se présente jamais avec les tubes en laiton qui, par contre, s'usent davantage à l'intérieur.

Les entretoises en acier (locomotives nos 801, 802, 803 et 807) ne paraissent pas présenter d'avantage, au point de vue du nombre des ruptures.

Quant à l'application faite aux nos 3401 à 3415, les résultats ne sont pas encore acquis.

Nord (3,745 kilomètres).

n) La boîte à fumée est exécutée en acier très doux ou en fer soudé.
La cheminée est en fer soudé ou en fonte.
Les rivets sont en fer soudé.
Les tubes sont en acier extra-doux.
Les entretoises sont en cuivre.
Les tirants verticaux sont en fer ou en acier extra-doux.

o) Il n'est pas encore possible de répondre en ce qui concerne la boîte à fumée; mais en ce qui concerne les tubes, il y a avantage de prix; dilatation plus faible; il en résulte que les plaques tubulaires sont moins fatiguées.

Par contre, on peut dire, inversement, que les tubes en laiton ont une durée plus longue, une moindre sensibilité à la corrosion, une moindre adhérence des dépôts.

Midi (3,236 kilomètres).

n) La boîte à fumée, la cheminée, les tubes sont en acier ou en fer fondu.
Les rivets sont en fer.
Les entretoises sont en cuivre.

o) Il n'est pas ici remarqué que les tubes en acier s'oxydent plus que ceux en fer fondu.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

n) La boîte à fumée est exécutée en fer fondu.
Les tubes sont en fer, à bords soudés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les entretoises sont en cuivre ou en bronze.
Les rivets sont en fer fondu.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

n) La boîte à fumée est en fer ordinaire.
La cheminée est en fonte.
Les rivets sont en acier doux.
Les tubes sont en laïton, cuivre écroui ou acier.
Les entretoises de boîte à feu sont en cuivre.
o) La boîte à fumée en fer ordinaire se détériore moins que le fer de meilleure qualité ou que l'acier.
La cheminée en fonte est meilleur marché que l'acier.
Les rivets en acier donnent un meilleur serrage des tôles et le joint en est relativement meilleur.
Suivant les différentes usines, les localités traversées où la houille est employée, on utilise les divers types de tubes appropriés.
Les supports en acier se corrodent rapidement et la formation des corrosions se découvre trop tard.

North British Railway (2,144 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en acier doux.
La cheminée en acier doux.
Les rivets en fer et acier doux.
Les tubes en bon laiton étiré.
Les entretoises en cuivre.
o) Les résultats ne sont pas encore acquis.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

n) La boîte à fumée est en acier.
La cheminée en fonte.
Les rivets en acier pour rivure mécanique. Les rivets en fer pour rivure à la main.
Les tôles sont en cuivre.
Les entretoises sont en cuivre.
o) Il n'a jamais été fait usage des tubes en acier.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

n) La boîte à fumée et la cheminée se font en acier.
Les rivets en fer.
Les tubes en laiton, métal rouge et cuivre durci.
Les entretoises en cuivre et en bronze.
o) Le bas prix et la durée plus grande.
On n'emploie pas de tubes en acier ou en fer, ni de rivets en acier.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

n) La plaque d'avant de la boîte à fumée est en acier doux, le reste en fer de Staffordshire.
La cheminée est en acier.
Les rivets sont en acier doux.
Les tôles sont en acier doux.
Cinq chaudières, avec boîte à feu en acier, ont des entretoises également en acier; toutes les chaudières construites présentement ont des entretoises en bronze ou en cuivre rouge.
o) L'emploi d'une plaque d'avant de boîte à fumée, en acier, nous a permis son emboutissage et nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a ainsi dispensé de recourir à l'emploi d'un cadre de porte en cornière et d'une tôle d'enveloppe : circonstance qui permet d'en réduire le poids et le prix de revient.

L'embase de la cheminée est en acier qui permet l'embout à la presse.

Les rivets en acier sont moins chers que ceux fabriqués avec le meilleur fer et ont une plus grande résistance à la traction.

Les tubes en acier pourraient être plus légers que ceux en fer ; ils coûtent moins cher, se prêtent mieux au mandrinage dans la plaque tubulaire.

Par contre, les entretoises en acier se corrodent, circonstance qui provoque leur rupture intérieure.

On n'a pas employé des tubes en acier doux.

Les rivets sont de même nature que la tôle.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

n) La boite à fumée est faite en meilleur fer de Staffordshire.
La cheminée est en fonte.
Les rivets en fer.
Les tubes en cuivre.
Les entretoises de foyer en cuivre.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

n) La boite à fumée se fait en acier.
La cheminée se fait en fer.
Les rivets en acier.
Les tubes en laiton.
Les entretoises en cuivre.
o) Il n'a pas été observé que les tubes en acier s'oxydent plus que ceux en fer fondu.
L'acier des rivets a la même résistance que la tôle.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

n) La boite à fumée en acier.
La cheminée en fonte.
Les rivets en acier.
Les tubes en acier, et cuivre si l'eau est mauvaise.
Les entretoises en cuivre.
o) Les avantages résident dans le prix moins élevé et les inconvénients sont nuls.
Les tôles en acier s'oxydent plus que celles en fer.
Pour les rivets, on emploie un acier de même résistance que les tôles.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

n) La boite à fumée se fait en acier.
La cheminée en fonte.
Les rivets en fer corroyé.
Les tubes en cuivre.
Les entretoises de foyer en cuivre.
o) On n'a pas constaté que les tubes en cuivre s'oxydent plus que ceux en fer fondu.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

n) On n'a pas encore fait usage de l'acier pour les boites à fumée, la cheminée, les tubes et les entretoises.

o) Les rivets se font en acier de même résistance que la chaudière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en tôle d'acier.
La cheminée en fonte.
Les rivets en meilleur fer du Yorkshire.
Les tubes en cuivre.
Les entretoises de boîte à feu en cuivre.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

n) La boîte à fumée est faite en acier.
La cheminée en fonte.
Les rivets en acier.
Les tubes en acier sur 30 chaudières, soit 25 p. c.
Les entretoises en cuivre.
o) Les tubes en acier s'oxydent plus que ceux en fer fondu.
L'acier à rivet a 0.8 fois la force de la tôle (en meilleur acier doux).
La boîte à fumée en acier coûte moins cher que si le fer entre dans sa construction; de plus, l'acier est plus facile à travailler.
Les tubes en acier sont moins coûteux que le cuivre et donnent moins de déchet dans les réparations, mais durent moins.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en acier.
La cheminée en fonte.
Les rivets sont en acier.
Les tubes sont en laiton.
Les entretoises sont en cuivre.

Furness Railway (274 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en acier.
La cheminée se fait en fer fondu.
Les rivets en fer du Yorkshire.
Les tubes en acier.
Les entretoises en cuivre.

Taff Vales Railway (193 kilomètres).

n) La boîte à fumée est en fer de Staffordshire.
La cheminée est en acier avec fourrure de fonte.
Les rivets sont en fer de Lowmoor.
Les tubes en laiton (75 p. c. Cu et 30 p. c. Zn).
Les entretoises en cuivre en barres, de première qualité.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en acier doux.
La cheminée en acier doux.
Les rivets en fer du Yorkshire.
Les entretoises du ciel du foyer sont en fer du Yorkshire.
On trouve l'avantage dans l'économie d'achat, et divers avantages constatés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Isle of Man Railway (56 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en fer ordinaire.
La cheminée se fait en fer ordinaire.
Les rivets en fer.
Les tubes en laiton.
Les entretoises en cuivre.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en acier.
La cheminée en fonte.
Les rivets en acier.
Les tubes en cuivre ou en laiton.
Les entretoises en cuivre.
o) Les avantages se résument dans le prix plus faible de la matière

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en tôle d'acier.
La cheminée en fonte.
Les rivets en meilleur fer.
Les tubes ne sont pas en acier.
Les entretoises ne sont pas en acier.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en fer.
La cheminée en fer.
Les tubes en acier.
Les entretoises en acier.
o) Les rivets en acier ayant même résistance que la tôle.
Les résultats ne sont pas acquis.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en fer.
La cheminée en fer.
Les rivets en meilleur fer du Yorkshire.
Les tubes en laiton ou en cuivre rouge.
Les entretoises en cuivre rouge ou bronze Stone.
o) Il n'a pas été constaté d'avantages, mais l'acier est meilleur marché.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait en acier.
La cheminée en acier avec embase en fer.
Les rivets en acier pour les rivures hydrauliques, et en fer du Yorkshire pour les rivures à la main.
Les tubes en laiton. Un essai a été fait avec un petit nombre de tubes en acier, mais il n'a pas été satisfaisant.
Les entretoises sont en cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

o) Avec les eaux de cette Compagnie, les tubes en acier se rongeaient complètement et se trouvaient mis hors d'usage après un parcours de 80,465 kilomètres. On a renoncé à leur emploi.

L'acier des rivets est un peu plus doux que celui de la tôle.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

n) La boîte à fumée est en acier.

La cheminée est en acier.

Les rivets sont en fer de Lowmoor.

Les tubes en cuivre durci ou métal rouge.

Les entretoises en cuivre rouge.

o) On ne voit pas d'inconvénients à l'usage de ces matières.

Il n'est pas fait usage de tubes à fumée en acier.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

n) La boîte à fumée se fait quelquefois en acier.

La cheminée se fait quelquefois en acier.

Les rivets sont en acier doux.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

n) La boîte à fumée est en acier ainsi que la cheminée et les tubes.

Chemins de fer vicinaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

n) La boîte à fumée, la cheminée, les rivets, les tubes et les entretoises de foyer sont en acier doux ou en fer fondu.

o) L'acier pour les rivets doit avoir une résistance à la rupture comprise entre 37 à 40 kilogrammes par millimètre carré et son allongement ne doit pas être inférieur à 25 p. c. sur 200 millimètres.

Chemins de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

n) Actuellement, les boîtes à fumée et les tubes se font en acier.

o) En effet, les tubes en acier ont sur ceux en laiton l'avantage de soulager les plaques tubulaires et de coûter moins cher.

Sur ceux en fer, les tubes en acier ont l'avantage de diminuer les incrustations à cause de leur surface bien polie.

Les rivets sont tous en fer.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

n) La boîte à fumée et la cheminée en acier.

Les rivets sont en fer forgé, en fer fondu ou en acier doux.

Les tubes sont en fer forgé ou en fer fondu.

Les entretoises de boîte à feu ne sont pas en fer fondu.

o) Seulement on croit avoir observé que les tubes à fumée en fer fondu, à sole basique, s'oxydent plus que ceux en acier ou en fer fondu de fabrication acide ou neutre.

Pour les rivets, on emploie de l'acier un peu plus doux que la tôle.

La résistance R. = 40 à 42 kilogrammes par millimètre, et Al. = 27 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

n) La boîte à fumée est en fer.
o) On n'a pas remarqué que les tubes en acier s'oxydent plus que ceux en fer.
Les rivets sont en fer.

RUSSIE.

Chemin de fer de Riazane-Ouralsk (2,081 kilomètres).

n) L'acier n'est pas employé.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

n) La boîte à fumée est en fer fondu.
La cheminée est en fonte.
Oui.
Oui.
Oui.
o) Aucun inconvénient, sauf pour les entretoises qui présentent des difficultés au montage des têtes du côté du foyer en cuivre et pour atteindre l'étanchéité désirable.
Il n'a pas été fait d'essai.
Le fer fondu pour rivets doit donner :

R. = 32 à 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 28 p. c.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

n) La boîte à fumée est en fer fondu.
La cheminée est en fer.
Les rivets en fer fondu.
Les tubes sont en fer soudé.
Les entretoises ne sont pas en acier.
o) Les avantages résident dans une résistance supérieure de la matière.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

n) Non.
Non.
Non.
Parfois.
Non.
o) Les rivets sont en fer fin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VIII.

Résumé des applications de l'acier ou du fer fondu dans la co

COMPAGNIES.	L'acier ou le fer fondu est-il employé pour			
	boîte à fumée ?	cheminée ?	rivets ?	tubes
Central Argentine Railway	Oui.	Oui.	Non.	Non.
Chemins de fer de l'État autrichien	—	—	Oui.	Oui.
— du Sud de l'Autriche	—	—	Non.	Non.
Société austro-hongroise privilégiée	—	—	—	Oui.
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	—	—	...	...
— du Nord-Ouest autrichien	—	—	...	Oui.
Chemins de fer de l'État hongrois	—	—	Oui.	...
— de l'État belge	—	—	—	Oui.
— vicinaux belges	—	Non.	...	Non.
— de l'État français	...	...	Non.	Acier pour 4 bo
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerrané	Oui.	Oui.	—	Oui.
— de Paris à Orléans	Non.	Non.	Oui.	—
— de l'Ouest français	Oui.	Oui.	Non.	—
— de l'Est français	—	—	—	—
— du Nord français	—	Non.	—	—
— du Midi français	—	Oui.	—	—
Great Northern Railway	Non.	Non.	—	Non.
London & South Western Railway	Oui.	—	Oui.	...
Lancashire & Yorkshire Railway	—	—	—	Acier ou
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	—	—	Non.	Non.
Great Northern Railway	Non.	—	Oui.	—
Midland Great Western Railway	Oui.	—	Non.	—
Great North of Scotland Railway	—	—	Oui.	Pour ess
Great Western Railway	—	—	—	Non.

TABLEAU VIII.

les parties de la chaudière non soumises à la pression de la vapeur.

entretoises ?	Quels avantages et quels inconvénients a cet emploi ?	Les tubes en acier s'oxydent-ils moins que les tubes en fer fondu ?	Les rivets sont-ils aussi résistants que les tôles ?
Non.	Surfaces plus belles.	...	...
...	Économie.	...	Plus tendres.
Non.	...	...	...
—	Légèreté plus grande.	...	...
...	...	...	...
Oui.	...	...	...
...	...	...	...
...	Les tubes en acier s'oxydent rapidement extérieurement.	...	...
Non.	...	...	...
—	...	...	...
—	...	Non.	...
—	Le fer résiste mieux à la corrosion des fumées.	—	Plus tendres.
—	Économie ; les tubes en acier fatiguent moins les plaques tubulaires.	Non.	...
Pour essais.	Économie pour les tubes.	—	...
Non.	Économie pour les tubes ; dilatation plus faible.	...	...
—	...	Non.	...
—	...	...	...
—	...	Non.	Même résistance.
—	Les tôles en acier s'oxydent plus que les tôles en fer ; économie.	...	—
—	...	Non.	...
—	...	...	Même résistance.
—	...	...	...
—	...	...	...
—	Économie pour les tôles et pour les tubes.	Les tubes en acier s'oxydent plus que ceux en fer fondu.	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	L'acier ou le fer fondu est-il employé pour les p			
	boite à fumée ?	cheminée ?	rivets ?	tubes ?
North Eastern Railway	Non.	Non.	Oui.	Non.
North British Railway	Oui.	Oui.	—	—
Midland Railway	—	Non.	—	—
Caledonian Railway	—	Oui.	Non.	—
Great Eastern Railway	Non.	—	Oui.	...
Belfast & Northern Counties Railway	Oui.	Non.	—	Non.
Furness Railway	—	Oui.	Non.	Oui.
Taff Vale Railway	Non.	—	—	Non.
London, Tilbury & Southend Railway	Oui.	—	—	...
Isle of Man	Non.	—	—	Non.
New South Wales Government Railway	Oui.	Non.	Oui.	—
Cape Government Railway	—	—	Non.	—
New Zealand Government Railway	Non.	—	Oui.	Oui.
South Australia Government Railway	—	—	Non.	Non.
Western Australia Government Railway	Oui.	Oui.	Oui.	—
Natal Government Railway	—	—	Non.	—
East Indian Railway	Quelquefois.	Quelquefois.	Oui.	...
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	Oui.	Oui.	...	Oui.
Réseau de l'Adriatique (Italie)	—	—	Oui.	—
Chemin de fer du Nord de Milan	—	...	Non.	—
— de l'État néerlandais	—	Oui.	Oui.	—
— Central néerlandais	Non.	...	Non.	...
Central suisse	Oui.	Non.	Oui.	Non.
Gothard	Non.	—	Non.	Parfois.
Vladicaucase	Oui.	—	Oui.	Oui.

entretoises ?	Quels avantages et quels inconvénients a cet emploi ?	Les tubes en acier s'oxydent-ils moins que les tubes en fer fondu ?	Les rivets sont-ils aussi résistants que les tôles ?
Non.	Le fer ordinaire de la boite à fumée se détériore moins que le fer de meilleure qualité ou que l'acier.	...	...
—	...	...	...
—	...	...	...
—	Économie.	...	...
Pour essais.	—	...	Même résistance.
Non.	...	...	...
—	...	...	...
...	...	...	...
..	Économie.	...	...
Non.	...	...	...
—	Économie.	...	...
—	...	...	...
Oui.	...	...	Même résistance.
Non.	Économie.	...	...
—	Les tubes en acier se corrodent très vite et ont été abandonnés.	...	...
—	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
Oui.	...	...	...
...	Les tubes en acier se dilatent moins que ceux en cuivre.	Les tubes en fer fondu basique s'oxydent plus que ceux en fer fondu basique ou neutre.	Plus tendres.
Non.	...	...	...
...	...	...	...
Non.	Résistance supérieure de l'acier par rapport au fer.		...
—	...	...	Les rivets se font en fer fin.
Oui.	Aucun sauf pour les entretoises qui présentent des difficultés au montage des têtes du côté du foyer en cuivre et pour atteindre l'étanchéité désirable.	...	Le fer fondu pour rivets doit donner : R = 32 à 40 kil. par millimèt.², A = 28 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE VIII.

Métal employé pour les pièces du châssis.

Questionnaire.

p) Quelles sont les pièces du châssis que vous faites en acier fondu, forgé ou laminé?
Longerons?
Supports?
Glissières?
q) Pour les ressorts, employez-vous un acier spécial?

Réponses.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier Siemens laminé.
Les supports sont en acier moulé.
Les glissières sont en acier moulé.
q) Les ressorts sont en acier acide de four à Sole.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

p) Les longerons et entretoises transversales du châssis sont en acier fondu forgé.
q) Pour les ressorts, on emploie de l'acier fondu au creuset.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

p) Les longerons, les traverses, les entretoisements, le châssis du bogie, les supports de chaudières et les consoles sont en acier forgé.
Les glissières sont en acier moulé.
q) Pour les ressorts, on emploie de l'acier fondu au creuset.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

p) Les longerons et les supports sont faits en fer fondu, laminé; les glissières en acier fondu forgé.
q) L'acier fondu au creuset est employé pour les ressorts.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

p) Longerons en acier Martin.
Les entretoisements et supports de chaudières; tôles ou profilés en acier, sans conditions spéciales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les glissières et crosses de pistons sont en acier Martin.
q) Les ressorts en acier fondu au creuset.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

p) Les longerons et les entretoises sont en fer fondu ou laminé.
Les glissières sont en fer fondu forgé.
q) Les ressorts en acier fondu au creuset.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

p) Les tôles de châssis et les supports de chaudières sont en fer fondu.
Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.
q) Les ressorts sont en acier fondu au creuset.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

p) Les longerons sont en fer fondu laminé.
Les supports sont en tôle.
Les glissières en acier fondu non trempé.
q) Pour les ressorts, le fournisseur utilise l'acier approprié.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

p) Les longerons, les supports et les glissières sont en acier laminé.
q) Les ressorts sont en acier fondu de premier choix.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

p) Les longerons, les supports et glissières sont en acier doux homogène.
q) Les ressorts sont en acier fondu au creuset.

ESPAGNE.

Chemin de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (293 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier laminé.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

p) Sont en acier fondu, forgé ou laminé : les longerons, les corps de boîtes d'essieux, les coins de serrage des boîtes, les tôles, les profilés non coudés, les ressorts, les flasques des balanciers de suspension, les tiges de pression des ressorts, l'âme du pivot de bogie, la traverse d'appui des ressorts de rappel.
q) Depuis quelques années les ressorts sont fabriqués en acier supérieur.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier fondu laminé.
Les supports en acier fondu laminé, en acier moulé ou en fonte.
Les glissières sont en acier forgé.
q) Les ressorts sont en acier supérieur donnant un allongement élastique de 7.3 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier laminé doux.
Les supports en fer forgé.
Les glissières en acier forgé demi dur.
q) Pour les ressorts de locomotives, on emploie un acier Martin qui doit fournir un allongement élastique de 0.007 en moyenne avec 0.0065 au minimum.

Ouest (5,534 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier doux laminé. Les supports qui comportent des soudures sont en fer; d'autres sont en acier forgé ou laminé et ceux de forme compliquée en acier moulé.
Les glissières de boites d'essieux et de pivot de bogie sont en acier moulé; les glissières de crosses de piston en acier forgé.
q) Pour les ressorts, on emploie un acier donnant 0.0073 d'allongement élastique en feuilles isolées.

Est (4,833 kilomètres).

p) L'emploi de l'acier est général dans la construction des châssis.
Les longerons sont en acier laminé.
Les cornières sont en acier doux.
Certaines entretoises de longerons sont des tôles d'acier embouties.
Les glissières des boîtes d'essieux sont en fonte, quelquefois en acier moulé, rarement en fer cémenté et trempé.
q) Ressorts de suspension en acier ordinaire. Avec les trains rapides, cet acier occasionne de fréquentes ruptures. Aussi a-t-on été amené à employer les aciers supérieurs et extra-supérieurs.

Nord (3,745 kilomètres).

p) Soixante-treize locomotives compound ont des longerons en acier Martin extra-soudable. Cette qualité a été demandée pour faciliter la réparation de ces pièces à la forge.
Toutes les autres machines ont des longerons en fer.
Les supports de glissières des cylindres à haute pression ont été exécutés en tôle d'acier au lieu de tôle de fer comme cela a lieu ordinairement. Les glissières des cylindres intérieurs basse pression sont fixés sur un caissonnement en acier moulé formant entretoise des longerons.
A l'exception de quelques applications faites à titre d'essai de supports de glissières en acier moulé, toutes ces pièces sont en fer forgé.
Les glissières de crosses de pistons sont en acier dur forgé.
Les glissières de boîtes des essieux accouplés sont en acier moulé dans les locomotives compound.
Généralement, ces glissières sont en fonte.
q) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux pour les ressorts.
Les ressorts coniques de traction sont en acier de qualité ordinaire.
Les ressorts à lame de machines et de tenders sont en acier de première qualité.

Midi (3,236 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier fondu laminé.
Les supports sont en laiton.
Les glissières sont en acier fondu forgé.
q) Les ressorts sont en acier supérieur de 0.007 d'allongement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier fondu. Les supports sont en acier fondu ou en fer forgé. Les glissières sont en fer forgé cémenté ou en acier moulé.
q) Pour les ressorts, on demande de l'acier au carbone (0.5 à 0.75 p. c. de carbone).

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier laminé de la qualité spéciale aux longerons.
q) On demande les ressorts sans conditions spéciales de qualité.

North British Railway (2,144 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier laminé.
Les supports sont en acier fondu.
Les glissières sont en acier moulé et en fonte.
q) Pour les ressorts, on demande le meilleur acier spécial à ressorts.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

p) Les châssis sont en acier laminé.
Les glissières sont en fonte trempée.
q) Il n'est pas fait usage d'acier spécial pour les ressorts.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

p) On emploie l'acier laminé pour les longerons.
Les glissières sont en acier fondu.
q) Pour les ressorts, on demande le meilleur acier à ressort connu.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

p) Les longerons, les disques de tampons et les entretoises de longerons sont en acier.
q) Pour les ressorts, on demande le meilleur acier fondu pour ressorts.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier laminé.
Les supports et les glissières sont en acier fondu.
q) On demande seulement que l'acier à ressort soit de bonne qualité.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

p) Tous les châssis sont en acier.
q) Il n'est pas fait usage d'acier spécial pour les ressorts.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier laminé.
Les supports sont en acier fondu.
Les glissières sont en acier fondu.
q) Les ressorts sont commandés en acier à ressort connu.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier.
Les supports sont en acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les glissières sont en acier.
q) Pour les ressorts, on fait usage d'acier spécial.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier laminé.
Les glissières sont en acier fondu.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier doux.
Les supports et les glissières sont en acier coulé.
q) On utilise le meilleur acier à ressort préparé avec le meilleur fer suédois de choix.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier doux laminé.
Les supports ne sont pas employés.
Les glissières sont en acier fondu.
q) Pour les ressorts, on demande l'acier à ressort de Sheffield.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier laminé.
Les supports sont en fer corroyé.
Les glissières sont en acier fondu.
q) Pour les ressorts, on emploie l'acier provenant des fers suédois.

Furness Railway (274 kilomètres).

q) L'acier à ressort est préparé avec des fers de Suède.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier doux Siemens laminé.
Les supports et les glissières sont en acier fondu recuit.
q) On demande un acier préparé spécialement pour les ressorts.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier laminé, ainsi que les entretoises de longerons.
Les supports sont en acier moulé.
Pour les glissières, on demande un acier fondu préparé avec le fer au bois de Suède.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

p) On a employé des châssis neufs depuis 1886. Les anciens étaient en fer corroyé.
q) Pour les ressorts, le meilleur acier à ressort de Sheffield est réclamé.

Isle of Man (56 kilomètres).

p) Les longerons et les supports sont en acier laminé.
Les glissières sont en acier fondu.
q) On demande un acier préparé spécialement pour les ressorts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

p) Les longerons et le châssis sont en acier laminé.
Quelques supports sont laminés, d'autres fondus.
Les glissières sont en acier fondu.
q) Il n'est pas fait usage d'acier spécial pour les ressorts.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

p) Les longerons sont en tôle d'acier laminée.
Les supports en acier moulé.
Les glissières sont en acier moulé.
q) Les ressorts sont commandés en acier spécialement préparé pour les ressorts.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier doux laminé.
Les supports sont en acier forgé ou en acier moulé.
q) Pour les ressorts, la proportion de carbone doit être comprise entre 0.9 et 1.1 p. c.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres .

p) Les longerons et les glissières sont en acier.
q) Dans les ressorts, on demande de l'acier de qualité supérieure préparé par des fabricants approuvés.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

p) Tout le châssis est en acier.
Les longerons sont laminés.
Les supports et les glissières sont en acier fondu.
q) Pour les ressorts, le meilleur acier à ressort anglais est réclamé.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier.
Les supports sont en acier.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

p) Les longerons, les traverses, les supports de châssis et les plaques de garde sont en acier laminé.
Les glissières sont en acier fondu forgé.
q) Les ressorts de suspension sont en acier au tungstène fondu au creuset.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

p) On emploie des tôles en acier dur pour les longerons et les traverses.
Les supports sont en acier forgé et acier moulé.
Les glissières sont en acier forgé dur.
q) Les ressorts sont en acier fondu au creuset.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

p) Actuellement, les châssis se font entièrement en acier laminé.
q) Les ressorts en acier au carbone.

LUXEMBOURG.

Chemin de fer et minières Prince Henri (163 kilomètres).

q) Les ressorts sont en acier de la marque Seeboom et Dickstal, à Sheffield

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PAYS-BAS (CONTINENT).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

p) Les longerons, les supports et les glissières sont en acier fondu forgé ou laminé.

q) L'acier des ressorts à lames doit bien prendre la trempe à l'eau, se plier à bloc au rouge. L'essai porte sur 2 p. c. des ressorts présentés. On prélève deux feuilles dont l'une est trempée comme la lame du ressort. Dans la feuille trempée, ainsi que dans celle non trempée, on découpe des éprouvettes d'essai ayant 200 millimètres de longueur et une section, autant que possible, égale à 200 à 250 millimètres carrés. L'essai doit satisfaire à :

Charge minimum au kilogramme.	Contraction minimum en p. c. de la section.	Allongement minimum en p. c	Minim. de la somme des deux premières colonnes.	DÉSIGNATION.
100	20	5	125	Éprouvettes trempées A.
75	25	10	110	Éprouvettes non trempées B.

Une feuille trempée comme le ressort est cintrée avec une flèche de 100 millimètres par longueur égale à 1 mètre, puis placée sur deux appuis écartés de 1 mètre et aplatie sous une charge de 94 kilogrammes par millimètre carré dans la fibre extrême, d'après la formule :

$$P = \frac{bh^2}{16},$$

P = charge en kilogrammes ;
b = largeur de la feuille en millimètres ;
h = épaisseur de la feuille en millimètres.

Après dix balancements, en une minute, on décharge le ressort et l'on mesure la flèche. Celle-ci ne doit plus varier dans les essais ultérieurs au delà de 2 p. c. de la flèche ainsi obtenue.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier Martin-Siemens.
Les supports sont en acier fondu.
Les glissières sont en acier fondu Siemens.

q) Les ressorts sont commandés en acier spécialement préparé pour ressorts.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

p) Les longerons sont de 15 à 33 millimètres d'épaisseur.
Les glissières sont en acier moulé.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

p) Les longerons sont en fer fondu laminé.
Les supports sont en fer fondu ou en acier moulé.
Les glissières sont en acier moulé.

q) Les ressorts sont en acier fondu.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

p) Les longerons sont en acier fondu laminé.
Les glissières sont en acier fondu.
Les ressorts sont en acier fondu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IX.

Résumé des indications sur l'emploi de l'acier ou du fer fondu dans la construction des châssis de locomotives.

COMPAGNIES.	Longerons	Supports.	Glissières.	Ressorts en acier spécial.
Central Argentine Railway	Laminé.	Moulé.	Moulé.	Martin acide.
Chemins de fer de l Etat autrichien	Forgé.	Forgé.	...	Creuset.
Chemin de fer du Sud de l'Autriche	—	—	Moulé.	—
Société austro-hongroise privilégiée	Laminé.	Laminé.	Forgé.	—
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	Acier.	Acier.	Acier.	—
— du Nord-Ouest autrichien	Laminé.	Laminé.	Forgé.	—
Chemins de fer de l'Etat hongrois	—	—	...	—
— de l'Etat belge	—	—	Acier.	...
Chemin de fer de Liége à Maestricht	—	—	Laminé.	...
Chemins de fer vicinaux belges	Acier.	Acier.	Acier.	Creuset.
Chemin de fer de Medina del Campo à Zamora	Laminé.	...	...	...
— de l'Etat français	—	Acier.	Acier.	Martin.
— Paris-Lyon-Méditerranée	—	Laminé ou moulé ou fonte.	Forgé.	—
— de Paris à Orléans	—	Non.	—	—
— de l'Ouest français	—	Moulé ou forgé.	—	—
— de l'Est français	—	Laminé.	Fonte ou acier moulé.	—
— du Nord français	—	—	Non.	—
Great Western Railway	—	Forgé.	Fer ou acier moulé.	Acier au carbone.
North Eastern Railway	—	...	...	...
North British Railway	—	Acier.	Acier moulé ou fonte.	Acier.
Midland Railway	—	—	Non.	—
Caledonian Railway	—	—	Acier.	—
Great Eastern Railway	Acier.	—	—	—
Great Northern Railway	Laminé.	—	—	—
London & South Western Railway	Acier.	—	—	—
Lancashire & Yorkshire Railway	Laminé.	—	-	—
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	Acier.	—	—	Spécial, non indiqué.
Great Northern Railway (Ireland)	Laminé.	...	—	Acier.
Midland Great Western of Ireland Railway	Acier.	Acier.	-	—
Great North of Scotland Railway	Laminé	...	—	
Belfast & Northern Counties Railway	—	Fer.	—	—
Furness Railway	...	...	...	—
London, Tilbury & Southend Railway	Laminé	Moulé.	Acier.	-
Metropolitan Railway	Acier.	Acier.	—	—
Isle of Man Railway	Laminé.	...	—	—
New South Wales Government Railway	—	Moulé et laminé.	—	—
Cape Government Railway	—	Moulé.	Moulé.	—
New Zealand Government Railway	—	Forgé ou moulé.	...	Acier au carbone.
South Australia Government Railway	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Natal Government	Laminé.	—	—	
East Indian Railway	Acier.	—	...	—
Chemin de fer de la Méditerranée	Laminé.	Laminé.	Forgé.	-
Réseau de l'Adriatique	—	Forgé ou moulé.	—	—
Chemin de fer de Milan	Acier.	Acier.	Acier.	Acier au carbone.
— du Prince Henri (Luxembourg)	...	...	...	Acier.
— de l'Etat néerlandais	Laminé.	Acier.	Acier.	—
— Central néerlandais	Acier.	—	—	—
Vladicaucase	15 à 33 millim. d'épaisseur.	Moulé.	Moulé.	...
Central suisse	Laminé.	—	—	Acier.
Gothard	—	—	Acier fondu.	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE IX.

Métal employé pour la confection des différentes pièces du mécanisme.

Questionnaire.

1) Quelles sont les pièces du mécanisme que vous faites en acier forgé ou laminé, ou en acier fondu au creuset?
Pistons?
Tiges de pistons?
Bielles motrices?
Bielles d'accouplement?
Essieux droits?
Essieux coudés?
Distribution (mécanisme), etc.?
Roues, bandages?

Réponses.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

1) Les pistons sont en fonte ou en acier moulé.
Les tiges de pistons sont en acier dur corroyé.
Les bielles motrices et d'accouplement sont en acier doux corroyé.
Les essieux droits et coudés sont en acier demi doux Siemens-Martin.
Le mécanisme de distribution est en fer du Yorkshire trempé en paquet.
Les roues sont en acier moulé Siemens.
Les bandages sont en acier Siemens de grande résistance.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

1) Les pistons et les tiges de pistons sont en acier Martin forgé.
Les bielles motrices et accouplées sont en acier Martin.
Les essieux droits et les essieux coudés sont, les premiers en acier fondu au creuset, les seconds en acier au nickel.
Les roues sont en acier moulé au creuset.
Les bandages sont en acier fondu au creuset.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

r) Les coulisses, les coulisseaux, boulons de la distribution sont en fer Martin trempé; les tiges de tiroirs, les guides, les barres d'excentriques, les bielles de suspension, les pistons, les tiges de pistons, les bielles motrices et d'accouplement sont en acier Martin.

Les roues sont en acier moulé.

Les bandages sont en acier fondu au creuset.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

r) Les pistons sont en fer ou en acier moulé.

Les tiges de pistons sont en acier fondu au creuset.

Les bielles motrices et les bielles d'accouplement sont en acier fondu sur sole.

Les essieux droits et coudés sont en acier fondu sur sole ou fondu au creuset.

Le mécanisme de distribution est en acier fondu sur sole.

Les roues sont en fer ou en acier moulé.

Les bandages sont en fer fondu sur sole ou en acier fondu au creuset.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

r) Les pistons sont en fer fondu et forgé.

Les tiges de pistons sont en acier fondu et forgé.

Les bielles motrices et d'accouplement sont en fer forgé.

Les essieux droits sont en acier fondu au creuset.

Pièces de distribution en fer forgé.

Axes de distribution en fer forgé cémenté.

Roues en acier moulé.

Bandages en acier fondu au creuset.

On n'a pas fait usage d'essieux coudés.

A titre d'essai, en 1889, on a exécuté, pour les locomotives à grande vitesse, des essieux en acier au nickel à 1 p. c. de *Ni*.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

r) Les tiges de pistons sont en acier laminé.

Bielles motrices et d'accouplement en acier fondu au creuset.

Essieux droits en acier fondu forgé.

Mécanisme de distribution en acier fondu.

Roues en acier moulé.

Bandages de tenders en acier Martin laminé.

Bandages de locomotives en acier fondu au creuset. On ne fait pas usage d'essieux coudés.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

r) Les pistons sont en acier.

Les tiges de pistons, les bielles motrices et accouplées, le mécanisme de distribution en fer fondu Martin.

Les essieux sont en acier Martin.

Les roues sont en acier moulé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

r) Pour les pistons, l'emploi de l'acier martelé est admis conjointement avec l'acier moulé.
Les tiges de pistons en acier forgé.
Essieux droits en acier de première qualité. La nature de l'acier et le mode de fabrication sont laissés au choix du constructeur.
Les essieux coudés doivent être, au choix du fournisseur, en fer ou en acier. Le métal employé doit être de qualité extra.
On emploie du fer à grain fin ou de l'acier doux pour la construction des coulisses, leviers et tringles de suspension, et de commande, les articulations, les manivelles, les bielles motrices et d'accouplement.
Un certain nombre de locomotives ont été munies, à titre d'essai, de centres de roues en acier moulé.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

r) Les pistons sont en acier.
Les tiges de pistons sont en acier.
Les bielles motrices sont en fer.
Essieux droits en acier Bessemer.
Essieux coudés en fer et acier de première qualité.
Les bandages en acier Bessemer.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

r) Les pistons sont en acier matricé ou moulé.
Les tiges de pistons, les bielles motrices et d'accouplement sont en fer homogène.
Essieux droits et coudés en acier Martin-Siemens.
Distribution en fer homogène.
Centres de roues en fer forgé, mais cinq locomotives ont des roues en acier moulé à titre d'essai.
Bandages en acier Martin-Siemens.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,689 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de pistons, les bielles motrices et accouplées sont en acier forgé, ainsi que le mécanisme de distribution.
Les essieux droits, anciennement demandés simplement en acier forgé, sont aujourd'hui commandés en acier au nickel.
Pour les essieux coudés et les bandages, on spécifie l'acier au creuset.
Les centres de roues sont en acier moulé.

ESPAGNE.

Chemins de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (293 kilomètres).

r) Les tiges de pistons sont en acier.
Les essieux sont en acier Martin.
Les bandages sont en acier Bessemer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

1°) Ci-après la désignation des pièces du mécanisme qui sont en acier forgé :

Pistons, bielles, tiges, coulisses, coulisseaux, bielles de suspension, vis de changement de marche, essieux, bandages, roues, écrous, goupilles et rondelles.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

1°) Pistons des nouvelles machines en fonte.

Tiges de pistons en acier forgé, ainsi que les bielles motrices et d'accouplement, les essieux et les pièces de distribution.

Les roues sont en fer forgé.

Les bandages en acier laminé.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

1°) Les pistons sont en acier forgé extra-doux ou en fer fondu d'une dureté de 38 à 40 kilogrammes par millimètre carré à la traction.

Les tiges de pistons sont en acier doux ou en fer fondu d'une dureté de 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré à la traction.

Idem pour les essieux droits.

Les essieux coudés sont en acier fondu au creuset d'une dureté de 60 kilogrammes.

Mécanisme de distribution en fer forgé.

Roues en fer forgé et matricé. Il a été employé, pour essais, depuis 1890, un certain nombre de centres de roues en acier moulé pour locomotives à grande vitesse.

Jusqu'à ce jour, ces centres en acier moulé se comportent aussi bien que ceux en fer.

Les bandages sont en acier dur de 65 à 70 kilogrammes par millimètre carré à la traction.

Ouest (5,534 kilomètres).

1°) Sauf quelques pièces du mouvement de distribution que l'on continue à faire en fer spécial (38 kilogrammes — 23 p. c.), toutes les autres pièces du mécanisme sont en acier.

Les pistons sont en acier forgé (pour quelques machines en fer forgé ou en fonte).

Les tiges de pistons sont en acier forgé, ainsi que les crosses et les semelles de crosses.

Les bielles sont en acier forgé.

Les essieux droits et coudés sont en acier forgé.

Les pièces de la distribution sont en fer (33 kilogrammes — 23 p. c.) cémenté et trempé pour les articulations et les parties frottantes.

Les roues sont en fer forgé.

Les bandages sont en acier dur (70 kilogrammes — 15 p. c.).

Chemin de fer de l'Est (4,833 kilomètres).

1°) Les pistons sont en fer ou en acier moulé ordinaire.

Les tiges de pistons sont en acier forgé et subissent les essais de la double trempe.

Les bielles motrices et d'accouplement, les manivelles intérieures, les glissières de piston sont en acier forgé.

L'acier des bielles est obtenu au four Martin-Siemens.

Essieux coudés en acier forgé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les pièces de la distribution sont en fer de première qualité, cémenté et trempé, sauf les pièces suivantes :

1° Tiges de tiroirs qui sont en acier de même qualité que les tiges de pistons et sont soumises aux conditions de réception des pièces en acier forgé du mécanisme ; subissent la double trempe ;

2° Vis de changement de marche : en acier de même qualité que les tiges de tiroirs, soumises aux conditions de réception des pièces en acier forgé du mécanisme.

Les roues pour machines et tenders sont en fer ou en acier moulé.

Les bandages sont en acier forgé laminé.

Chemin de fer du Nord (3,745 kilomètres).

r) Les pistons de dix locomotives compound à trois essieux accouplés sont en acier moulé. Tous les autres pistons sont en fer forgé.

Les tiges de pistons sont en acier doux forgé.

Les bielles sont en fer de qualité supérieure.

Les essieux droits sont en acier Martin.

Les essieux coudés des locomotives compound sont en acier à canon trempés à l'huile et recuits.

A titre d'essai, on a monté sur quelques machines à grande vitesse des essieux coudés en acier au nickel (teneur 2.5 à 3.5 p. c. de *Ni*) et sur des machines mixtes et Mammouth des essieux en acier au chrôme et au nickel (teneur 1.80 p. c. de *Ni* et 0.44 p. c. de *Ci*).

Tous les autres essieux sont en acier Martin.

Le mécanisme de distribution est en fer.

Les roues sont en fer. Pour les compound, les centres en fer sont pleins.

A titre d'essai, on a monté, en 1894, une garniture de roues de machines à trois essieux accouplés en acier moulé.

Les bandages sont en acier Martin. Depuis 1897, on réclame un acier plus dur pour les bandages de locomotives et de tenders que pour ceux de voitures et de wagons.

Midi (3,236 kilomètres).

r) Certains pistons sont en laiton, d'autres en acier.

Les tiges de pistons sont en acier forgé.

Les bielles sont en acier forgé ou en fer.

Les essieux sont en acier fondu forgé.

Les pièces du mécanisme sont en acier ou en fer.

Les roues sont en fer matricé.

Les bandages sont en acier laminé.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

r) Les pistons sont en fer fondu.

Les tiges de pistons, les bielles et les essieux sont en acier forgé.

Distribution en acier moulé ou fer forgé.

Les centres de roues sont en acier moulé.

Les bandages sont en acier Siemens.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

r) Les tiges de piston sont en acier forgé.

Dans les locomotives à voyageurs on utilise l'acier moulé pour les pistons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les locomotives à marchandises on utilise pour les pistons l'acier moulé ou la fonte.
Les crosses sont en fonte.
Les centres de roues sont en acier moulé.
Les autres pièces sont en fer forgé cémenté et trempé s'il y a lieu.

North British Railway (2,144 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de pistons sont en acier au creuset.
Les bielles motrices, les essieux, les bandages, le mécanisme de distribution sont en acier.
Les roues sont en acier moulé.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les essieux coudés sont en fer forgé.
La distribution est en fer corroyé.
Les centres de roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

r) Les tiges de pistons sont en acier corroyé.
Les essieux sont en acier corroyé.
Les bandages sont en acier laminé.
Les centres de roues sont en acier moulé.
Les autres pièces énumérées ne sont pas en acier.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de piston sont en fer corroyé ou en acier.
Les bielles motrices et d'accouplement sont en fer corroyé.
Les essieux droits et coudés sont en acier.
Le mécanisme de distribution est en fer corroyé et trempé en paquet.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

r) Tout le mécanisme est en acier.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de pistons sont en acier forgé.
Les bielles et les essieux sont en acier forgé.
La distribution est en meilleur fer du Yorkshire.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier laminé.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

r) Les tiges de pistons sont en acier forgé.
Les essieux sont en acier forgé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier laminé.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte dure.
Les tiges de pistons, les bielles et les essieux droits sont en acier forgé.
Les essieux coudés sont en acier fondu au creuset.
La distribution est faite en meilleur fer du Yorkshire.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier fondu au creuset.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de pistons, les bielles et les essieux sont en acier forgé.
La distribution est en fer à riblons.
Les roues sont acier moulé.
Les bandages sont en acier.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de pistons sont en acier au creuset.
Les bielles et les essieux sont en acier forgé.
La distribution est en meilleur fer du Yorkshire.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier laminé.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

r) Les pistons sont en acier moulé.
Les tiges de pistons, les bielles et les essieux sont en acier.
La distribution est principalement en acier.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier.

Furness Railway (274 kilomètres).

r) Les pistons sont en fer fondu.
Les tiges de pistons sont en acier au creuset et forgés.
Les bielles sont en fer du Yorkshire.
Les essieux sont en acier fondu.
Le mécanisme est en fer du Yorkshire cémenté.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier laminé.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de pistons sont en acier forgé.
Les bielles sont en meilleur fer du Yorkshire.
Les essieux droits et coudés sont en acier doux Siemens et en fer du Yorkshire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La distribution est en fer du Yorkshire, les boulons sont en acier.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en meilleur acier fondu.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

r) Les tiges de pistons sont en acier fondu forgé.
Les bielles sont en acier Bessemer forgé.
Les essieux droits sont en meilleur acier fondu au creuset.
Les essieux coudés ne sont pas employés.
Les centres de roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en meilleur acier fondu au creuset.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de pistons sont en acier.
Les bielles motrices sont en fer forgé.
Les bielles d'accouplement et les essieux droits sont en acier.
On ne fait pas usage d'essieux coudés.
La distribution est en acier doux.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier fondu.

Isle of Man Railway (56 kilomètres).

r) Les pistons sont en fer fondu.
Les tiges de pistons sont en acier fondu.
La distribution et les roues sont en fer soudé.
Les bandages sont en acier fondu.

Rhymney Railway.

r) Les tiges de pistons sont en acier.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

r) Les pistons sont en acier moulé.
Les tiges de pistons sont en acier fondu au creuset.
Les bielles sont en acier doux forgé.
Les essieux droits sont en acier au creuset ou en acier sur sole.
Les essieux coudés sont en acier sur sole (spécial).
La distribution est en fer forgé et cémenté.
Les roues sont en acier moulé et au creuset.
Les bandages sont en acier spécial.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de pistons sont en acier doux,
Les bielles sont en fer de meilleure qualité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les essieux droits sont en acier doux.
On n'emploie pas d'essieux coudés.
La distribution est en fer de meilleure qualité.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier Vickers et Mont bridge.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

r) Les pistons sont en fer corroyé.
Les tiges de pistons sont en acier spécial.
Les bielles sont en acier doux.
Les essieux sont en acier Siemens-Martin.
La distribution est en fer corroyé.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages doivent être laminés et non coulés en anneaux.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte à grain serré.
Les tiges de piston sont en meilleur acier fondu au creuset.
Les bielles sont en meilleur fer du Yorkshire étiré.
Les essieux droits sont en meilleur acier Martin-Siemens.
Les essieux coudés sont en meilleur acier fondu au creuset.
Le mécanisme est en meilleur fer du Yorkshire.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier Siemens-Martin, tel que l'acier Vickers ; marque « Australia »

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de pistons, les bielles et les essieux droits sont en fer forgé.
Les essieux coudés ne sont pas employés.
Le mécanisme est en acier forgé.
Les roues sont en fer de riblons du Yorkshire ou en acier moulé.
Les bandages sont en acier laminé.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

r) Les pistons sont en fonte.
Les tiges de pistons et les bielles sont en fer forgé.
Les essieux droits sont en acier forgé.
On ne se sert pas d'essieux coudés.
La distribution est en fer forgé.
Les roues sont en fer forgé.
Les bandages sont en acier laminé.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

r) Les pistons sont en acier moulé.
Les tiges de pistons, les bielles et les essieux sont en acier.
La distribution est principalement en acier.
Les roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

r) Les bielles, les barres de coulisses, les tiges de tiroirs, les supports de glissières sont en acier forgé.
Les tiges et les crosses de pistons sont en acier fondu au creuset.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

r) Les pistons sont en fer trempé dans la gorge.
Les tiges de pistons, les bielles, les essieux et le mécanisme de distribution sont en acier forgé.
Les roues motrices et accouplées sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier fondu au creuset.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

r) Les tiges de pistons sont en acier étiré.
Les bielles, les crosses de pistons, le mécanisme, les clavettes, les glissières et les essieux sont en acier forgé.
Les roues sont en fer ou en acier doux matricé.
Les bandages sont en acier au creuset.

NORVÈGE.

Chemins de fer de Christiania à Eidsvold (68 kilomètres).

r) Les tiges de pistons, les bielles et les essieux sont en acier Martin forgé.
Les centres des roues sont en acier moulé.

PAYS-BAS.

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

r) Les pistons sont en acier moulé.
Les tiges de pistons sont en acier forgé.
Les bielles motrices et accouplées sont en fer fondu ou en acier doux.
Les essieux droits moteurs en acier fondu au creuset.
Les essieux coudés sont en acier fondu au creuset ou acier au nickel.
Les centres de roues sont en acier moulé.
Les bandages sont en acier fondu Siemens-Martin.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

r) Les pistons sont en acier moulé Martin.
Les tiges de pistons sont en acier laminé et forgé.
Les bielles sont en acier laminé et forgé.
Les essieux sont en acier au nickel.
Les roues sont en acier moulé Martin.
Les bandages sont en acier au creuset et en acier Martin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RUSSIE.

Chemin de fer de Riazane-Ouralsk (2,081 kilomètres).

r) On emploie l'acier fondu.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

r) Les tiges de pistons, bielles motrices, bielles d'accouplement sont en acier forgé.
Les essieux coudés ne sont pas employés.
Le mécanisme de la distribution est en acier forgé.
Les roues se font en acier moulé.
Les bandages se font de préférence en acier Siemens-Martin.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

r) Les pistons sont en acier moulé.
Les tiges de pistons, les bielles et les essieux sont en acier fondu.
Le mécanisme est en fer fondu ou forgé.
Les roues sont en acier moulé.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

r) Les pistons sont en acier moulé.
Les tiges de pistons sont en acier forgé.
Les bielles motrices et les bielles d'accouplement sont en fer à grain fin.
Les essieux droits et coudés sont en acier.
Les tiges de tiroirs, clavettes, vis de changement de marche se font en acier.
Les bandages sont en acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU X.

Métal employé pour la confection des différentes pièces du mécanisme.

PIÈCES.	Nombre de compagnies.	MÉTAL EMPLOYÉ.
Pistons	16	Fonte.
	8	Acier ou fer fondu forgé.
	7	Acier moulé.
	10	Acier (sans autre indication).
	3	Acier moulé ou acier forgé.
	2	Fonte ou acier moulé.
	2	Fer ou acier moulé.
	2	Fer.
	4	Non indiqué.
Tiges de pistons	44	Acier (sans autre indication).
	6	Acier au creuset.
	3	Fer.
	1	Fer ou acier.
	1	Acier trempé ou recuit.
Bielles motrices et d'accouplement	33	Acier (sans autre indication).
	16	Fer.
	1	Acier au creuset.
	1	Fer ou acier.
	4	Non indiqué.
Essieux droits	41	Acier (sans autre indication).
	4	Acier au nickel.
	3	Acier au creuset.
	2	Fer.
	2	Fer ou acier.
	1	Acier Bessemer.
	2	Non indiqué.
Essieux coudés	23	Acier (sans autre indication).
	8	Acier au creuset.
	3	Acier au nickel.
	3	Fer ou acier.
	1	Fer.
	1	Acier trempé et recuit.
	15	Non indiqué.
Distribution (mécanisme)	25	Fer.
	20	Acier.
	1	Fer ou acier.
	9	Non indiqué.
Roues	34	Acier moulé.
	8	Fer.
	9	Fer ou acier moulé pour essais.
	4	Non indiqué.
Bandages	39	Acier (sans autre indication).
	8	Acier au creuset.
	3	Acier Martin ou au creuset.
	2	Acier Bessemer.
	3	Non indiqué.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE X.

Questionnaire.

Indiquez les conditions de réception des rivets.

Réponses.

Les Compagnies suivantes utilisent des rivets en acier :

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

Pour les rivets, on demande un acier extra-doux devant satisfaire :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 30 p. c ;
St. = 60 p

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Les rivets sont en fer fondu qui doit pouvoir satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 34 à 40 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 50 p. c.

Essais de cintrage. — Ces essais s'appliquent aux barres rondes qui devront, jusqu'à un diamètre de 25 millimètres, pouvoir être pliées à froid en forme de boucle dont le diamètre intérieur sera égal à celui de la barre elle-même.

A chaud, pliage à bloc. — Ces essais portent sur 2 p. c. des pièces à recevoir, y compris l'épreuve suivante : un morceau découpé à une longueur égale à deux fois le diamètre de la barre devra se laisser aplatir à la moitié de sa hauteur.

A chaud, les fers servant aux rivets devront s'étaler uniformément sous les coups de marteau, sans qu'il se produise de fentes sur les bords. Revenus à la température ordinaire, les têtes de rivets adhéreront et ne se détacheront pas lorsqu'on frappe à coups de marteau la tôle aux points environnants.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Essai au pliage Pliage à bloc du rivet. La tête du rivet doit pouvoir être portée au marteau à 45° par rapport à sa tige.

Essai à l'aplatissement. — La tête du rivet doit pouvoir être réduite au tiers de sa hauteur initiale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai à la traction. — Le métal doit satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 36 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 30 p. c.

L'acier doit être soudable.
Les rivets de 10 à 12 millimètres ne sont pas essayés à la traction.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Les rivets sont en fer fondu répondant aux conditions de traction :

R. = 36 kilogrammes;
Al. = 28 p. c.;
R. + A. = 66.

Il est, en même temps, pratiqué des essais de pliage à bloc à chaud et à froid.

Essais de refoulement. — On forme des têtes de rivets d'un diamètre égal à trois fois celui de la barre.

FRANCE.

Chemin de fer de Paris à Orléans (6,775 kilomètres).

Les rivets sont en acier extra-doux et doivent résister à un essai de traction de :

R. = 38 à 40 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 32 à 30 p. c.;
St. = 60 p. c.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Les rivets sont en fer fondu et doivent résister à un essai de traction de :

R. = 37 à 44 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 35 p. c. sur 253 millimètres entre repères.

Ils doivent supporter à chaud comme à froid un pliage à bloc. La tête chauffée au rouge doit pouvoir être refoulée sans criques jusqu'à un diamètre égal à trois fois celui de la barre.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Les rivets sont en acier doux et doivent résister à un essai de traction de :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 35 p. c. sur 102 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette : 14.3 millimètres.
On spécifie un pliage à bloc d'une barre d'une longueur égale à huit fois le diamètre.

Élargissement à chaud. — On doit pouvoir poinçonner avec un mandrin conique un trou égal au diamètre de la barre.

Compression. — Un morceau de 25.3 millimètres de longueur doit pouvoir être comprimé jusqu'à 9.5 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

North British Railway (2,144 kilomètres).

Cette Compagnie utilise les rivets en fer en même temps que les rivets en acier.
Les rivets en acier doivent résister aux mêmes essais que ceux demandés pour les tôles.
La longueur de l'éprouvette est de 253 millimètres.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Les rivets sont en acier Siemens-Martin répondant aux essais de traction de :

R. = 40 à 44.5 par millimètre carré ;
Al. = 35 p. c. sur 51 millimètres.

Il est imposé des essais de pliage à bloc.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Les rivets sont en acier doux de la même dureté que les tôles de chaudières.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

L'acier à rivets doit satisfaire à la condition de traction de :

R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

Les rivets sont en acier Siemens-Martin satisfaisant aux essais suivants :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 35 p. c. sur 101.5 millimètres.

Une barre de huit fois la longueur de son diamètre est cintrée de façon que ses bouts se touchent sans qu'il se manifeste de cassure.

De même une pièce de 25.4 millimètres de hauteur doit être comprimée à 9.5 millimètres de hauteur sans qu'il se produise de fentes.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Les rivets sont en acier doux.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Les rivets en acier doivent satisfaire à :

R. = 37.7 à 42.5 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 253 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Tous les rivets posés à la machine sont en acier.
Le métal devra subir un double pliage à chaud et à froid.
A la traction, l'acier doit satisfaire à la condition de :

R. = 39 à 44 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 50 p. c.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Les rivets sont en acier répondant à l'essai de traction de :

R. = 39 à 44 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c. sur 253 millimètres.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Les rivets sont en acier doux ou en fer fondu.

Essai de traction. — Le métal doit répondre à l'essai de traction répondant à :

R. = 37 à 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

Essai de pliage. — Les barreaux d'essai, après trempe, doivent être pliés à bloc sans criques.

Essai de pliage. — Deux morceaux de barres soudés ensemble, sans interposition de métal soudant, doivent pouvoir résister à l'essai de traction ci-dessus diminué de un dixième pour la charge et de un tiers pour l'allongement.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

On emploie de l'acier un peu plus doux que la tôle.

Essai de traction. — Le métal doit répondre à l'essai de traction correspondant à :

R. = 40 à 42 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 27 p. c. sur 200 millimètres.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

L'acier des rivets doit satisfaire aux conditions de traction de :

R. = 38 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 22 p. c. ;
Al. = R. = 860.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les Compagnies suivantes n'utilisent que des rivets en fer :

AUTRICHE.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres). — Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres). — Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres). — Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres). — Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres). — Ouest (5,534 kilomètres). — Est (4,833 kilomètres). — Nord (3,745 kilomètres). — Midi (3,236 kilomètres).

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres). — Great Northern Railway (1,423 kilomètres). — Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres). — Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres). — Furness Railway (274 kilomètres). — Taff Vale Railway (193 kilomètres). — London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres). — Metropolitan Railway (103 kilomètres). — Isle of Man Railway (56 kilomètres).

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres). — South Australia Government Railway (2,771 kilomètres). — Natal Government Railway (647 kilomètres).

PAYS-BAS (CONTINENT).

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XI.

Résumé des conditions de réceptions des rivets en acier ou en fer fondu.

COMPAGNIES.	Nature du métal.	Essais à la traction.				Pliage.	(compression : h = hauteur initiale, h' = haut. comprimée, D = diam. au corps.	Autres essais.
		Charge en kilogrammes par millimètre carré.	Allongement pour cent.	Striction pour cent.	Dimensions L mill. × S mill. carré.			
Central Argentine Railway	Acier.	...	...	...	...	...	...	...
Ch. de fer de l'État autrichien	Extra-doux.	25	30	63	...	...	...	...
— de l'État hongrois	Fer fondu.	34 à 40	...	50	...	A bloc, à chaud.	$h' = \frac{2}{3}$ D $h' = 1$ D	Forgeage à chaud
— de Mohacs-Fünfkirchen	—	...	...	...	...	...	...	...
— de l'État belge	—	36	30	...	...	Tête à 45°. Corps à bloc.	$h = \frac{2}{3}$ D $h' = \frac{2}{3}$	Soudabilité.
— viciniaux belges	—	36	23	...	R + A = 66	A chaud, à bloc. A froid, à bloc.	...	Formation d'une tête de diam. égal à 3 D.
— de Paris à Orléans	Extra-doux.	38 à 40	32 à 30	60	...	...	...	...
Great Western Railway	Fer fondu.	37 à 44	35	...	...	A bloc, à chaud. A froid	$h = \frac{2}{3}$ D $h' = \frac{2}{3}$	...
North Eastern Railway	Doux.	40	35	...	...	—	$h = 25.3$ $h' = 9.5$	Poinçonnage d'un trou élargi à D.
North British Railway	Acier.	...	...	...	L = 253	...	...	...
Midland Railway	—	40 à 44.5	35	...	L = 51	—	...	...
Great Eastern Railway	Doux.	40 à 45	20	...	L = 203	—	...	Poinçonnage d'un trou élargi à D.
London & South Western	Acier.	...	...	...	...	...	...	...
Lancashire & Yorkshire Railway	—	40 à 47	20	...	L = 203	...	...	Poinçonnage d'un trou élargi à D.
Great Northern Railway (Ireland)	—	40	25	...	L = 101	A bloc, à chaud. A froid.	$h = 25.3$ $h' = 9.5$	...
Belfast & Northern Counties Railway	Doux.	...	...	...	...	...	...	...
Great North of Scotland Railway	Acier.	...	...	...	...	...	...	...
New South Wales Government Railw.	—	37.7 à 42.5	25	...	L = 253	...	...	...
New Zealand Government Railway	—	...	...	...	...	...	...	...
Western Australia Railway	—	39 à 44	...	50	...	A bloc, à chaud. A froid.	...	...
East Indian Railway	—	39 à 44	30	...	L = 253	...	...	...
Chemins de fer méridionaux (Italie)	—	37 à 40	25	...	...	Après trempe à bloc.	...	Soudabilité.
Chemin de fer de l'État néerlandais	—	40 à 42	27	...	L = 200	...	...	...
Central suisse	—	38	22	...	A × R = 830	...	...	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XI.

—

Questionnaire.

—

Indiquez les conditions de réception pour les entretoises de foyer en acier.

Réponses.

—

Les Compagnies suivantes utilisent des entretoises en acier :

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

Pour les entretoises on demande un acier extra-doux devant satisfaire à un essai de traction correspondant à :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c.;
St. = 60 p. c.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Le fer fondu des entretoises doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 36 à 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.;
St. = 50 p. c.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Les entretoises de foyer sont en acier extra-doux répondant aux conditions de traction de :

R. = 30 à 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

FRANCE.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Une pièce prélevée dans un lot de cinquante doit satisfaire à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 24 p. c.

S'il y a plusieurs pièces à essayer, il faut que leur moyenne donne :

R. = 42 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 26 p. c.

L'allongement est mesuré sur une longueur prise entre deux traits situés de part et d'autre du point de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rupture, et tels qu'il y ait de l'un à l'autre un nombre de traits égal au nombre de centimètres compris dans la valeur de :

$$L = \sqrt{80\,S}.$$

S = section primitive de la pièce dans sa partie rompue, exprimée en centimètres.

Est (4,833 kilomètres).

Il n'a été fait d'essai d'entretoises en acier que sur quatre machines; ces entretoises en acier correspondent aux trois rangées supérieures des flancs de la boîte à feu, parce que les entretoises en cuivre, précédemment appliquées, étaient sujettes à de fréquentes ruptures. Ces entretoises reliaient l'enveloppe de la boîte à feu en acier au ciel du foyer également en acier.

Un nouvel essai vient d'être fait sur six machines qui ont reçu des entretoises en acier aux deux rangées horizontales supérieures et aux rangées verticales extrêmes des flancs de la boîte à feu.

L'acier employé à la confection de ces entretoises est caractérisé par une résistance de :

R. = 36 à 42 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 28 p. c. sur 1 millimètre ;
St. = 55 p. c.

Les essais ont lieu, comme suit, sur une barre par 50 :

Essais à chaud :

1° *Essai de pliage.* — Le morceau de barre d'environ 400 millimètres de longueur est chauffé au rouge cerise en son milieu et plié à bloc sur l'enclume à l'aide d'un marteau à main.

Le rayon de l'œil a 2.5 millimètres au maximum.

Il est ensuite redressé, replié de même en sens inverse, puis redressé une seconde fois. Cet essai doit être fait en entier en une seule chaude;

2° *Essai de rivure.* — Le morceau de barre d'environ de 150 millimètres de largeur est chauffé à l'un des bouts, puis refoulé et bouterollé de façon à produire une tête de rivet sensiblement circulaire, d'un diamètre qui a deux fois et demie le diamètre de la barre essayée et d'une hauteur égale à la moitié de ce diamètre.

Essais à froid :

3° *Essai de pliage avant et après trempe : a) Essai sans trempe.* — Le rivet confectionné ci-dessus doit être plié sur une enclume à l'aide du mouton ci-devant et d'une chasse. Le rivet est plié à froid à 50 millimètres de la tête, branches parallèles, avec écartement égal du rayon de la base;

b) Essai après trempe. — Le morceau de barre d'environ 200 millimètres, préalablement trempé, doit subir le même pliage que pour le rivet ci-dessus.

4° *Épreuve de rivure à froid après chauffage à haute température.* — Deux morceaux larges de 100 millimètres chacun sont filetés (pas de 2 millimètres) sur toute leur longueur, puis vissés sur deux plats de 20 millimètres d'épaisseur, distants entre eux d'au moins 15 millimètres et dont les trous sont percés symétriquement et taraudés.

Les extrémités de ces deux entretoises sont rivées à froid, en goutte de suif, au marteau à main et à petits coups, de façon à donner aux têtes de rivet un diamètre au moins égal à une fois et demie le diamètre de la barre et une hauteur équivalente à la moitié de ce diamètre.

On reproduit ce même essai à froid avec de mêmes morceaux de barres préalablement portés à la température du jaune oxydant (1,000° à 1,100°), refroidis dans un courant d'air, filetés et préparés comme ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Isle of Man Railway (56 kilomètres).

L'acier doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 à 46 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

L'acier doux des entretoises doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 à 44 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 253 millimètres ;
St. = 50 p. c.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Les entretoises qui ne sont pas en cuivre sont en acier doux ou en fer fondu.

Essai de traction. — Le métal doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 37 à 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

Essai de pliage. — Après trempe les barreaux d'essai doivent pouvoir être pliés à bloc sans criques.

Essai de soudure. — Deux morceaux de barre soudés ensemble, sans interposition de matière soudante, doivent pouvoir résister à l'essai de traction ci-dessus, diminué de $^1/_{10}$ pour la charge et de $^1/_3$ pour l'allongement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XII.

Résumé des conditions de réception pour les entretoises de foyer, en acier ou en fer fondu

COMPAGNIES.	Applications à titre d'essai ou définitif.	Essais à la traction :					Essais de pliages.	Autres essais.
		Charge en kilogr. par mill. carré.	Allongement pour cent.	Striction pour cent.	DIMENSIONS DES ÉPROUVETTES. L. millimèt.	DIMENSIONS DES ÉPROUVETTES. S. millimèt.		
Chemins de fer de l'État autrichien	Pas indiqué.	35	30	60	...	...	...	...
Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien . .	Concurremment avec bronze manganèse.	36 à 40	25	50	...	...	...	...
— de l'État danois	Définitif pour le ciel du foyer.	35 à 40	25	...	...	...	...	...
— de Paris-Lyon-Méditerranée .	—	42	26	...	$L = \sqrt{80\,S.}$		...	...
— de l'Est français.	Essai.	36 à 42	28	55	$L = \sqrt{\frac{200}{3}\,S.}$		Pliages à bloc à chaud et à froid.	Rivures à chaud et à froid après filetage.
Isle of Man Railway	—	40 à 46	20	...	203	...	...	...
New Zealand Government Railway	Définitif.	40 à 44	25	50	253	...	...	...
Réseau de l'Adriatique	—	37 à 40	25	...	...	...	A bloc après trempe.	Essais de traction sur soudures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XII.

—

Questionnaire.

—

Indiquez les conditions de réception pour les tubes de fumée en acier ou en fer fondu.

Réponses.

—

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

Tous les tubes sont en fer fondu et doivent résister à une pression intérieure de 20 kilogrammes par centimètre carré.

On procède aux essais suivants :

1° Sur un bout de tube non recuit : une collerette de 6 millimètres à angle droit à froid ;
2° Sur un bout de tube recuit : un agrandissement de 1.1 fois le diamètre à froid ;
3° — — : — — — à chaud ;
4° — — : un rétrécissement de 0.9 fois le diamètre à froid.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Les tubes de fumée sont en fer fondu.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

La tôle d'acier devant former le tube doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 38 kilogrammes.
St. = 52 p. c.

Comme essais mécaniques, on procède à des essais d'emboutissage et collerette.
Un bout de tube doit pouvoir être refoulé de la moitié de sa longueur.
Il est aussi procédé à des essais d'aplatissement à chaud et à froid.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Les tubes sont en tôle d'acier.
On demande un agrandissement, au mandrin, d'au moins 5 millimètres sur le diamètre.
La tôle devant former le tube doit pouvoir être soudée à la forge.
Tous les tubes sont essayés à une pression intérieure de 20 kilogrammes par centimètre carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Les tubes de fumée sont en fer ou en acier doux, ils sont lisses ou à ailettes système Serve.
Le métal doit satisfaire aux essais suivants :

10 p. c. des tubes en fer ou en acier doux lisses sont essayés à une pression intérieure de 15 kilogrammes. Si les rebuts de cet essai dépassent 3 p. c., tout le lot sera refusé.

On procède aux essais suivants :

1° Par lot de 50 tubes, on prend un bout recuit : une collerette égale à $^1/_5$ du diamètre intérieur.

Observation. — Les tubes dont l'épaisseur est supérieure à $^1/_5$ du diamètre intérieur ne subissent pas cet essai ;

2° Un agrandissement de 1.1 fois le diamètre à froid.
Observation. — Les tubes Serve ne sont agrandis que de 1.06 fois le diamètre.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Les tubes sont en fer fondu sans soudure.
On demande un agrandissement ou un rétrécissement d'au moins 5 millimètres sur le diamètre.
Il est aussi procédé à des essais d'aplatissement au marteau pilon sur des bouts de 50 millimètres.
La tolérance sur le poids indiqué, en plus ou en moins, sera de 10 p. c.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

1 p. c. des tubes Serve en acier est pris pour subir les essais mécaniques.
Tous les tubes doivent résister à une pression intérieure de 20 kilogrammes par millimètre carré. Si 2 p. c. d'essais ne sont pas satisfaisants, le lot est rebuté.
Comme essais mécaniques, on procède :

1° Un retournement sans recuit ;
2° Une collerette de 15 millimètres, après avoir recuit le bout de tube et enlevé les ailettes ;
3° Un essai d'écrasement suivant l'axe sur un bout de tube de 100 millimètres de longueur.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Les tubes sont en fer ou en acier doux. Ces derniers sont tous essayés à la presse hydraulique, à la pression de 20 kilogrammes par centimètre carré et pendant au moins une minute. Il ne devra se manifester ni suintement, ni aucune trace d'altération, sinon refus.
Pour constater la malléabilité, à froid et à chaud, on prélève un tube par lot de cinquante tubes et on lui fait subir les épreuves suivantes :

1° Un bout de tube recuit doit supporter le rabattement à froid d'une collerette à angle droit ayant pour

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

largeur quatre fois l'épaisseur du métal. Le rabattement a lieu en deux opérations successives, par mandrins coniques et mi-droits ;

2° Un bout de tube recuit est agrandi, à froid, de 1.06 fois son diamètre extérieur ;

3° Deux bouts de 100 millimètres de longueur et recuits sont sciés suivant une génératrice, et retournés à froid ;

4° Une collerette ayant sept fois l'épaisseur du métal est rabattue à chaud.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Les tubes à fumée sont en acier extra doux soudable, obtenu exclusivement au four Martin.

Pour essais, on prélève un tube pour cent. Le métal doit pouvoir subir les épreuves suivantes :

1° Sur un bout de tube non recuit : une collerette de 12 millimètres ;

2° Emboutissage à 1.33 mètre du diamètre extérieur primitif à froid. Le tube est recuit ;

3° Aplatissement ;

4° Retournement.

Tous les tubes sont essayés à une pression hydraulique intérieure de 25 kilogrammes par centimètre carré.

Ouest (5,534 kilomètres).

Les tubes sont en acier extra doux soudable. Ils sont essayés à une pression intérieure de 25 kilogrammes par centimètre carré.

Un tube pour cent subit les essais mécaniques suivants :

1° Un bout sera cintré suivant une circonférence dont le rayon intérieur sera égal au double du diamètre du tube ;

2° Une collerette de 12 à 15 millimètres de largeur sera rabattue à angle droit à l'une des extrémités ;

3° Un essai de retournement ;

4° Un essai d'évasement de 1.06 fois le diamètre primitif ;

5° Essai de traction sur des éprouvettes :

R. = 42 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 18 p. c.

Est (4,833 kilomètres).

Les tubes sont en acier doux, ils sont soudés à recouvrement et doivent résister et satisfaire aux épreuves suivantes :

1° *Épreuve à la pression.* — La pression intérieure à appliquer sera de 25 kilogrammes par centimètre carré. Cette pression sera maintenue pendant une minute sans que le tube présente aucune trace d'altération ni de suintement.

Cette épreuve porte 1 sur 5.

Pour les aplatissements, le retournement, le rabattement de la collerette, l'élargissement, le cintrage, le pliage et la trempe, l'épreuve porte 1 sur 200.

2° *Epreuves à l'aplatissement.* — Le bout de tube, préalablement recuit, sera scié suivant une génératrice et retourné de façon que la surface intérieure devienne la surface extérieure.

3° *Essai de rabattement.* — A froid, d'une collerette régulière ayant pour diamètre extérieur le diamètre extérieur du tube augmenté de quatre fois son épaisseur.

4° *Épreuve d'élargissement.* — A froid, un bout de tube préalablement recuit et rempli de résine devra pouvoir se cintrer jusqu'à ce que les extrémités soient réunies par une partie courbée régulièrement suivant un tore ayant pour diamètre intérieur cinq fois le diamètre extérieur du tube.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5° *Épreuve de pliage.* — A chaud, un bout de tube préalablement recuit et rempli de sable réfractaire et convenablement chauffé doit pouvoir se plier jusqu'à ce que le rayon de courbure intérieure soit 0,6 du diamètre extérieur du tube.

6° *Épreuve de trempe.* — Un morceau d'essai ci-dessus, chauffé au rouge cerise avancé et trempé dans l'eau à 20° C. au plus, doit pouvoir se laisser parfaitement attaquer à la lime demi-douce.

Lorsque la fabrication sera courante, régulière, en bonne marche et que les épreuves donneront des résultats satisfaisants et uniformes, la Compagnie pourra réduire le nombre des essais.

Nord (3,745 kilomètres).

Les tubes sont en acier extra-doux, soudés à recouvrement. Ils doivent pouvoir résister à une pression intérieure de 20 kilogrammes par centimètre carré. Un bout de 10 centimètres de longueur, scié suivant une génératrice, doit être retourné jusqu'à ce que la surface intérieure devienne la surface extérieure.

Un deuxième bout doit subir à froid le rabattage d'une collerette de 15 millimètres de bord.

Un troisième bout de 10 centimètres doit pouvoir s'écraser sous le pilon, le choc ayant lieu suivant l'axe du tube.

Ces épreuves sont faites après recuit.

Midi (3,236 kilomètres).

Les tubes sont en acier ou en fer fondu ; ils doivent résister à une pression intérieure de 25 kilogrammes par centimètre carré.

1° *Essai de rabattement à froid.* — Des tronçons découpés dans ces tubes recuits au rouge cerise clair et refroidis à l'air devront pouvoir supporter le rabattement à angle droit d'une collerette régulière ayant, comme diamètre extérieur, le diamètre extérieur du tube augmenté de 10 millimètres. Ce rabattement sera obtenu au moyen de deux mandrins, le premier rabattant à 45°, le second rabattant d'équerre.

Pour les tubes Serve, les ailettes seront enlevées au tour sur la hauteur de 25 millimètres environ avant le rabattement.

2° *Essai de retournement.* — D'autres tronçons, coupés suivant une génératrice, devront pouvoir être enroulés en sens contraire de l'enroulement primitif, jusqu'à ce que les bords sciés se trouvent de nouveau en contact.

3° *Essai de mandrinage.* — Les tubes, recuits au préalable à l'une de leurs extrémités, devront pouvoir supporter, à froid, un mandrinage à l'aide d'un mandrin conique ayant, à un bout, un diamètre égal au diamètre intérieur du tube et à 60 millimètres de ce bout, un diamètre égal au même diamètre augmenté de 7 p. c.

4° *Essai de trempe.* — Un des morceaux d'essai, chauffé au rouge cerise et trempé dans l'eau à la température maximum de 28°, devra pouvoir être parfaitement attaqué à la lime demi douce.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Les tubes sont en acier doux et doivent résister à une pression de 56 kilogrammes par centimètre carré et à une pression extérieure de 17 kilogrammes par centimètre carré.

Un bout de tube doit pouvoir s'écraser dans le sens de l'axe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Lorsque les eaux d'alimentation sont mauvaises, les tubes sont en acier. Ils doivent résister à une pression intérieure de 56 kilogrammes par centimètre carré, et à une pression extérieure de 17 kilogrammes par centimètre carré.

Les poids ne doivent pas être inférieurs à 5 p. c., ni supérieurs de 10 p. c. à ceux qui sont spécifiés.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

25 p. c. des tubes sont essayés.

Chaque tube doit être recuit en entier et résister à une pression intérieure de 56 kilogrammes par centimètre carré et à une pression hydraulique extérieure de 17 kilogrammes.

L'essai d'aplatissement doit être satisfaisant.

Furness Railway (274 kilomètres).

Les tubes sont en acier et doivent pouvoir supporter une pression intérieure de 56 kilogrammes par centimètre carré et 17 kilogrammes pour une pression extérieure.

L'essai porte su 1 p. c.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Les tubes sont en acier.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Un essai a été fait avec un petit nombre de tubes en acier, mais les résultats n'ont pas donné satisfaction

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Les tubes d'un diamètre supérieur à 60 millimètres doivent être soudés par recouvrement de 10 millimètres au moins, et font partie de la première catégorie.

Les tubes d'un diamètre inférieur à 30 millimètres peuvent être soudés par rapprochement et font partie de la deuxième catégorie.

Première catégorie. — Tous les tubes doivent être essayés à une pression intérieure hydraulique répondant à la relation suivante :

$$P^{kg} = 5{,}000\,\frac{S}{D}.$$

S = épaisseur en millimètres.
D = diamètre en millimètres.

Pourtant, cette pression ne peut être supérieure à 40 kilogrammes.

Essai d'élargissement. — Un mandrin introduit à force dans un bout de tube doit pouvoir produire un élargissement de $^1/_{15}$ sur e diamètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai des ailettes. — Un morceau de tube doit pouvoir supporter, à froid et au marteau, la formation d'une collerette dont le diamètre extérieur est de 40 p. c. supérieur à celui du tube primitif. L'épaisseur des bords de la collerette doit être au moins la moitié de celle du tube.

Deuxième catégorie. — Tous les tubes doivent résister à une pression intérieure calculée par la relation :

$$P^{kg} = 3{,}500\,\frac{S}{D},$$

sans toutefois pouvoir dépasser une pression maximum de 30 kilogrammes par centimètre carré.

Pour les deux catégories, on peut faire des essais de traction en long; la résistance correspondante ne doit pas être inférieure à :

R. = 30 kilogrammes par millimètre carré.

PAYS-BAS.

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Les tubes à fumée doivent être en acier Siemens-Martin à sole acide et satisfaire aux conditions ci-dessous :

Poids moyen. — On prélève 10 p. c. des tubes présentés, on les pèse ensemble, et on déduit de la facture l'excédent du poids moyen demandé.

Essais. — On prélève un tube pour cent, sur lequel on fait les essais suivants :

a) Un bout de tube est embouti à chaud de manière à obtenir une augmentation de diamètre de 4.5 millimètres en deux chaudes, à l'aide de deux mandrins, dont l'un produit une déformation de 2.2 millimètres et le deuxième de 4.5 millimètres;

b) Un morceau de 25 millimètres, recuit, doit être aplati suivant l'axe, de manière à produire un refoulement de 176 sur le diamètre extérieur;

c) Une collerette de 9 millimètres doit être obtenue au marteau à main après recuit et refroidissement à l'air;

d) Un morceau de tube doit pouvoir être aplati en long;

e) 10 p. c. des tubes doivent pouvoir supporter une pression intérieure de 25 atmosphères, sans laisser paraître de fuite, même quand ces tubes, sous pression, sont frappés au marteau à main.

SUISSE.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Les tubes à fumée sont en fer ou fer fondu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XIII.

Résumé des conditions de réc[illegible] de fumée en acier ou en fer fondu.

COMPAGNIES.	Nature du métal employé.	Nombre de tubes privilégiés pour essais.	Collerettes, largeur du rabattement à froid.	Agra[illegible] à chaud de	Retrécissement de	Retournement, longueur de l'échantillon.	Aplatissement suivant l'axe.	Nombre de tubes prélevés pour essais.	Intérieure e = épaisseur P	Extérieure P
		Essais divers.						Pression, P, hydraulique en kilogrammes par centimètre carré.		
Chemins de fer de l'État autrichien	Fer fondu.	...	6 millimètres.	1.1 D	0.9 D	...	...	Tous.	[illegible]0	...
Société austro-hongroise privilégiée.	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien	Acier.	...	Oui.	...	...	...	Demi-longueur.	...	...	...
— de l'État hongrois	—	...	...	...	...	...	...	Tous.	20	...
— de l'État belge	Fer ou acier.	1 par 50.	1.2 D	...	...	...	[illegible]	1 par 10	15	...
— de l'État danois	Fer fondu, sans soudure.	...	...	...	5 millimètres.	...	50 millimètres aplatiss. complet.	...	...	...
— de l'État français	Acier.	1 par 100.	15 millimètres.	...	...	100 millimètres.	100 millimètres.	Tous.	20	...
— de Paris-Lyon-Méditerranée	Fer ou acier.	1 par 50.	4 épaisseurs. 7 épaiss. à chaud.	...	...	—	...	—	20	...
— de Paris à Orléans	Martin.	1 par 100.	12 millimètres.	...	...	—	100 millimètres.	—	25	...
— de l'Ouest français	Extra-doux.	—	12 à 15 millimètres.	...	...	—	...	—	25	...
— de l'Est français	—	...	4 épaisseurs.	Pliage.	Trempe.	—	100 millimètres.	1 par 5	25	...
— du Nord français	—	...	15 millimètres.	...	...	—	...	Tous.	20	...
— du Midi français	Fer fondu.	...	10 millimètres.	...	Trempe.	—	...	—	25	...
Great Eastern Railway	A deux.	...	...	...	...	...	100 millimètres.	—	56	17
Lancashire & Yorkshire Railway	—	...	...	...	...	...	...	—	56	17
Great North & Scotland Railway	—	...	...	...	...	...	100 millimètres.	—	56	17
Furness Railway	Acier.	1 par 100.	...	...	...	...	...	—	56	17
New Zealand Government Railway	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Western Australia Government Railway	—	*Voir* détails.	...	...	...	...	...	...	...	...
Réseau de l'Adriatique (Italie)	—	—	1.40 D	...	...	...	...	Tous.	$P = 5{,}000 \frac{e}{D}$ / $P = 3{,}500 \frac{e}{D}$	*Voir* détails.
Chemins de fer de l'État néerlandais	Martin acide.	—	9 millimètres.	...	...	...	...	1 par 10	25	...
Chemin de fer du Gothard	Fer ou fer fondu.	...	...	...	...	...	...	...	...	...

OBSERVATIONS.

Deux compagnies seulement indiquent en outre la qualité ci-après de l'acier en feuille :

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien.	Résistance	38 p. c.
	Striction.	52 —
Chemin de fer de l'Ouest français	Résistance	42 —
	Allongement	18 —

TABLEAU XIII.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XIII.

—

Questionnaire.

—

s) Indiquez les conditions de réception pour les tôles non soumises à la pression de la vapeur.

Réponses.

—

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres.)

Les tôles non soumises à la pression de la vapeur doivent donner aux essais de traction de :

R. = 39.5 à 49 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres entre les repères.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

Ces tôles sont en fer fondu procédé Martin à sole basique.

La qualité du métal est vérifiée par des essais de traction sur des éprouvettes dont les dimensions principales doivent satisfaire à la relation :

$$L = 11.3 \sqrt{F}.$$

F = section de l'éprouvette en millimètres carrés (autant que possible 320 millimètres) ;
L = longueur utile.

Il faut que la résistance à la rupture soit de R. = 35 kilogrammes par millimètre carré et la striction = 40 p. c.

On procède à un essai en long et à un essai en travers.

En outre, on fait des essais de cintrage et de pliage à chaud. (Les éprouvettes de pliage auront 360 millimètres de longueur et une largeur égale à trois fois l'épaisseur.)

Les tôles ne doivent pas prendre la trempe.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Les tôles sont en fer fondu qui doit résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 35 kilogrammes ;
St. = 60 p. c.

Sur une éprouvette prélevée en long, on doit procéder à un pliage à chaud de 90° et à froid à 45°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Le fer fondu est employé pour les boites à fumée.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Les tôles sont en fer fondu et doivent résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 43 à 48 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 52 p. c.

1° Comme essais mécaniques, on procède encore à des épreuves de pliage à bloc sans trempe sur mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur ;
2° Pliage à bloc après trempe sans soudure ;
3° Pliage sur barreau entaillé à 1 millimètre de profondeur ;
4° Élargissement jusqu'à 75 millimètres d'une bande de 50 millimètres ;
5° Perçage avec des poinçons d'un diamètre égal à quarante-cinq fois l'épaisseur, le centre étant à 1.5 du bord de l'échantillon ;
6° Après trempe à l'eau froide, l'éprouvette doit pouvoir se limer ;
7° Rupture au bleu de l'éprouvette préalablement entaillée. Chaque tôle est essayée sur les bords, en travers, mais parfois aussi en long, si cela est jugé nécessaire.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Les tôles peuvent être en fer fondu.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Les tôles sont en fer homogène.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Les tôles sont en fer homogène ou acier doux. Elles doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 22 p. c. sur 200 millimètres.

L'éprouvette ayant été prélevée en long et à :

R. = 40 kilogrammes ;
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres en travers.

On procède, en outre, à des essais de pliage à froid et sans trempe et à chaud à bloc ; après trempe à 180° sur un mandrin dont le diamètre est égal à l'épaisseur de la tôle.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Les tôles doivent pouvoir résister à des essais de traction correspondant à :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Les tôles sont en acier et doivent satisfaire aux conditions du tableau suivant :

ÉPAISSEUR EN MILLIMÈTRES.	Charge moyenne minimum.	Allongement pour cent sur 200 millimètres.	OBSERVATION.
1 1/2 à 2	47 kilog	10	Après trempe, pliage sur un mandrin d'un diamètre égal à deux fois l'épaisseur de la tôle.
2 à 3	46 —	13	
3 à 4	45 —	16	
4 à 6	45 —	18	
6 à 8	43 —	21	
8 à 20	42 —	22	
20 à 30	42 —	24	

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Épreuves à froid :

Traction. — L'éprouvette doit répondre à la relation :

$$L = \sqrt{80\,S}.$$

L = longueur exprimée en millimètres ;
S = section exprimée en millimètres carrés.

Il n'est fait aucune distinction entre les résultats obtenus dans le sens longitudinal et dans le sens transversal.

Les nombres du tableau sont des minimums qui doivent être obtenus aussi bien dans un sens que dans l'autre.

ÉPAISSEUR EN MILLIMÈTRES.	Tôles de première catégorie.		Tôles de deuxième catégorie.	
	Charge moyenne minimum.	Allongement final moyen minimum p. c.	Charge moyenne minimum.	Allongement final moyen minimum p. c.
De 1 mill. inclus à 2 mill. exclusivement.	...	...	47 kilog.	10
— 2 — — 3 — —	...	...	46 —	13
— 3 — — 4 — —	...	...	45 —	16
— 4 — — 6 — —	45 kilog.	22	45 —	18
— 6 — — 8 — —	42 —	25	43 —	21
— 8 — — 20 — —	42 —	26	42 —	22
— 20 — — 33 — —	40 —	26	42 —	22

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Épreuve à chaud :

Consistent à exécuter avec un morceau de tôle de dimensions convenables une calotte hémisphérique avec bord plat conservé dans le plan primitif de la tôle.

En outre, pour les tôles de plus de 5 millimètres d'épaisseur, on peut exiger une deuxième épreuve consistant à confectionnner avec un morceau de tôle de dimension convenable une cuve à base carrée et à bords relevés d'équerre. Le fond de cette cuve est percé au milieu d'un trou circulaire avec bords relevés perpendiculairement au plan du fond et du côté opposé à celui de la bande de la cuve. Tous les angles sont arrondis, leur course intérieure a pour rayon l'épaisseur de la tôle.

Les tôles dont l'épaisseur est supérieure à 18 millimètres ne sont pas soumises à l'épreuve à chaud.

Épreuve de trempe :

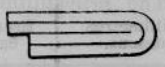
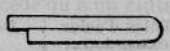
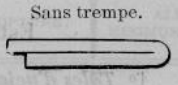
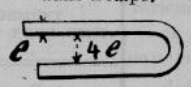
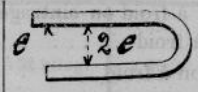
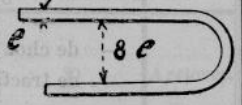
Pour les essais de trempe, on découpe dans les feuilles de tôle présentées à la réception des barreaux de 23 millimètres de longueur sur 4 millimètres de largeur, soit dans le sens du laminage, soit en travers. Les rives longitudinales de ces barreaux ne sont pas arrondies; on tolère seulement que l'arête des angles soit enlevée à la lime douce. Ces barreaux sont chauffés uniformément de manière à être amenés au rouge cerise un peu sombre, puis trempés dans l'eau à 20° C.

Ainsi préparés, les barreaux découpés dans les tôles de première ou de deuxième catégorie doivent pouvoir prendre sous l'action de la presse une courbure permanente dont le rayon minimum, mesuré intérieurement, ne doit pas être supérieur à l'épaisseur des barreaux expérimentés.

Lorsqu'il s'agit de tôles de première catégorie, ces mêmes barreaux doivent pouvoir, sous l'action de la presse, être pliés à bloc.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Ces tôles sont classées en trois duretés suivant l'emploi, comme il est marqué par le tableau ci-dessous :

	R.	A.	St.	Pliages. (Tôles=3 millimètres.)	Pliages. (Tôles > 3 millimètres.)
	Kilog.	P. C.	P. C.	Après trempe.	Après trempe.
Extra-douces. . .	38 à 40	31	60		
Douces	45 à 50	27 à 22	50 à 45	Sans trempe. 	Sans trempe. 
Demi douces. . .	50 à 55	22 à 17	45 à 40	Sans trempe. 	Sans trempe. 

Les dimensions des éprouvettes doivent satisfaire à la relation :

$$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$$

Ouest (5,534 kilomètres).

Les tôles sont en acier doux de qualité variable et doivent pouvoir résister à des essais de traction correspondant à :

Tôles acier demi doux.	R. = 50 kilogrammes.	Al. = 20 p. c.
— doux	R. = 43 —	Al. = 22 —
— spécial.	R. = 43 —	Al. = 25 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai d'élargissement au mandrin. — Cet essai sera fait sur deux bandes de tôles de 200 millimètres de longueur et 60 millimètres de largeur, prélevées à froid, l'une en long, l'autre en travers, dans chacune des tôles soumises aux essais de traction ; ces bandes sont percées, en leur centre de figure, d'un trou de 21 millimètres de diamètre ; le diamètre de ce trou devra pouvoir être agrandi à froid au moyen d'un mandrin ayant une conicité de $^1/_{10}$ jusqu'à 30 millimètres pour les tôles d'acier demi doux, 35 millimètres pour les tôles d'acier doux et d'acier doux spécial, 38 millimètres pour les tôles d'acier extra-doux.

Essai de pliage.

DÉSIGNATION DES TÔLES.		CONDITIONS DANS LESQUELLES LE PLIAGE DOIT POUVOIR ÊTRE EFFECTUÉ A FROID.
Tôles d'acier commun.	Au-dessous de 10 millimètres.	Branches parallèles se raccordant par un arrondi d'un rayon intérieur égal à deux fois l'épaisseur de la tôle.
	De 10 millimètres et au-dessus.	Branches parallèles se raccordant par un arrondi d'un rayon intérieur égal à deux fois l'épaisseur de la tôle.
Tôles d'acier demi doux.	Au-dessous de 20 millimètres.	Branches parallèles se raccordant par un arrondi d'un rayon intérieur égal à deux fois l'épaisseur de la tôle.
	De 20 millimètres et au-dessus.	Branches d'équerre se raccordant par un arrondi d'un rayon intérieur égal à l'épaisseur de la tôle.
Tôles d'acier doux.	Au-dessous de 10 millimètres.	Complètement sur elle-même jusqu'au contact des deux branches.
	De 10 millimètres et au-dessus.	Branches parallèles se raccordant par un arrondi d'un rayon intérieur égal à une fois et demie l'épaisseur de la tôle.
Tôles d'acier doux spécial.	Au-dessous de 30 millimètres.	Branches parallèles se raccordant par un arrondi d'un rayon intérieur égal à l'épaisseur de la tôle.
	De 30 millimètres et au-dessus.	Branches parallèles se raccordant par un arrondi d'un rayon intérieur égal à deux fois l'épaisseur de la tôle.
Tôles d'acier extra-doux.	Au-dessous de 6 millimètres.	Complètement sur elle-même, jusqu'au contact des deux branches, puis replié sur elle-même.
	De 6 millimètres à 20 millimètres.	Complètement sur elle-même, jusqu'au contact des deux branches.
Tôles d'acier extra-doux.	De 21 millimètres et au-dessus.	Branches parallèles se raccordant par un arrondi d'un rayon intérieur égal à la moitié de l'épaisseur de la tôle.

Est (4,833 kilomètres).

1° *Tôles d'acier de 3 millimètres et au-dessus.*

Essais de pliage à chaud et redressements. . . . . (TC TD).
— — à froid ou cintrage. . . . . (TC TD).
— de choc à froid . . . . . (TC TD > 12 millimètres).
— de traction à froid . . . . . (TC TD TTC).

Une série d'essais est effectuée par lot ou fraction de lot de cinquante environ.

Pour les essais à chaud, on prélève des bandes finies de 250 millimètres de longueur sur 40 millimètres en travers.

En une seule chaude, les bandes pliées avec un rayon maximum égal à l'épaisseur de la tôle doivent pouvoir supporter :

Tôles TC. . . . . 2 pliages et 2 redressements.
— TD. . . . . 3 — 3 —

Pour les essais à froid, on prélève des bandes sur les tôles TC et TD seulement. Les barrettes finies ont 40 millimètres de largeur et 250 millimètres de longueur ; elles sont coupées en travers de la tôle,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Angle du pli.	Rayon de raccordement extérieur.	Redressements.
Qualité TC	Branches parallèles.	$3e$	Néant.
— TD	50°	$3e$	180°

Pour les tôles ayant des épaisseurs au-dessous de 5 millimètres, les pliages ci-dessus sont remplacés par des cintrages sur mandrin à 90 degrés.

	Tôles TC.	*Tôles TD.*
Épaisseur 3 millimètres . . .	III (3 cintrages).	III *bis* (3 redressements).
— 3,5 — . . .	II *bis* (2 redressements).	III (3 cintrages).
— 4 — . . .	II (2 cintrages).	II *bis* (2 redressements).
— 4,5 — . . .	I *bis* (1 redressement).	II (2 cintrages).

2° *Épreuve par choc.*

On prélève sur les tôles TC et TD ayant une épaisseur supérieure à 12 millimètres des bandes de 40 millimètres de largeur et de 250 millimètres de longueur.

Ces barreaux coupés en travers peuvent être entaillés.

3° *Épreuve par traction.*

Pour les tôles TC, TD, TTC, on prélève les éprouvettes en travers et de façon que la distance entre les repères soit obtenue par la formule :

$$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$$

Pour les tôles TC et TD ayant une épaisseur inférieure à 5 millimètres, on ne procède qu'à un cintrage à froid sur mandrin.

	Limite des allongements proportionnels Lp.	RÉSISTANCE A LA RUPTURE.		ALLONGEMENT MINIMUM EN POUR CENT.		Striction en pour cent $100\frac{s.s'}{s}$.
		Moyenne.	Pour essai isolé.	Moyenne.	Pour essai isolé.	
Qualité TC de 5 millimètres et au-dessus .	A relever.	43 k. minimum.	41 à 52 kilog.	23	20	A relever.
Qualité TC de 3 à 5 millimètres exclus.	—	A relever.	A relever.	A relever.	A relever.	—
Qualité TD de 5 millimètres et au-dessus .	—	42 k. maximum.	36 à 44 kilog.	28	24	—
Qualité TD de 3 à 5 millimètres exclus.	—	A relever.	A relever.	A relever.	A relever.	—
Qualité TTD de 5 millimètres et au-dessus .	—	—	36 k. minimum.	—	15 k. minimum.	—
Qualité TTD de 3 à 5 millimètres exclus.	—	—	A relever.	—	A relever.	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les tôles minces TD au-dessous de 3 millimètres d'épaisseur, la série des essais se compose :

A chaud	1° Épreuve de pliage double ;
A froid.	2° — — simple.

On procède à un essai par lot ou fraction de lot de cinquante tôles.

L'essai à chaud porte sur un morceau de 400 millimètres de longueur et de 200 millimètres de largeur.

L'essai à froid porte sur des barrettes de 40 millimètres de largeur sur 250 millimètres de longueur prélevées en travers de la tôle.

Nord (3,745 kilomètres).

1° Ces tôles sont en acier extra-doux et subissent les essais de traction suivants :

R. = 38 kilogrammes par millimètre carré maximum ;
Al. = 28 p. c. minimum sur 100 millimètres.

Elles doivent, en outre, pouvoir supporter des essais de pliage à froid après trempe.

Les pliages simples sont faits sur des bandes de 40 × 50 millimètres de largeur et 250 millimètres de longueur.

Les pliages doubles ont lieu sur des bandes de 120 à 150 millimètres sur 250 millimètres.

L'épreuve d'emboutissage consiste à exécuter à chaud une calotte sphérique à bord plat circulaire ayant pour diamètre intérieur trente fois l'épaisseur de la tôle et pour flèche intérieure quinze fois l'épaisseur et un bord plat d'une longueur égale à sept fois l'épaisseur.

2° Tôles en acier extra-doux pour réservoir de frein Westinghouse.

Ces tôles doivent résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 36 à 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 36 à 33 p. c. sur 100 millimètres.

En outre, ces tôles doivent supporter des essais de pliage simple à froid après trempe, de pliage simple et double à chaud, de poinçonnage et d'emboutissage.

Les pliages à froid après trempe sont faits sur des bandes de 40 × 50 millimètres de largeur et la trempe a lieu au rouge cerise un peu sombre.

Les éprouvettes doivent pouvoir se plier à bloc. Les pliages à chaud, simple et double, sont faits sur des bandes de 40 à 50 millimètres de largeur pour les pliages simples et de 200 millimètres de largeur sur 400 millimètres pour les pliages doubles.

Pour le pliage simple à chaud, les éprouvettes doivent être pliées à bloc et redressées ensuite à 180 degrés.

Pour le pliage double à chaud, les éprouvettes doivent pouvoir se plier dans les deux sens perpendiculaires. Ces essais ont lieu à la température du rouge cerise.

Les essais de poinçonnage ont lieu sur des bandes de 100 millimètres de largeur sur 250 millimètres, les unes trempées, les autres non trempées. Ces bandes sont percées de trois trous de 16 millimètres de diamètre, distants de 68 millimètres, qui doivent pouvoir être élargis à l'aide de mandrins coniques jusqu'à un diamètre de 45 millimètres pour les bandes non trempées et 42 millimètres pour les bandes trempées.

Même emboutissage que plus haut.

3° Tôles en acier doux de 3 millimètres et au-dessus pour l'entretien et la réparation des locomotives et des tenders :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 à 25 p. c. sur 100 millimètres.

Elles doivent se plier à froid et à bloc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Midi (3,236 kilomètres).

Les tôles d'acier devant former les pièces non soumises à la pression de la vapeur doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres.

Largeur de l'éprouvette, 25 millimètres ; l'éprouvette étant prélevée en long et en travers et son épaisseur étant celle de la tôle.

On procède, en outre, à un essai de pliage à froid et à bloc sur un mandrin égal à deux fois l'épaisseur de la tôle après trempe.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Les tôles sont en fer fondu satisfaisant à : R. = 37 à 44 kilogrammes, Al. = 25 p. c. pour des épaisseurs supérieures à 8 millimètres et Al. = 20 p. c. pour des épaisseurs inférieures à 8 millimètres sur 253 millimètres.

Après chauffage au rouge cerise, la bande trempée dans de l'eau à 21° C. est pliée à bloc sur un mandrin d'un diamètre égal à deux fois l'épaisseur de la bande. On procède aussi à un pliage à froid sans trempe préalable.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Les tôles sont en acier Siemens et doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré à 47 kilogrammes.
Al. = 20 p. c. sur 101.5 millimètres entre les repères.

Largeur de l'éprouvette, 25 millimètres.

Comme essais mécaniques, on procède à un pliage à 90° à froid d'une barre de 216 millimètres de longueur sur 76 millimètres de largeur.

North British Railway (2,144 kilomètres).

Les tôles sont en acier doux de qualité ordinaire.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Les tôles sont en acier.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Les tôles sont en meilleur acier doux Siemens.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Les tôles sont en acier.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Les tôles sont en acier.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Les tôles sont en acier Siemens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Les tôles sont en acier.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Les tôles sont en acier.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Les tôles sont en acier.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Les tôles sont en acier.

Furness Railway (274 kilomètres).

Les tôles sont en acier.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

La cheminée est en acier.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Les tôles sont en acier doux.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

La boite à fumée se fait en acier ou en fer, indifféremment.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

La boite à fumée se fait en acier.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

La boite à fumée se fait en tôle d'acier.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Les tôles ou plats sont en acier et doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 42.8 à 49 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

Pliage. — On procède en outre à un pliage après trempe au rouge cerise naissant sur mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur de la pièce à essayer. Si 25 p. c. des pièces soumises aux essais ne remplissent pas les conditions exigées, le constructeur doit rembourser l'excédent des frais de contrôle provenant de ce fait et payer au bureau des approvisionnements et adjudications la somme de 5 p. c. de la valeur facturée des matières n'ayant pas subi les essais; cette somme sera remboursée sur le montant du marché en cours ou sur tout autre.

Si, à n'importe quelle époque, la totalité des rebuts dépasse 50 p. c. de la quantité présentée par un fournisseur pour l'accomplissement du contrat, toutes les autres pièces pourront de droit être refusées sans examen préalable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Les tôles sont en meilleur acier Siemens-Martin et doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 39 à 46 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 45 p. c.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Les tôles sont en acier doux.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Les tôles de boîte à fumée et de cheminée se font quelquefois en acier.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Comme pour les tôles de chaudières.

PAYS-BAS (CONTINENT).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

L'acier doit satisfaire à un essai de traction correspondant à :

R. = 36 à 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 17 à 25 p. c. sur 200 millimètres.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Comme pour les tôles de chaudières.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Pour les tôles en fer fondu :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres ;
A. × R. = 850.

———— —

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XIV.

Résumé des conditions de réception pour les tôles en fer fondu non soumises à la pression de la vapeur.

COMPAGNIES.	Nature du métal.	Essais à la traction. R Charge en K. par millimètre carré.	A Allongement pour cent.	St. Striction pour cent.	Direction L millimètres.	Essais de pliages. A froid.	A chaud.	Entaillé.	Essais après trempe e = épaisseur.	Essais d'élargissement en millimètres.	Autres essais. — *Observations.*
Central Argentine Railway	Acier.	39.5 à 49	20	...	203	...	...	...	...	...	...
Chemin de fer de l'État autrichien	Martin basique.	35	...	40	L=11,3	...	Oui.	...	Doit se limer.	...	...
Société austro-hongroise privilégiée	Fer fondu.	35	...	60	...	$a = 45°$	$a = 90°$.	...	...	...	...
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Pour la boîte à fumée seulement.
— du Nord-Ouest autrichien	—	43 à 48	...	52	...	A bloc sur mandrin $= 3e$.	...	A bloc sur mandrin $= 2e$.	A bloc doit se limer.	Trou de 50 porté à 75.	Poinçonnage sur les bords.
Chemins de fer de l'État hongrois	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
— de Mohacs-Fünfkirchen	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
— de l'État belge	Fer ou fer fondu.	*Voir* détails.	...	...	...	*Voir* détails.	...	...	...	...	...
— vicinaux belges	Fer fondu.	40	22	...	200	A bloc.	A bloc.	...	A bloc sur mandrin $= e$.	...	Traction et pliage suivant épaisseur.
— —	...	40	20	...	200	...	...	...	...	...	En long.
— de l'État danois	Fer fondu.	35	20	...	...	...	...	...	...	...	En travers.
— de l'État français	Acier.	42 à 47	10 à 24	*Voir* détails.	...	...	...	...	...	...	...
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	—	42 à 47	10 à 22	—	L=	...	Calotte sphérique.	...	A bloc sur mandrin $= 2e$.	...	Traction suivant épaisseur.
— de Paris à Orléans	—	38 à 40	31	60	L=	...	...	...	...	...	— —
— — 3 duretés	—	45 à 50	27 à 22	50 à 45	L=	...	...	...	A bloc	...	
— —	—	50 à 55	22 à 17	45 à 40	L=	...	...	...	A bloc sur mandrin $= 1e$.	...	Pour les essais des tôles inférieures à 3 millimètres d'épaisseur, revoir détails.
— de l'Ouest français	—	50	20	...	L=	*Voir* l'épaisseur.	Suivant l'épaisseur.	...	A bloc sur mandrin $= 3e$.	...	
— — 3 duretés	—	43	22	...	L=	*Voir* détails.	*Voir* détails.	...	...	Au poinçon conique.	...
— —	—	43	25	...	L=	—	—	...	...	*Voir* détails.	...
— de l'Est français	—	43	23	...	L=	—	—	...	...	...	...
— — 3 duretés	—	42	28	...	L=	—	—	...	...	...	...
— —	—	36	15	...	L=	—	—	...	...	...	...

TABLEAU XIV.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Nature du métal.	Essais à la traction. R Charge en K. par millimètre carré.	A allongement pour cent.	St. Striction pour cent.	Dimens. L milli-mètres.
Chemin de fer du Nord français	Fer fondu.	38	28	...	100
— — 3 duretés	—	36 à 40	26 à 33	...	100
— —	—	45 à 50	30 à 25	...	100
— du Midi français	—	40 à 45	20	...	200
Great Western Railway	Fer fondu.	37 à 44	25	...	253
North Eastern Railway	Siemens.	40 à 47	20	...	101
North British Railway	Acier.	...	...	...	...
Midland Railway	—	...	...	...	...
Caledonian Railway	Siemens.	...	...	...	...
Great Eastern Railway	Acier.	...	...	...	...
London & South Western Railway	—	...	...	...	...
Lancashire & Yorkshire Railway	Siemens.	...	...	...	...
Manchester, Sheffield & Lincolnshire	Acier.	...	...	...	...
Midland Great Western of Ireland Railway	—	...	...	...	...
Great North of Scotland Railway	—	...	...	...	...
Belfast & Northern Counties Railway	—	...	...	...	...
Furness Railway	—	...	...	...	...
Taff Vale Railway	—	...	...	...	...
London, Tilbury & Southend Railway	Acier doux.	...	...	...	...
Metropolitan Railway	Acier ou fer.	...	...	...	...
New South Wales Government Railway	Acier.	...	...	...	...
Cape Government Railway	—	...	...	...	...
South Australia Government Railway	—	42 à 49	20	...	203
Western Australia Government Railway	Martin.	39 à 46	45	...	...
Natal Government Railway	Acier doux.	...	...	...	...
East Indian Railway	Acier.	...	...	...	...
Réseau de l'Adriatique (Italie)	1re qualité.	45 à 50	20	...	200
	2e —	37 à 42	27	...	200
	3e —	36 à 44	18	...	200
Chemins de fer de l'État néerlandais	Acier.	36 à 45	17 à 25	...	200
Central suisse	Fer fondu.	36	25	A+R=1,000	200
Gothard	—	40	20	A×R=850	200

Essais de pliages. A froid. 	A chaud. 	Entaillé.	Essais après trempe e — épaisseur.	Essais d'élargissement en millimètres.	Autres essais. — Observations.
...	Calotte sphérique.	...	A bloc.		Épaisseurs inférieures à 8 millimètres.
A bloc.	A bloc avec refroidissement simple ou double.	...	—	Au poinçon conique.	...
—	...	...	...		Épaisseurs supérieures à 3 millimètres.
A bloc sur maudrin = 2 e.	...	...	...		...
A bloc.	...	...	A bloc sur maudrin = 2 e.	...	Allongement pour cent = 20 pour épaisseurs inférieures à 8 millimètres.
α = 90°	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	Boite à fumée.
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	Boite à fumée.
...	...	...	...	...	—
...	...	...	...	...	—
...	...	...	A bloc sur maudrin = 2 e.	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
U	...	...	...	...	Quelques cheminées ou boites à fumée.
A bloc.	Filage en 4 épaisseurs.	...	...	...	...
—	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	A bloc.	...	...
...	...	...	...	...	...

ANNEXE XIV.

Questionnaire.

s) Indiquez les conditions de réception pour les pièces d'acier forgé ou laminé du châssis.

Réponses.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

Les tôles d'acier du châssis doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant

R. = 39 à 49 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

Les tôles du châssis doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 40 p. c.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Les longerons doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 38 à 43 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 35 à 50 p. c.;
Al. = 20 à 25 p. c.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

L'acier doux employé pour le châssis doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 55 p. c.

Quant à l'acier extra-doux, également employé, il doit donner :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 60 p. c.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Les longerons sont en acier laminé qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 35 à 40 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 50 et R. + St. 90.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Les tôles sont soumises aux essais de pliage et de choc sur des barreaux entaillés comme il est spécifié pour les tôles des viroles de chaudières. L'essai de traction doit satisfaire à :

R. = 38 à 43 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 52 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Les tôles de châssis et les supports de chaudières sont en fer fondu.

Les longerons sont en acier Siemens-Martin qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 33 à 40 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 50 p. c.

Une bande prélevée à chaud en long et en travers subira un pliage à bloc suivant arête vive. A froid, on devra obtenir un pliage à 180° sur un mandrin de 25 millimètres de diamètre pour des épaisseurs inférieures ou égales à 25 millimètres et au-dessus de diamètre égal à l'épaisseur.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Les tôles en acier doux du châssis doivent se prêter facilement aux travaux de forge et pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 38 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 24 p. c.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Les pièces en acier forgé doivent satisfaire à :

R. = 36 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 28 p. c. sur 200 millimètres.

Cet acier devra être soudable ; deux morceaux soudés ensemble devront pouvoir se plier à l'endroit de la soudure sur un mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur.

Après trempe, on procède au pliage à 180° suivant un diamètre égal à l'épaisseur.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

L'acier employé doit satisfaire à un essai de traction correspondant à :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Les tôles doivent pouvoir résister à des essais de traction correspondant au tableau ci-après :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉPAISSEUR EN MILLIMÈTRES.	Charge moyenne minimum.	Allongement pour cent sur 200 millimètres.	OBSERVATIONS.
1 1/2 à 2	47 kilog.	10	Après trempe, pliage sur un mandrin d'un diamètre égal à deux fois l'épaisseur de la tôle.
2 à 3	46 —	13	
3 à 4	45 —	16	
4 à 6	45 —	18	
6 à 8	43 —	21	
8 à 20	42 —	22	
20 à 30	42 —	24	

Les pièces en acier forgé du châssis doivent satisfaire :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré;

Al. = 20 p. c.

Laminés et profils du châssis.

ÉPAISSEUR EN MILLIMÈTRES.	Cornières et barres en T.		Barres en I, en U et Z.		OBSERVATIONS.
	R.	A.	R.	A.	
2 à 4	46	18	46	16	Après trempe, pliage sur mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur.
4 à 6	44	22	44	20	
6 à 8	44	22	44	20	
8 et au-dessus.	42	24	44	22	

Cornières. — Avec un bout coupé dans une barre quelconque, il est exécuté un manchon tel qu'une des ailes de la cornière restant dans son plan, l'autre aile forme un cylindre dont le diamètre intérieur soit égal à trois fois et demie la largeur de l'aile restée plane.

Un autre bout est ouvert jusqu'à ce que les deux ailes soient sensiblement dans le même plan. Un autre bout est fermé complètement.

Les fers en U et Z sont fendus en long pour former des cornières et subir les mêmes essais.

L'âme du profilé en T restant plane, on forme un demi-manchon d'un rayon extérieur égal à deux fois la hauteur totale de la barre et l'on perce un trou à l'extrémité de la fente pour l'empêcher de s'étendre; enfin, on place la branche ainsi détachée dans son plan, de manière à l'amener à 45° de l'autre branche.

Dans l'extrémité d'une barre en I, on fend la lame centrale par le milieu sur une longueur égale à cinq fois la hauteur totale de la barre, et l'on perce un trou pour l'empêcher de s'étendre puis on place une des deux branches à chaud en maintenant la lame centrale dans son plan, de manière à l'amener sensiblement à 45° de l'autre.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

L'éprouvette de traction doit répondre à la relation :

$$L = \sqrt{80\,S},$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L = Longueur de l'éprouvette en millimètres;
S = Section en millimètres carrés.

Il n'est fait aucune distinction entre les résultats à obtenir dans le sens longitudinal et dans le sens transversal. Les chiffres du tableau sont des minimums qui doivent être obtenus dans un sens ou dans l'autre.

ÉPAISSEUR EN MILLIMÈTRES.	Tôles de première catégorie.		Tôles de deuxième catégorie.	
	Charge moyenne minimum.	Allongement final minimum.	Charge moyenne minimum.	Allongement final moyen minimum.
	H.	P. C	H.	P. C.
1 inclus à 2 exclusivement . . .	...	...	47	10
2 — à 3 — . . .	...	...	46	13
3 — à 4 — . . .	...	..	45	16
4 — à 6 — . . .	45	22	45	18
6 — à 8 — . . .	42	25	43	21
8 — à 20 — . . .	42	26	42	22
20 — à 33 — . . .	40	26	42	22

Épreuves à chaud. — L'épreuve à chaud consiste à exécuter, avec un morceau de tôle de dimensions convenables, une calotte hémisphérique avec bord plat conservé dans le plan primitif de la tôle.

En outre, on peut exiger pour les tôles de plus de 5 millimètres d'épaisseur, une deuxième épreuve consistant à confectionner, avec un morceau de tôle de dimensions convenables, une cuve à base carrée, à bords relevés d'équerre; la base de cette cuve a pour côté trente fois l'épaisseur de la tôle, car les bords mesurés en dedans ont pour hauteur dix fois cette même épaisseur.

Le fond de cette cuve est formé, au milieu, d'un trou circulaire avec bords relevés perpendiculairement au plan du fond et du côté opposé à celui des bords de la cuve.

Tous les cycles sont arrondis, leur congé intérieur a pour rayon l'épaisseur de la tôle.

Les tôles dont l'épaisseur est supérieure à 18 millimètres ne sont pas soumises à l'épreuve à chaud.

Essai de trempe. — Pour les essais de trempe, on découpe dans les feuilles de tôle présentées à la réception des barreaux de 230 millimètres de longueur sur 40 millimètres de largeur, en long et en travers. Les rives longitudinales de ces barreaux ne sont pas arrondies; on tolère seulement que l'acuité des angles soit enlevée à la lime douce.

Ces barreaux sont chauffés uniformément de manière à être amenés au rouge cerise un peu sombre, puis trempés dans l'eau à 20°. Ainsi préparés, les barreaux découpés dans les tôles de première ou deuxième catégorie doivent pouvoir prendre, sous l'action de la presse, sans présenter de trace de rupture, une courbure permanente dont le rayon minimum, mesuré intérieurement, ne doit pas être inférieur à l'épaisseur du barreau expérimenté.

Lorsqu'il s'agit de tôles de première catégorie, ces mêmes barreaux doivent pouvoir, sous l'action de la presse et sans présenter de traces de ruptures, être pliés en deux, à plat, de manière que les deux moitiés soient complètement appliquées l'une sur l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Les longerons sont en acier doux :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 27 à 22 ;
St. = 45 à 50 ;
R. + S. = 95 ;

$$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$$

Ouest (5,534 kilomètres).

Les entretoises de longerons, le caissonnement des cylindres extérieurs, les plaques-traverses d'attelage sont en acier demi doux.

Essai de traction. — Le métal doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

Essai de pliage. — Au-dessous de 20 millimètres, une bande doit être pliée à froid à 180° sur un mandrin d'un diamètre égal à quatre fois l'épaisseur de la tôle.

De 20 millimètres et au-dessus, le pliage a lieu à 90°, le rayon intérieur étant égal à l'épaisseur de la tôle.

Essai d'élargissement. — Cet essai sera fait sur deux bandes de tôle de 200 millimètres de longueur et 60 millimètres de largeur, prélevées à froid, en long et en travers, dans chacune des tôles soumises à l'essai de traction. Ces bandes sont percées en leur centre de figure d'un trou de 21 millimètres de diamètre ; ce dernier devra pouvoir être agrandi à froid au moyen d'un mandrin ayant une conicité de un dixième jusqu'à 30 millimètres.

Les longerons sont en acier doux spécial.

Essai de traction. — Le métal doit résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 43 kilogrammes ;
Al. = 25 p. c.

Essai de pliage. — Au-dessous de 30 millimètres, une bande doit pouvoir être pliée à froid à 180° sur un mandrin d'un diamètre intérieur égal à deux fois l'épaisseur de la tôle.

De 30 millimètres et au-dessus, les branches parallèles se raccordant par un arrondi d'un diamètre intérieur égal à quatre fois l'épaisseur de la tôle.

Essai d'élargissement. — Cet essai sera fait sur deux bandes de tôle de 200 millimètres de longueur et 60 millimètres de largeur, prélevées à froid en long et en travers, dans chacune des tôles soumises à l'essai de traction. Ces bandes sont percées en leur centre de figure d'un trou de 21 millimètres de diamètre ; ce dernier devra pouvoir être agrandi à froid au moyen d'un mandrin ayant une conicité de un dixième jusqu'à 35 millimètres.

Est (4,833 kilomètres).

Longerons. — Sont soumis aux essais suivants :

1° *Texture.* — On prélève deux éprouvettes, une à chaque extrémité, en travers. Ces éprouvettes entaillées au burin ou à la tranche sont rompues brusquement en porte-à-faux ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Pliage.* — On prélève deux bandes de 250 sur 40 millimètres en travers ;

3° *Choc.* — On prélève deux bandes de 310 sur 40 millimètres en travers ;

4° *Traction.* — Des éprouvettes en travers doivent fournir une charge de rupture :

R. = 40 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

On relèvera la striction.
Distance entre les repères :

$$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$$

On relèvera, en outre, les résultats de traction après trempe dans l'eau à 28° et chauffage au rouge cerise un peu sombre (700° environ).

Barres profilées. — On procède :
Un essai de pliage à chaud spécifié plus loin et des essais de texture.

Essai à froid :

De pliage ; à l'état de livraison, à bloc ; après trempe, diamètre du mandrin égal à deux fois l'épaisseur ;
De mandrinage, un trou de 21 millimètres percé à froid au foret à 30 millimètres du bord et 100 millimètres de l'extrémité agrandi à 35 millimètres par choc ;
De traction, R. = 42 kilogrammes, moyenne, Al. = 27 p. c., striction à relever ; 38 à 46 p. c., essai isolé, Al. = 23 p. c., striction à relever.
Les essais portent par lot ou fraction de lot de 50 barres. Pour toute fraction inférieure à la moitié de l'importance des lots spécifiés ci-dessus, il pourra n'être fait que des épreuves de pliage, de texture et de traction.
S'il s'agit de profils d'un emploi secondaire, on se contente de l'examen de la texture.

Pliage à chaud — Les barres en T et L sont coupées par bouts de 700 millimètres qu'on porte au rouge cerise et plie au marteau comme il est indiqué sur le tableau ci-dessous.
Des barres en I et U on détache un morceau de longueur suffisante qu'on fend à froid au milieu sur une longueur égale à trois fois la hauteur du profilé ; cette fente est limitée par un trou percé à froid. Une des branches est ensuite écartée à chaud et doit pouvoir supporter un pliage effectué au marteau.

Profilés en acier.

ANGLE DE PLIAGE.	RAYON de raccordement des deux branches de l'angle.	NOMBRE DE CHAUDES POUR EFFECTUER LE PLIAGE FIXÉ CI-CONTRE.
30°	20 millimètres.	Trois chaudes pour fers en I de 300 millimètres inclus et au-dessus.

Nord (3,745 kilomètres).

Les tôles extra-douces pour longerons doivent donner une résistance de 36 kilogrammes par millimètre carré au maximum et Al. = 32 p. c. sur 160 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des bandes de 40 à 50 millimètres de largeur sur 250 millimètres environ de longueur doivent pouvoir se plier complètement à froid.

Des bandes de mêmes dimensions doivent se souder facilement deux à deux par amorce et en une seule chaude au blanc soudant.

Après refroidissement, la cassure faite au milieu de l'amorce ne doit pas présenter de trace de soudure.

Les supports de glissières doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 30 à 25 p. c. sur 100 millimètres.

Cette tôle doit pouvoir se plier à froid à bloc.

Les caissonnements en acier moulé ont donné :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 22 à 13 p. c.

Toutefois, on n'impose pas de conditions de réception pour l'acier moulé.

Midi (3,236 kilomètres).

Les longerons doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 à 46 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres.

La largeur de l'éprouvette sera de 20 millimètres, et l'épaisseur, celle de la tôle brute de laminage.

On procède aussi à un pliage sur mandrin d'un diamètre égal à l'épaisseur de la tôle.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

On prélève 2 p. c. d'essais par lot. L'acier employé doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 37 à 44 kilogrammes;
Al. = 25 p. c.,

pour des épaisseurs supérieures à 8 millimètres, et :

Al. = 20 p. c.,

pour des épaisseurs inférieures à 8 millimètres.

Pliage à froid après trempe. — La bande trempée dans de l'eau à 21° après chauffage au rouge cerise sombre est pliée, à bloc, sur un mandrin d'un diamètre égal à deux fois l'épaisseur de la bande.

Pliage à froid sans trempe. — On opère comme précédemment en supprimant la trempe préalable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Traction. — Les pièces du châssis sont en acier Siemens qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 101, 5 millimètres.

La longueur de l'éprouvette est de 25 millimètres.

Pliage. — Une barre de 216 millimètres de longueur et de 76 millimètres de largeur est pliée à bloc.

Élargissement. — L'échantillon de 101 × 101 est percé d'un trou de 16 à 38 millimètres des deux côtés. Ce trou est porté à 38 millimètres à l'aide d'un poinçon conique.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Tôles du châssis. — Chaque tôle subit les essais suivants :

Essai de traction. — Les essais de traction doivent satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

Largeur de l'éprouvette, 38 millimètres.

Essai de pliage. — Les échantillons doivent avoir 152 millimètres de longueur et 38 millimètres de largeur. Ils seront prélevés en long et en travers, chauffés au rouge cerise sombre et trempés dans l'eau à 28°.

Le pliage doit être à bloc sur un mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur de la tôle.

Essais d'élargissement. — Un trou de 16 millimètres de diamètre est poinçonné dans une plaque de 89 millimètres de côté et élargi au poinçon conique jusqu'à un diamètre de 38 millimètres.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Les pièces du châssis sont en acier Siemens sur sole et satisfaisant à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 à 17 p. c. sur 254 millimètres.

Les longerons sont essayés en long et en travers et doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 42 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 254 millimètres.

Essai de pliage. — Le pliage à froid doit être à bloc sur un mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur de la tôle.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Les longerons sont en acier et doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c. sur 51 millimètres.

Essai de pliage. — On prélève une bande sur chaque longeron. L'échantillon de 457 millimètres de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longueur et de 76 millimètres de largeur doit pouvoir être plié suivant un rayon de 25 millimètres jusqu'à amener les deux bords à 51 millimètres l'un de l'autre.

Furness Railway (274 kilomètres).

Les longerons sont en acier Bessemer ou en acier Siemens-Martin, lequel doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 37,5 à 47 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 23 p. c. sur 250 millimètres.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Les longerons sont en acier qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 39 kilogrammes par millimètre carré.

La tôle doit pouvoir s'emboutir dans tous les sens suivant un rayon égal à sa demi-épaisseur.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Les pièces de l'entretoisement et du châssis sont en acier doux de meilleure qualité et doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 44 à 50 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Le châssis est en acier qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 40 p. c.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Les tôles d'acier devant former le châssis doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 42.5 à 49 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Les pièces d'acier forgé ou laminé du châssis sont en acier forgé doux et en acier forgé dur.

1° *Acier forgé doux.*

L'acier doit être de la meilleure qualité, à grain fin et compact; il doit pouvoir prendre la trempe d'une manière sensible.

Essai de traction. — La résistance à la traction est de :

R. = 45 à 55 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres.

Des bandes forgées à 20 millimètres et recuites lentement doivent pouvoir être pliées à bloc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *L'acier forgé dur est employé pour les longerons, les traverses, les glissières.*

Essai de traction. — La résistance à la traction doit correspondre à :

R. = 65 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 12 p. c. sur 200 millimètres.

Des bandes forgées à 20 millimètres et recuites lentement doivent pouvoir être pliées en U sur un mandrin de 40 millimètres.

L'essai porte sur 10 p. c. des pièces présentées.

PAYS-BAS (CONTINENT).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Les pièces en acier forgé ou laminé du châssis doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 36 à 44 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 23 à 26 p. c. sur 200 millimètres.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

Les pièces en acier laminé ou forgé du châssis doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 à 25 p. c.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Les pièces en acier laminé ou forgé du châssis doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 12 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XV.

Résumé des conditions de réception des pièces en acier forgé ou laminé du châssis.

COMPAGNIES.	Nature des pièces.	R. résistance en kg. par millimètre carré.	All. allongement pour cent.	Essais de traction : R. + St.	Essais de traction : Dimensions des éprouvettes. Longueur millimètres.	Essais de traction : Dimensions des éprouvettes. Section millim. carré.	Essais de pliage (D = diamètre du mandrin) : à froid	à chaud	après trempe	Autres essais. — Observations.
Central Argentine Railway	Laminées.	39 à 49	20	...	...	...	...	...	...	...
Chemins de fer de l'État autrichien	—	35	...	...	...	...	...	...	...	...
Chemin de fer du Sud de l'Autriche	—	38 à 43	20 à 25	...	...	...	...	...	...	...
Société austro-hongroise privilégiée	—	40	...	...	...	...	...	...	...	...
— — —	—	35	...	90	...	...	...	...	...	...
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	—	35 à 40	...	...	...	...	...	...	...	...
— du Nord-Ouest autrichien	—	38 à 43	...	...	...	...	$a = 180°$. $D = 25$ mill. $D = e$.	A bloc.	...	...
Chemins de fer de l'État hongrois	—	33 à 40	...	...	...	...	...	...	...	...
— de Mohacs-Fünfkirchen	—	33 à 40	...	...	...	...	...	...	...	...
— de l'État belge	—	38	24	...	200	...	$a = 180°$ (*). $D = 3\ e$.	...	$a = 180°$. $D = e$.	(*) Pliage sur essais de soudure.
— vicinaux belges	Forgées.	36	28	...	...	...	...	...	...	...
— de l'État danois	Laminées.	35	20	*Voir* détails.	200	...	...	...	$a = 180°$. $D = 2\ e$.	Les conditions de traction sont variables suivant les épaisseurs.
— de l'État français	Tôles.	42 à 47	24 à 10	—	200	...	...	...	$a = 180°$. $D = 3\ e$.	
— —	Profilées.	42 à 46	24 à 16	...	200	...	...	...	...	...
— —	Forgées.	50	20	...	$L = \sqrt{80\ S.}$		...	...	*a b b o c*	Essais à chaud = calotte sphérique cuve carrée. Les conditions de traction sont variables suivant les épaisseurs.
Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée	1re catégorie.	40 à 45	26 à 22	...	—	—	...	...	$a = 180°$. $D = e$.	...
— —	2e catégorie.	42 à 47	22 à 10	95	$L = \sqrt{\frac{200}{3}\ S.}$		...	...	...	...
— de Paris à Orléans	Laminées.	45 à 50	27 à 22	...	...	...	$a = 180°$. $D = 4\ e$.	...	...	Élargissement à 30 millimèt. d'un trou de 21 millimètres.
— de l'Ouest français	Laminées moins longerons.	50	20	...	...	...	$a = 180°$. $D = 2\ e$.	...	...	Élargissement à 35 millimèt. d'un trou de 21 millimètres.
— —	Longerons.	43	25	...	$L = \sqrt{\frac{200}{3}\ S.}$		...	*Voir* détails.	...	...

TABLEAU XV.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Nature des pièces.	R., résistance en kg. par millimètre carré.	All., allongement pour cent.	S. stric. pour
Chemin de fer de l'Est français	Longerons.	40 à 50	25	
— —	Profilées.	38 à 46	23	
— du Nord français	Longerons.	36	32	
— —	Supports de glissières.	45 à 50	30 à 25	
— du Midi français	Longerons.	42 à 46	20	
Great Western Railway	Laminées.	37 à 44	25	
— —	—	37 à 44	20	
North Eastern Railway	...	40 à 47	25	
Lancashire & Yorkshire Railway	Laminées.	40 à 47	20	
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	Laminées moins longerons.	40 à 47	20	
— — —	Longerons.	42 à 50	20	
Great North of Scotland Railway	—	47	30	
Furness Railway	—	37.5 à 47	23	
New Zealand Government Railway	—	39	...	
South Australia Government Railway	Étrécissement et châssis.	44 à 50	20	
Western Australia Government Railway	— —	40 à 47	...	
East Indian Railway	Laminées.	42.5 à 49	20	
Réseau de l'Adriatique (Italie)	Laminées ou forgées.	45 à 55	20	
— —	Longerons et glissières.	65	12	
Chemins de fer de l'État néerlandais	Forgé ou laminé.	36 à 44	23 à 26	
Chemin de fer Central néerlandais	— —	45 à 50	2 à 25	
Central suisse	— —	35	12	

traction : R. + St.	DIMENSIONS DES ÉPROUVETTES. Longueur millimètres.	DIMENSIONS DES ÉPROUVETTES. Section mill. carrés.	Essais de pliage : (D = diamètre du mandrin) à froid $\sum \frac{a}{\lambda}$	à chaud $\sum \frac{a}{\lambda}$	après trempe $\sum \frac{a}{\lambda}$	Autres essais. — *Observations.*
...	$L = 1 \sqrt{\frac{200}{3}} S.$		...	...	...	...
...	100	...	A bloc.	...	...	Essais de soudure.
...	...	...	—	...	...	...
...	...	...	$\alpha = 180°$. $D = e$.	...	...	...
...	...	...	$\alpha = 180°$. $D = 2\ e$.	...	$\alpha = 180°$. $D = 2\ e$.	Épaisseurs supérieures à 8 millimèt.
...	...	...	$\alpha = 180°$. $D = 2\ e$.	...	$\alpha = 180°$. $D = 2\ e$.	Épaisseurs inférieures à 8 millimèt.
...	101	25 *e*.	A bloc.	...	...	Élargissement à 38 millimèt. d'un trou de 16 millimètres.
...	203	38 *e*.	...	...	$\alpha = 180°$. $D = 3\ e$.	Élargissement à 38 millimèt. d'un trou de 16 millimètres.
...	203	38 *e*.	...	...	$\alpha = 180°$. $D = 3\ e$.	Élargissement à 38 millimèt. d'un trou de 16 millimètres.
...	254	...	...	...	...	...
...	254	...	$\alpha = 180°$. $D = 3\ e$.	...	...	...
...	51	...	A bloc. $D = 25$ mill.	...	...	...
...	250	...	...	...	...	...
...	...	...	$D = 2\ e$.	...	...	Essai d'emboutissage dont le diamètre des congés est égal à deux fois l'épaisseur.
...	...	...	...	...	...	...
...	203	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	200	...	A bloc.	...	...	...
...	200	...	$\alpha = 180°$. $D = 40$ mill.	...	...	...
...	250	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...

ANNEXE XV.

—

Questionnaire.

—

Indiquez les conditions de réception pour les pièces en acier forgé du mécanisme.

Réponses.

—

AUTRICHE

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

L'acier doit supporter un essai de traction correspondant à :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 30 p. c.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

L'acier doux employé pour le mécanisme doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 55 p. c.

Quant à l'acier très doux, également employé, il doit donner :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 60 p. c.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Les glissières et les crosses de pistons sont en acier Martin, qui doit résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 75 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 10 p. c.
R + S. = 90.

L'essai des bielles motrices et d'accouplement doit satisfaire à :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 35 p. c.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Les bielles et les glissières sont en acier fondu au creuset.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le métal doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 à 56 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 35 p. c.

On procède aussi à un essai de pliage à bloc sur un mandrin égal à trois fois l'épaisseur de l'éprouvette.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Les bielles motrices et d'accouplement sont en acier Martin. Le métal doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 35 à 46 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 45 p. c.

Le métal ne doit pas acquérir la trempe, il doit pouvoir se souder.
Une éprouvette de 5 × 40 millimètres doit se laisser plier à froid de 135°.
L'acier des manivelles doit satisfaire à l'essai de traction :

R. = 35 à 46 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 50 p. c.;
A. = 20 p. c. sur 200 millimètres.

Le métal doit pouvoir se souder et ne pas acquérir la trempe.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Les pièces en acier doux du mécanisme doivent se prêter facilement aux travaux de forge, et pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 38 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 24 p. c.

Les pistons sont en acier moulé satisfaisant aux conditions :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 10 p. c. sur 200 millimètres.

Les tiges de pistons doivent être en acier forgé pouvant résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 36 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 28 p. c. sur 200 millimètres.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Les pièces en acier forgé doivent pouvoir supporter un essai de traction correspondant à :

R. = 36 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 28 p. c. sur 200 millimètres.

Cet acier doit être soudable ; deux morceaux soudés ensemble doivent pouvoir se plier à l'endroit de la soudure sur un mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur.
Après la trempe, on procède à un pliage à 180° suivant un diamètre égal à l'épaisseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Les pièces en acier du mouvement doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Pièces en acier forgé du mécanisme.

Les lames doivent provenir exclusivement de lingots en acier fondu sur sole par le procédé Martin-Siemens.

Les fontes employées pour la fabrication de l'acier sont des fontes aciéreuses provenant des minerais magnétiques, d'hématites, spathiques et oligiste de première qualité

Les fers et les aciers employés concurremment avec les fontes, pour la fabrication de l'acier, proviennent également de fontes de la nature ci-dessus.

Le mode de coulée à la poche est seul admis.

La section des lingots à couler est déterminée de telle façon qu'elle soit au moins huit fois plus grande que les sections des blooms et inférieure à 4 décimètres carrés et quatre fois plus grande seulement que la section des blooms si la section des blooms est supérieure à 4 décimètres carrés.

Les lingots refroidis et démontés sont réchauffés, puis forgés et étirés uniquement au marteau pilon jusqu'à ce que leur section soit celle des blooms à fabriquer. Dans le cours de l'étirage ou lorsque l'étirage est terminé, on prélève comme chute 5 p. c. de l'extrémité correspondant au pied du lingot, et 30 p. c. à l'extrémité correspondant à la tête du lingot ; les 65 p. c. restant sont seuls utilisés et découpés à froid pour former les blooms commandés.

En général, les blooms ne sont pas recuits ; dans le cas où ils seraient demandés recuits, l'opération se fera à la volée.

Le métal des blooms est de deux catégories différentes, selon l'emploi auquel il est destiné ; la catégorie est caractérisée par la ténacité et la ductilité du métal.

Pour chaque lot de blooms pesant ensemble 1,000 kilogrammes ou pour tout lot d'un poids inférieur, on en choisit un qui fournira, après recuit, l'éprouvette de traction ayant 200 millimètres entre les repères et 500 millimètres carrés de section.

La charge initiale par millimètre carré de la section primitive, variable selon la catégorie, est maintenue en action pendant au moins cinq minutes. Des charges additionnelles, équivalentes à autant de fois 500 grammes qu'il y a de millimètres carrés dans la section primitive du barreau, sont ensuite placées à des intervalles de temps, sensiblement égaux et d'environ une minute.

On note pour chaque charge l'allongement correspondant mesuré sur la longueur de 200 millimètres.

Le tableau suivant indique la catégorie du métal :

1° La charge initiale en kilogrammes par millimètre carré de section, par laquelle on doit commencer les épreuves de traction ;

2° La charge de rupture exigée pour l'ensemble des barreaux afférents à un même lot ;

3° L'allongement minimum exigé pour l'ensemble des barreaux afférents à un même lot.

DÉSIGNATION DU MÉTAL.	Charges par millimètres carrés de la section primitive.		Allongement minimum en fonction de la longueur du barreau essayé.
	Charges initiales.	Charges de rupture.	
1re catégorie.	35 kilog.	40 à 50 kilog.	25 p. c.
2e —	50 —	55 à 65 —	15 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le cas où la longueur des blooms ou les appareils d'essai de l'usine ne permettraient pas de faire l'essai de traction sur des barreaux d'épreuves de la longueur susindiquée, on découperait ces barreaux à une longueur L et à une section S satisfaisant à la relation : $L = \sqrt{80S}$.

Essais de pliage. — Les essais de pliage sont faits sur des barreaux carrés de 10 millimètres de côté, découpés comme les barreaux destinés aux épreuves de traction et doivent donner les résultats suivants :

Pemière catégorie. — Le barreau chauffé au rouge cerise et trempé dans l'eau à 25° environ devra pouvoir, après cette opération, être plié à bloc, à froid, sans qu'il se produise de criques.

Deuxième catégorie — Le barreau naturel devra pouvoir être amené, à froid, à un rayon de courbure égal à une fois et demi l'épaisseur.

Conditions de recuit.

1° Sont recuites à la volée ou pas du tout les pièces de forme régulière qui sont finies à la forge à une température à peu près uniforme dans toutes les parties de la pièce.

2° Sont recuites à la volée les pièces d'une certaine complication passant plusieurs fois au feu, qui ont des sections variables et dont, par suite, le refroidissement n'est pas uniforme.

3° Sont recuites avec chute de température dans le four les pièces forgées de grandes dimensions, qui présentent des irrégularités de section très variables ou des formes compliquées.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Les glissières sont en acier demi doux :

R. = 55 à 60 kilogrammes par millimètre carré . . . . . Al. = 22 à 18 p. c.
St. = 45 à 40 p. c. . . . . R. + St. = 100.

Les bielles et les tiges de piston sont en acier doux :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré . . . . . Al. = 26 à 24 p. c.
St. = 55 à 50 p. c. . . . . R. + St. = 100.

Les pistons sont en acier extra-doux :

R. = 38 à 40 kilogrammes par millimètre carré . . . . . Al. = 32 à 30 p. c.
St. = 60 p. c. . . . . R. + St. = 98 à 100.

Les dimensions des éprouvettes de traction répondent à la relation :

$$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$$

Ouest (5,534 kilomètres).

Les pièces soumises à de très grands efforts et à des frottements tels que les vis de changement de marche, les coulisseaux de distribution, les glissières du mouvement sont en acier dur qui doit résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 70 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c. sur 200 millimètres carrés,
ou autant que pour Al. St. = 600 millimètres carrés.

Les pièces soumises à de très grands efforts telles que les tiges de pistons, les bielles motrices et d'accou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plement ne comportent pas de soudure, les manivelles d'accouplement, les contre-manivelles et les tourillons sont en acier demi doux pouvant résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres.

Section de l'éprouvette, 600 millimètres carrés.

Dans le cas où les dimensions de la pièce ne permettraient pas d'atteindre ces chiffres, la largeur entre repères L et la section S sont reliées entre elles par la formule :

$$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\, S.$$

Est (4,833 kilomètres).

Les tiges de pistons, les tiges de tiroirs sont soumises à la double trempe.

Après forgeage, et avant tout travail de dégrossissage, les pièces sont chauffées au rouge cerise clair et trempées une première fois dans de l'eau à 70°, puis elles sont recuites au rouge sombre et trempées, à nouveau, dans de l'eau à 70°.

Cette opération a pour but d'augmenter la résistance du métal tout en diminuant notablement la fragilité.

En général, l'acier doit satisfaire aux conditions suivantes :

Essai d'aplatissement. — Un rondin de 500 millimètres de longueur doit se laisser réduire sa section de 20 p. c. environ à chaud.

A froid, on procède à des essais de :

1° *Chocs.* — La barre brute est placée sur deux appuis écartés de un mètre et elle est soumise aux coups d'un mouton de 1,000 kilogrammes.

DIAMÈTRE DES BARRES.	Hauteur de chute (1re flexion).	Hauteur de chute (2me flexion).
50	0.80	1.00
60	1.20	1.40
70	1.60	1.90
80	2.10	2.50
90	2.70	3.20
95	3.10	3.70
100	3.40	4.10
105	3.80	4.60
110	4.10	5.00

La barre doit supporter avec succès et conformément au tableau deux flexions et deux redressements consécutifs, chaque flexion et chaque redressement étant obtenu par un seul choc.

Pour cet essai, comme pour le suivant, le rondin subit la préparation suivante : on le chauffe à 900°, à 1,000°, c'est-à-dire au rouge cerise clair, et on le trempe dans l'eau à 70°. On procède ensuite à un recuit au rouge sombre qui correspond à la sciure flambante et on trempe à nouveau dans l'eau à 70°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Chocs sur barreaux carrés.* — Ces barreaux ont au moins 240 millimètres et au plus 260 millimètres, soit en moyenne 250 millimètres de longueur et 30 millimètres de côté.

On les prélève près de l'éprouvette de traction.

On relève les résultats.

L'essai peut avoir lieu sur des barreaux entaillés.

3° *Traction.* — La barre doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;

Al. = 25 p. c. sur L. = $\sqrt{\frac{200}{3}}$ S.

Les bielles, les manivelles extérieures et les glissières sont en acier forgé caractérisé par une résistance moyenne minimum :

R. = 48 à 52 kilogrammes par millimètre carré ;

Al. = 22 p. c. sur L. = $\sqrt{\frac{200}{3}}$ S.

Une barre carrée de 30 millimètres de côté doit pouvoir se plier à froid à 180°, l'écartement intérieur des branches étant de 20 millimètres.

Nord (3,745 kilomètres).

L'acier dur des glissières doit résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 65 à 70 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c.

Quoique les pièces du mécanisme soient en fer de qualité supérieure, cependant, à titre exceptionnel, on a employé l'acier soudable pour les guides carrés des tiges de tiroirs, les manivelles et les boutons de manivelles des roues, les crosses de pistons, les coulisses, les leviers d'avance, les brides de bielles motrices de la distribution à haute pression et les axes du mouvement de dix locomotives Compound.

Cet acier doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 36 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 32 p. c. sur 100 millimètres,

à l'exception des chapes de bielles motrices et d'accouplement dont le métal a donné les résultats suivants :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

Midi (3,236 kilomètres).

L'acier est caractérisé par une résistance à la rupture de :

R. = 42 à 46 kilogrammes par millimètre carré ;

Al. = 23 p. c. sur 200 millimètres ou L. = $\sqrt{\frac{200}{3}}$ S.

Section de l'éprouvette, 900 millimètres carrés.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

On emploie l'acier Siemens.

L'essai porte sur une pièce par cinquante présentées à la réception.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — L'acier doit pouvoir résister à un essai de traction caractérisé par une résistance à la rupture de :

R. = 44 à 50 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 25 p. c. sur 102 millimètres.

L'éprouvette a 20millimètres de diamètre.

Essai de pliage. — On procède ensuite au pliage à bloc d'une barre carrée de 200 millimètres de longueur et 25 millmètres de côté.

Essai d'analyse himique. — Le métal ne doit pas accuser plus de 0.01 p. c. de silicium et 0.05 p. c. de soufre et de phosphre.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

On emploie l'acie forgé qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

Great Northern of Scotland Railway (509 kilomètres).

L'acier est caracérisé par une résistance à la rupture de :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 25 p. c. sur 51 millimètres.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Les tiges de pistons, les boulons et les glissières sont en acier Vikers de première qualité caractérisé par une résistanceà la rupture correspondant à :

R. = 56 à 63 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 45p. c.

Les pistons en acier moulé subissent un recuit préalable. Un témoin de 25 millimètres de diamètre doit subir un pliage à 90° sur un mandrin de diamètre égal à trois fois celui du témoin.

Les crosses de pistons sont en meilleur acier fondu.

Les bielles motrices et accouplées sont forgées d'une seule pièce en acier Vikers, à sole acide. Elles sont trempées à l'huileet le métal doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 4' à 55 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 5(p. c.

La section des prouvettes est égale à 321 millimètres carrés;

Toutes les parties du mécanisme de distribution, sauf les tiges et les cages de tiroirs, sont en acier doux à sole acide

Les tourillons moteurs sont en acier comprimé Whitworth et trempé à l'huile.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

On utilise deux espèces d'acier :

1° Acier forgé doux. — Cet acier doit être de la meilleure qualité, à grain fin et compact, il doit pouvoir prendrela trempe d'une manière sensible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — L'acier forgé doux est caractérisé par une résistance à la rupture :

R. = 45 à 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 200 millimètres.

Essai de pliage. — Des bandes forgées à 20 millimètres et recuites lentement doivent pouvoir être pliées à bloc.

2° Acier forgé dur. — *Essai de traction.* — Cet acier est caractérisé par une résistance à la rupture de :

R. = 65 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 12 p. c. sur 200 millimètres.

Essai de pliage. — Des bandes forgées à 20 millimètres et recuites lentement doivent pouvoir être pliées en U sur un mandrin de 40 millimètres.

L'essai porte sur 10 p. c. des pièces présentées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XVI.

Résumé des conditions de réc[illegible]es en acier forgé du mécanisme.

COMPAGNIES.	Nature de la pièce.	R. résistance en kg. par mill. carré.	All. allongement pour cent.
Chemins de fer de l'État autrichien	...	50	...
Société austro-hongroise privilégiée	Acier doux.	40	...
— — —	Acier très doux.	35	...
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	Glissières, crosses de pistons.	75	...
— — — —	Bielles.	55	...
— du Nord-Ouest autrichien	Bielles et glissières.	50 à 56	...
— de l'État hongrois	Bielles.	35 à 46	...
— —	Manivelles.	35 à 46	20
— de l'État belge	Acier doux.	38	24
— —	Tiges de pistons.	36	28
Chemins de fer vicinaux belges	...	36	28
— de l'État français	...	50	20
Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée	1re catégorie.	40 à 50	25
— — —	2e catégorie.	55 à 65	25
— Paris-Orléans.	Glissières.	55 à 60	22 à 18
— —	Bielles, tiges de pistons.	45 à 50	26 à 24
— —	Pistons.	38 à 40	32 à 30
— de l'Ouest français	Glissières, coulisseaux.	70	15
— —	Bielles, manivelles.	50	20
— de l'Est français.	Tiges de pistons et de tiroirs.	50	25
— —	Bielles, manivelles.	48 à 52	22
— —	Glissières.	48 à 52	22
— du Nord français	—	65 à 70	15
— —	Coulisseaux, brides, etc.	36	32
— —	Chapes de bielles.	45 à 50	25
— du Midi français.	...	42 à 46	23
North Eastern Railway	...	44 à 50	25
Lancashire & Yorkshire Railway	...	40 à 47	20
Great North of Scotland Railway	...	55	25
Western Australia Government Railway	Tiges de piston, glissières.	56 à 63	...
— — — —	Bielles.	47 à 55	...
— — — —	Tourillons.	...	...
Réseau de l'Adriatique (Italie)	Acier doux.	45 à 55	25
— — —	Acier dur.	65	12

TABLEAU XVI.

Fraction : R. + S.	DIMENSIONS DES ÉPROUVETTES. Longueur en millimét.	Section en mill. carrés.	Essais de pliages : D = diamètre du mandrin ; e = épaisseur de l'éprouvette. à froid	à chaud	après trempe	Autres essais. — Observations.
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
90	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	A bloc D = 3 e. α = 135°.	...	...	...
...	...	...		...	...	Le métal ne doit pas acquérir la trempe.
...	200	...	...	...	...	Le métal ne doit pas acquérir la trempe.
...	200	...	...	...	...	...
...	200	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	α = 180°. D = e.	Sur soudure pliage X′ = 180. D = 3 e.
...	...	...	...	...	...	...
...	200	500	...	...	A bloc.	*Voir* détails pour conditions de fabrication.
...	...	...	...	...	α = 180°. D = 1.5 e.	*Voir* détails pour conditions de fabrication.
100	L =	200/3 S.	...	...	...	...
100	—	—	...	...	...	...
98 à 100	—	—	...	...	...	...
...	—	—	...	...	...	...
...	—	—	...	...	...	...
...	—	—	...	...	...	Soumises à la double trempe.
...	—	—	α = 180°. D = 20 mill.	...	...	Aplatissement à chaud de 20 p. c. d'un roudin de 50 millimètres.
...	—	—	α = 180°. D = 20 mill.	...	...	
...	100	...	...	...	...	...
...	100	...	...	...	...	Soudabilité.
...	100	...	...	...	...	...
...	L =	200/3 S.	...	...	...	...
...	102	314	A bloc.	...	...	Teneurs en S — Ph — Si limitées.
...	203	...	...	...	...	...
...	51	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	321	...	...	...	Trempées à l'huile.
...	...	...	...	...	...	Sont demandés en acier comprimé, trempé à l'huile.
...	200	...	...	...	...	...
...	200	...	α = 180°. D = 40 mill.	...	...	Les essais de pliages ont lieu sur barreaux recuits.

ANNEXE XVI.

Questionnaire.

Indiquez les conditions de réception pour les ressorts.

Réponses.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

Les ressorts sont en acier au creuset. L'essai porte sur un ressort pour cent ou fraction de cent.
Une lame quelconque d'un ressort démonté doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 70 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 20 p. c. sur $L = 11.3 \sqrt{F}$;
Al. = 10 p. c.

Les essais de flexion sont indiqués sur chaque dessin et comprennent des charges au repos et des balancements.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Ressorts à lames. — On emploie l'acier fondu au creuset qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 75 à 82 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 20 p. c. ;
Al. = 10 p. c.

Les éprouvettes ne sont pas trempées.
Pour tous les ressorts montés on opère des essais de flexion.

Essai de flexion. — La charge au repos est les 4/3 de la charge de balancement correspondant précisement à la charge en service.
Par rapport à la flèche de déformation indiquée sur le dessin on admet 1 millimètre de tolérance en plus ou en moins.
La flèche de déformation permanente ne devra pas dépasser 2 millimètres, il ne devra plus se produire de déformation ultérieure.

Ressorts à spirales. — Pour la fabrication de ces ressorts on utilise également de l'acier fondu au creuset.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

On emploie l'acier fondu au creuset de meilleure qualité. Chaque lame ne doit être chauffée qu'une seule fois pour l'enroulage. On découpe dans chaque lame une éprouvette de 100 millimètres de longueur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et de 50 millimètres de largeur. L'épaisseur étant rendue uniforme par le polissage, on cintre la lame suivant un arc de cercle avec une flèche de 40 millimètres et on la trempe. On place ensuite la lame sur deux appuis mobiles en ayant soin de ne le soumettre qu'à une charge en rapport avec ses dimensions et calculée par la formule indiquée plus loin.

L'effort maximum J atteint 80 kilogrammes par millimètre carré.

L'éprouvette ne doit pas accuser une déformation supérieure à 5 p. c. de l'aplatissement complet.

La charge étant enlevée et placée une seconde fois, l'éprouvette ne doit subir aucune déformation permanente.

Les charges et les flèches sont calculées par les formules :

$$P = \frac{2}{3}\frac{J b h^2}{l},$$

$$f = \frac{P l^3}{4 \varepsilon b h^3} = \frac{1 J l^2}{6 \varepsilon h},$$

en désignant les poids en kilogrammes et les dimensions en millimètres, respectivement en millimètres carrés.

P = charge d'essai au centre de l'éprouvette ;
J = effort sur la fibre extérieure la plus fatiguée ;
b = largeur de l'éprouvette ;
h = épaisseur de l'éprouvette ;
l = distance entre les points d'appui ;
f = flèche pour la charge P ;
ε = coefficient d'élasticité du métal employé, lequel ne doit pas être inférieur à 20,000 kilogrammes par millimètre carré, ni supérieur à 24,000 kilogrammes.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

On emploie l'acier fondu au creuset.

Essai de traction. — Une éprouvette non trempée doit donner :

R. = 65 à 75 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 45 à 50 p. c. ;
Al. = 18 à 24 p. c.

Une éprouvette trempée doit donner :

R. = 110 à 130 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 15 à 25 p. c. ;
Al. = 6 à 8 p. c.

On procède aussi à une épreuve de rupture sur des barreaux entaillés.

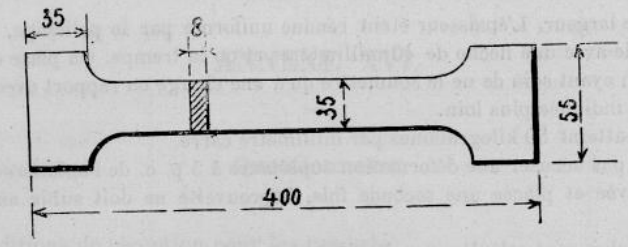
HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Les ressorts sont en acier fondu au creuset et satisfaisant à un essai de traction correspondant à :

R. $\geqq$ 80 kilogrammes par millimètre carré ;
St. $\geqq$ 15 p. c. ;
R + St. $\geqq$ 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



La charge et les flèches sont calculées par les formules :

$$P = \frac{2}{3}\frac{Jbh^2}{l},$$

$$f = \frac{Pl^3}{4Eb^3} = \frac{1}{6}\frac{Jl^2}{Eh}.$$

P = charge agissant au milieu du ressort ;
J = effort par millimètre carré pour les fibres extrêmes ;
b = largeur de la feuille ;
h = épaisseur de la feuille ;
l = distance entre les points d'appuis ;
f = flèche de déformation correspondant à P ;
E = coefficient d'élasticité de l'acier à ressort.

On a calculé, à l'aide de cette formule, un tableau donnant les flèches en fonction des charges pour des feuilles ayant une flèche primitive de 100 millimètres et une longueur de 1 mètre.

Dimensions de la feuille.		Charge correspondant à un effort de 80 kilogrammes par millimètre carré dans les fibres extrêmes.	Flèches en fonction des charges pour des coefficients d'élasticité.				
b	h		E = 20,000	21,000	22,000	23,000	24,000
Mil lim.	Millim.	Kilog.	Millim.	Millim.	Millim.	Millim.	Millim.
80	13	721	51.3	48.8	46.6	44 6	42.7
90	10	480	66.6	63.5	60.6	57.9	55.5
90	13	811	51.2	48.8	46.6	44.5	42.7
100	12	768	55.5	52.9	50.5	48.3	46.2

Les éprouvettes trempées ont d'habitude 1 mètre de longueur et 100 millimètres de flèche.

Il ne devra pas se produire de déformation permanente supérieure à 5 p. c. de la flèche primitive. (La charge sera calculée pour un effort de 80 kilogrammes par millimètre carré.)

Il ne devra plus se produire de déformations permanentes pour les essais ultérieurs.

Ressorts à spirales. — On emploie l'acier fondu au creuset. Les ressorts à spirales de suspension et de choc sont calculés pour résister à une charge de 2,000 kilogrammes et ceux de traction à une charge de 1,350 kilogrammes.

1° Pour une charge au repos, l'aplatissement moyen correspondant à un effort de 50 kilogrammes, sera inférieur à :

2.75 millimètres pour les ressorts de choc (jusqu'à 2,000 kilogrammes);
1.8 — — de traction (jusqu'à 1,350 kilogrammes);
1.1 — — de suspension (jusqu'à 2,000 kilogrammes);

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Pour des charges respectives de 2,000 ou de 1,350 kilogrammes on soumet les ressorts à des balancements provoquant un aplatissement complet;

3° Les ressorts des locomotives sont, en outre, soumis à une charge élastique de 3,000 kilogrammes. Il ne devra pas se produire de déformation permanente.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

On essaie toutes les maîtresses feuilles à des flexions vivement réitérées sans déformation permanente avec charges proportionnelles suivant les courbes indiquées aux tableaux des ressorts.

Les essais de flexion sur les maîtresses feuilles développent un allongement élastique calculé de 4 à 5 millimètres.

Essai au choc. — Le poids du mouton est de 50 kilogrammes et la distance des appuis est de 250 millimètres. La hauteur de chute en centimètres est calculée par la formule :

$$H = \frac{be^2}{43}.$$

l = largeur de la feuille en millimètres;
e = épaisseur de la feuille en millimètres.

On brisera quelques maîtresses feuilles pour se rendre compte de la qualité de l'acier employé.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

On emploie l'acier fondu au creuset.

Tous les ressorts sont soumis à des flexions réitérées jusqu'à la ligne droite sans perte de flèche.

Les flèches doivent être proportionnelles aux charges.

Essais de choc. — On soumet une lame quelconque des ressorts au choc d'un mouton de 50 kilogrammes tombant d'une hauteur calculée d'après la formule :

$$H = \frac{S}{6}.$$

S = section exprimée en millimètres;
H = hauteur exprimée en centimètres.

Les points d'appui sont écartés de 250 millimètres.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

On emploie de l'acier fondu, et, depuis quelques années, de l'acier supérieur.

Par lot de vingt-cinq barres, on essaie à la traction une éprouvette trempée et recuite comme les lames :

R. = 140 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 7 p. c.

Une éprouvette non trempée qui donne :

R. = 80 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 p. c.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de flexion. — Une barre de 1 mètre est cintrée suivant un arc de cercle ayant pour flèche 100 millimètres. Après la trempe et un recuit approprié, la barre est soumise en son milieu à l'action du poids.

$$P = \frac{4M\alpha}{eL}. \qquad M = \frac{Eal^3}{12}.$$

α = allongement de l'acier;
e = épaisseur de la feuille;
L = demi-longueur développée;
M = moment d'élasticité;
E = coefficient d'élasticité = 2×10^{10};
a = largeur de la feuille.

Ce poids doit être suffisant pour obtenir un allongement de 75 millimètres à la fibre extrême.

La perte de flèche permanente ne devra pas être inférieure à 1 centimètre de la perte correspondant à l'allongement considéré.

Après un nouvel essai, dans les mêmes conditions, la même barre ne doit plus conserver de flèche permanente.

La flèche f donnant l'allongement d'une barre isolée sera déterminée par la formule :

$$f = \frac{2}{3}\frac{L^2\alpha}{e}.$$

La charge sera augmentée progressivement jusqu'au double sans produire de rupture.

Les ressorts finis sont tous essayés :

1° Le ressort posé sur ses extrémités est soumis à un poids

$$P = \frac{4nM\alpha}{eL}.$$

n = nombre de feuilles.

Calculé pour $\alpha = 0.0065$ pendant cinq minutes. La perte de flèche ne doit pas excéder 2 p. c. de la flèche correspondante à l'application de la charge d'essai;

2° Replacé sous charge correspondant à $^1/_5$, puis $^2/_5$, puis $^4/_5$, puis $^5/_5$ de la charge du premier essai, les flèches doivent être proportionnelles aux charges avec une perte d'au plus 1 centimètre de la flèche correspondant à la charge d'essai;

3° Rechargé d'un poids égal aux $^4/_5$ de celui qui aura produit la flexion d'essai, on imprimera au ressort cinquante oscillations dont les amplitudes seront réglées aux limites de la flexion d'essai. S'il y a perte de flèche permanente, le ressort sera rebuté.

Les flexions seront calculées pour les ressorts montés par la formule suivante :

$$f = \frac{2n\alpha L^2}{3e}\left(\frac{2L^3 + (L-L_1)^3}{2nL^3 + n'(L-L_1)^3}\right).$$

L_1 = demi-longueur de la partie prismatique de la dernière feuille;
n' = nombre de feuilles de longueur 2L et non amincies;

4° Un ressort par cinquante sera soumis à une nouvelle charge

$$P^1 = 1.5\ P,$$

sous laquelle il devra se déformer sans produire de rupture.

Ressorts en hélice. — On procède à un essai au repos et à un essai de balancement :

1° Le ressort sera soumis à des charges successivement croissantes, depuis la charge initiale jusqu'à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la charge d'essai. Les flèches obtenues devront être proportionnelles aux charges appliquées et correspondre à celles qui ont été prévues sur les dessins. Cet essai ne doit produire aucune déformation permanente;

2° Le ressort sera ensuite soumis à une charge égale aux $^3/_4$ de la précédente et l'on imprimera à cette charge cinquante balancements produisant le même degré d'aplatissement que la charge d'essai.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Les matières premières destinées à fournir l'acier sont des minerais magnétiques et spathiques, des hématites et les aligistes ou tous autres minerais similaires.

Les barres d'abord et les ressorts ensuite subissent des épreuves.

Les barres sont partagées en lots de 1,000 kilogrammes sur lesquels on prélève une barre au choix; on découpe un longeron de 1 mètre qu'on cintre à chaud de manière à présenter une flèche supérieure de 40 millimètres à la flèche indiquée au tableau ci-après :

ÉPAISSEUR DES BARRES.	FLÈCHES	
	pour acier supérieur.	pour acier ordinaire.
8 millimètres	152 millimètres.	137 millimètres.
9 —	135 —	122 —
10 —	121 —	110 —
11 —	110 —	100 —
12 —	101 —	91 —
13 —	93 —	84 —
14 —	86 —	78 —
15 —	81 —	73 —

Les flèches indiquées dans ce tableau représentant la flexion qu'il faudrait faire subir aux barres, pour que les fibres extrêmes, c'est-à-dire les plus fatiguées, aient un allongement proportionnel de :

0.0073, s'il s'agit d'acier supérieur;
0.0066, s'il s'agit d'acier ordinaire,

et sont calculées en partant de la formule :

$$\alpha = \frac{6he}{10^6}.$$

α = allongement proportionnel;
h = flexion en millimètres;
e = épaisseur en millimètres.

La barre ainsi cintrée et trempée est recuite d'après les procédés adoptés par l'usine pour la fabrication des ressorts.

On réduit ensuite la flèche de la barre de façon qu'elle ne soit plus supérieure que de 10 millimètres à la flèche indiquée au tableau ci-dessus; cette opération se fait au marteau d'abord, puis par flexion, soit à la machine à essayer, soit au levier, mais sans jamais dépasser le redressement.

La barre ainsi préparée est soumise à l'essai préalable : à cet effet, elle est posée par ses extrémités sur deux appuis disposés de telle sorte qu'au redressement ou à la contreflexion ses extrémités ne portent pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur plus de 50 millimètres, et il lui est appliqué, en son milieu, un effort suffisant pour produire le redressement complet moins 10 millimètres. Elle est ensuite déchargée, et la flèche exactement relevée après cet essai est prise comme flèche de fabrication.

Après cet essai préalable, la barre reposant toujours sur les deux appuis est soumise à des charges progressives, variant entre elles de quantités décroissantes au fur et à mesure qu'on s'approche de la limite d'élasticité.

Chaque charge est maintenue pendant trois minutes au bout desquelles on enlève la charge et l'on mesure la perte de la flèche permanente. On considère la limite d'élasticité comme atteinte lorsque la perte de flèche permanente atteint 0.0005.

Au moyen de la formule

$$\alpha = \frac{6he_1}{10^6}$$

on calcule la valeur de α correspondant à la charge limite d'élasticité; en y remplaçant h par la perte de flèche totale observée pour cette charge (perte comptée en partant de la flèche de fabrication) et e, par l'épaisseur réelle de la barre : cet allongement proportionnel doit au moins être égal à 0.0073 pour l'acier supérieur et 0.0066 pour l'acier ordinaire.

La perte de flèche observée ne doit d'ailleurs pas différer de plus de 3 p. c. en plus ou en moins de celle que l'on calcule par la formule :

$$h = \frac{4QL^3}{Eae^3}$$

en y faisant :

E = 20,000;
Q = demi-charge en kilogrammes;
L = demi-longueur en millimètres (soit 500);
a = largeur en millimètres indiquée par la commande;
e = épaisseur en millimètres indiquée par la commande.

L'essai est ensuite poursuivi jusqu'à la rupture, par l'addition de charges nécessaires.

La rupture ne doit pas avoir lieu avant que la flexion totale ait atteint 5/3 de la flèche de fabrication pour les barres ayant au plus 11 millimètres d'épaisseur et 3/2 de la flèche de fabrication pour les barres ayant plus de 11 millimètres d'épaisseur.

La fatigue R par millimètre carré, au moment de la rupture, est calculée par la formule :

$$R = \frac{6QL}{a_1e^2}$$

doit être supérieure à 210 kilogrammes pour l'acier supérieur et 190 kilogrammes pour l'acier ordinaire.

Essai au choc. — Un morceau de 200 millimètres de longueur de chacune des barres soumises aux épreuves est découpé complètement à froid, puis trempé et recuit dans les conditions ordinaires du travail des ressorts.

Ce morceau posé sur deux appuis distants de 100 millimètres, reposant eux-mêmes sur une chabotte non élastique, est soumis en son milieu au choc d'un mouton guidé pesant 25 kilogrammes.

La hauteur de chute est déterminée par la formule :

$$H = \frac{S}{4}.$$

H = hauteur de chute en centimètres;
S = la section de la barre en millimètres carrés.

Chaque morceau doit supporter trois coups de mouton sur une face et trois coups sur l'autre.

Épreuves des ressorts. — Tous les ressorts, sans exception, sont soumis à trois épreuves : deux par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un poids, l'autre par des essais de balancement. Une quatrième épreuve de surcharge au repos est ensuite faite, s'il y a lieu, sur un ressort de chaque lot présenté.

Dans chacune de ces épreuves, le ressort est posé par ses deux extrémités sur des supportz à chariot qui permettent l'allongement du ressort pendant sa flexion.

Première épreuve. — Les ressorts placés comme il vient d'être dit, sont chargés sur leur milieu d'un poids calculé de manière à produire à la surface des lames, dans la section la plus fatiguée, un allongement proportionnel des fibres de 0.0058 pour l'acier ordinaire et de 0.0063 s'il s'agit d'acier supérieur.

Ces allongements correspondent à des fatigues de 116 et de 126 kilogrammes par millimètre carré.

On calcule ce poids par la formule :

$$2Q = \frac{4nM}{eL}\alpha.$$

$2Q$ = charge supportée par le ressort ;
n = nombre de feuilles ;
M = moment d'élasticité.

$$M = \frac{Eae^3}{12}.$$

a, e et L correspondent aux dimensions indiquées précédemment ;
α = allongement proportionnel à la surface des lames dans la section la plus fatiguée ;
E = coefficient d'élasticité = 20.000.

Chaque ressort doit rester sous l'action de ce poids pendant cinq minutes au moins, sans qu'il résulte de déformation permanente.

Deuxième épreuve. — On calcule de même par la formule :

$$2Q = \frac{4nM}{eL}\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [1]$$

la charge qui, appliquée au milieu du ressort, produirait à la surface des lames dans la section la plus fatiguée un allongement proportionnel des fibres :

$$\alpha = 0.00275,$$

pour une fatigue de 55 kilogrammes.

Cette charge, que nous appellerons charge normale, intervient comme suit :

On soumet le ressort successivement à trois charges égales : la première, aux 4/5 de la charge normale ; la deuxième, à la charge normale ; la troisième, aux 6.5 de la charge normale, et l'on mesure les flèches correspondantes à chacune de ces charges.

La flèche restant sous la charge normale ne doit pas différer de plus de 5 millimètres, en plus ou en moins, de la flèche restante théorique correspondant à cette charge. La différence entre la flèche restante sous la troisième charge et la flèche restante sous la première charge ne doit pas différer de plus de 3 p. c. en plus ou en moins de la différence entre les flèches restantes théoriques correspondant à ces charges. On a calculé les flèches théoriques par les formules ci-après :

$$f = \frac{L^2}{2r} - \frac{Q}{M}\left[\frac{L^3}{3n} + A\,(n\text{-}n')^3\,l^3\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [2]$$

f = flèche restante en millimètres ;
r = rayon de fabrication du ressort en millimètres ;
n' = le nombre de feuilles qui doublent la maitresse lame ;
l = longueur d'un étagement en millimètres ;
A = un coefficient qui ne dépend que de n et de n'.

$$A = \frac{1}{2(n\text{-}n')} - \frac{n'}{(n\text{-}n')^2} - \frac{n'^2}{(n\text{-}n')^3}\,L_{népien}\frac{n'}{n} - \frac{1}{3n}$$ en y faisant E = 20.000.

Quant à L, r, a et e il suffit de se rapporter à la commande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Troisième épreuve. — Après avoir réduit de 25 p. c. la charge de la première épreuve, on impose à la charge ainsi réduite un balancement vertical dont l'amplitude est telle que la flexion du ressort, dans chaque oscillation, soit au moins égale à la flexion sous charge obtenue pendant cette première épreuve.

On imprime ainsi à la charge au moins 50 oscillations. Après cette troisième épreuve, comme après la première, le ressort doit reprendre exactement sa flèche primitive de fabrication.

Pour les ressorts à rouleaux chaque ressort est chargé en son milieu d'un poids égal à sa charge au repos maximum indiqué par le dessin et l'on mesure, au moyen d'un gabarit à deux tétons, l'écartement de deux rouleaux qui doit être exactement conforme à la cote du dessin.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Le métal doit être élaboré au four Martin ou au creuset.

Les essais de traction doivent répondre aux conditions ci-après :

R. = 90 ; Al. = 12 ; St. = 30.

Pour les ressorts à lames, en spirale ou en disque on demande un allongement élastique moyen de 0.007 avec minimum de 0.0065 pour le métal et 0.006 d'allongement à l'essai du ressort fini.

L'essai des barres est fait à raison d'une barre par cinquante.

Tous les ressorts montés sont essayés individuellement.

Pour les ressorts à boudin ou à charge directe, on utilise l'acier donnant un allongement élastique moyen de 0.0075 pour le métal ; le ressort fini est essayé à 0.003 d'allongement élastique.

Ouest (5,534 kilomètres).

L'acier à ressort doit fournir un allongement proportionnel de 0.0070 (maximum) en lame et 0.0062 (maximum) en ressort fini s'il s'agit d'acier ordinaire, 0.0073 au moins en lame et 0.0063 au moins en ressort fini s'il s'agit d'acier supérieur.

Les barres sont essayées à raison de trois barres pour cent.

Essais de flexion. — L'essai de flexion se fait sur une barre de 1 mètre cintrée à une flèche de 10 millimètres supérieure à celle calculée pour l'allongement élastique demandé.

Après trempe et recuit, la barre est élargie telle qu'il ne reste plus sous charge qu'une flèche de 10 millimètres. La lame dégagée de sa charge, on mesure la flèche qui est prise comme flèche d'origine. La lame est alors chargée régulièrement de 100 en 100 kilogrammes, puis de 50 en 50 kilogrammes et moins, à mesure que l'on approche de la limite élastique.

On relève les flèches correspondant aux charges successives jusqu'à une déformation permanente de 1 millimètre. La flèche obtenue, diminuée de 1 millimètre servira à établir l'allongement élastique.

L'essai sera ensuite prolongé et la rupture ne doit pas se produire avant qu'on ait obtenu une contre flèche égale à la flèche de fabrication.

Le module d'élasticité E devra être compris entre :

$$18 \times 10^9 \text{ et } 22 \times 10^9.$$

Les formules employées sont :

$$i = \frac{6ef}{L^2} \text{ et } E = \frac{6PL}{4iae^3}.$$

P = charge précédant immédiatement celle qui détermine une perte de flèche permanente de 1 millimètre ;
f = perte de flèche relevée sous la charge P ;
L = longueur développée du morceau d'essai entre les appuis ;
a = longueur du morceau d'essai ;
e = épaisseur du morceau d'essai.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai au choc. — On prélève, dans chaque barre choisie un morceau de 200 millimètres de longueur trempé et recuit comme les ressorts. Le morceau placé horizontalement sur deux couteaux espacés de 160 millimètres recevra, sans se rompre ni présenter de défauts, trois coups de mouton de 50 kilogrammes tombant d'une hauteur variable suivant la section de la barre. Par exemple, 0^m350 ou 0^m450 pour les deux qualités ordinaire ou supérieure; des barres de : $60 \times 8 \times 2^m100$, pour les deux qualités, et $90 \times 15 \times 2^m500$ pour les deux qualités.

Essai des rouleaux. — On prélève dans chaque barre choisie, un morceau de 500 millimètres de longueur avec lequel on confectionne un rouleau semblable aux rouleaux des ressorts à la fabrication desquels les barres sont destinées.

Après trempe et recuit, dans les conditions ordinaires du travail des ressorts, ce rouleau sera élargi à l'aide d'un mandrin ayant une conicité de $^1/_{10}$. La déformation obtenue devra être suffisante pour indiquer que le métal n'est pas cassant.

Essais des ressorts finis. — Tous les ressorts sont essayés individuellement à une flèche correspondant à un allongement élastique indiqué sur les dessins et inférieur à 0.0062 pour les ressorts ordinaires, et supérieur à 0.0063 pour les ressorts supérieurs.

L'essai a lieu au balancement.

Est (4,833 kilomètres).

On procède à des épreuves de flexion et de choc sur le métal trempé et recuit dans les conditions des barres montées. Les essais de traction ont lieu sur le métal non trempé mais recuit.

Proportion des essais. — Les essais se répartissent comme suit :

Flexion	1 essai	pour	75	barres AO ;	pour	50	barres AS et AE.		
Choc.	1	—	—	150	—	—	100	—	—
Traction	1	—	—	300	—	—	200	—	—

On prélève les éprouvettes à l'aide de la cisaille.

1° *Flexion.* — On prélève sur les barres AO, AS et AE (acier ordinaire, acier supérieur, acier extra supérieur) des lames de 1 mètre de longueur.

Les flèches de fabrication sont déterminées comme suit :

Au-dessous de 10 millimètres d'épaisseur on prend une flèche de 150 millimètres ;						
De 10 inclus et 14	—	—	—	—	120	—
De 14 et au-dessus	—	—	—	—	100	—

Exceptionnellement, pour les lames de 6, 7 et 8 millimètres d'épaisseur, des qualités supérieures (AS) et extra supérieures (AE), les flèches seront plus grandes de 150 millimètres, de façon que la limite de période élastique puisse toujours être relevée avant que la lame sous charge ait dépassé l'horizontale.

S'il y a nervure, le couteau de l'appareil d'essai devra porter une encoche pour le passage de la rainure.

Ensuite on trempe et recuit dans les conditions de fabrication du ressort monté (procédé de l'usine).

Épreuve préalable. — Durant l'expérience, le point d'application des efforts sera maintenu au milieu de la lame, la portée d'épreuve ne devra pas dépasser 50 millimètres au moment de l'aplatissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La lame, après complet refroidissement, sera tout d'abord soumise à une charge provoquant une flexion d'après :

ÉPAISSEUR DES LAMES e_1	Flexion préalable pour		
	acier AO. f_1	acier AS. f_1	acier AE. f_1
6.	125 millimètres.	180 millimètres.	208 millimètres.
7.	107 —	155 —	178 —
8.	94 —	135 —	156 —
9	83 —	120 —	139 —
10.	75 —	108 —	125 —
11.	68 —	98 —	114 —
12	62 —	90 —	104 —
13.	58 —	83 —	96 —
14.	53 —	77 —	89 —
15	50 —	72 —	83 —
23.	33 —	47 —	54 —

Après cinq minutes la lame est rendue libre.

La flèche définitive de cintrage est exactement relevée et notée.

Flexion proprement dite. — On charge à raison de 500 kilogrammes à la minute sans arrêt ni suppression de charge jusqu'à une flexion correspondant à l'allongement i minimum fixé pour la qualité de l'acier à levier.

On a :

$$f = \frac{il^2}{6e},$$

en remplaçant i par :

0.005 pour l'acier courant AO ;
0.007 — — supérieur AS ;
0.008 — — extra supérieur AE ;

la dernière charge maintenue pendant une minute est ensuite enlevée.

La perte de flèche permanente ne doit jamais atteindre 1 millimètre.

On remet en tension et l'on augmente la charge précédente par poids de 100, 50 ou 25 kilogrammes en enlevant chaque fois la charge pour la vérification de la perte de flèche permanente.

La limite d'élasticité sera considérée comme dépassée lorsque la flèche permanente atteindra 1 millimètre au maximum.

On calculera et notera i au moyen de :

$$l = \frac{6ef}{L^2},$$

f = charge précédant immédiatement celle dont l'application provoque la perte de flèche permanente de 1 millimètre.

Charge ou tension c de la fibre extrême à la limite d'élasticité, et coefficient E.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On se sert des formules :

$$C = \frac{6PL}{4ae^2} \text{ et } E = \frac{c}{i}.$$

Les tensions C doivent ressortir au minimum à :

100 kilogrammes par millimètre carré pour l'acier courant ;
140 — — — — supérieur ;
et 150 — — — — extra-supérieur.

Le coefficient E est noté à titre de renseignement.

a = largeur de la lame d'essai ;
L = longueur développée de la lame d'essai (1 mètre).
P = charge totale correspondant à la flexion f précédant immédiatement celle dont l'application a provoqué une perte de flèche maximum de 1 millimètre.

2° *Épreuve de choc.* — Pour les trois aciers précédents on prélève un morceau brut d'environ 200 millimètres de longueur trempé et recuit comme il est dit ci-dessus.

Le morceau est placé entre deux appuis distants de 100 millimètres reposant eux-mêmes sur la chabotte non élastique d'un mouton guidé de 50 kilogrammes.

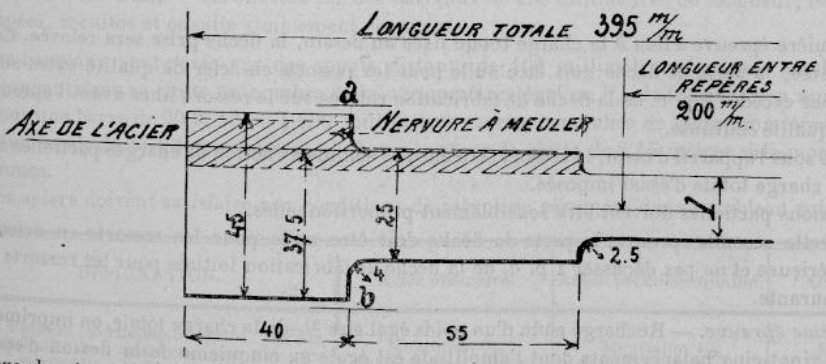
On a :

$$H = \frac{S}{4}.$$

S = section moyenne en millimètres carrés ;
H = hauteur de chute en centimètres.

L'acier ordinaire et supérieur doit résister à six chocs (trois d'un côté, trois du côté opposé).
Pour l'acier extra-supérieur il y aura douze chocs.
Puis on continue ainsi jusqu'à la rupture.
L'examen de texture doit annoncer un grain fin, etc...

3° *Épreuve de traction.*



On prélève des éprouvettes conformes au croquis ci-dessus dans les aciers des trois qualités AO, AS et AE. Les morceaux sont trempés mais non recuits. Le travail de confection doit avoir lieu entièrement à froid, au moyen de machines-outils sans aucune opération ultérieure de martelage, de trempe ou de recuit. Les faces de laminage seront conservées. Les champs seuls seront travaillés ; la nervure, si l'acier en comporte, sera meulée.

La partie *ab* doit être rigoureusement perpendiculaire à l'axe de l'éprouvette.

La largeur l de la partie calibrée sera de 20 millimètres pour les épaisseurs au-dessous de 12 et de 16 millimètres pour les épaisseurs de 12 millimètres et au-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les charges sont rapportées au millimètre carré de la section primitive. L'allongement relevé après rupture sur un écartement entre repères de :

$$L = \sqrt{\frac{200}{3} S},$$

est noté en pour cent.

La striction est exprimée par :

$$100 \left(\frac{S - S'}{S} \right).$$

S = section initiale ;
S' = — réduite.

Les résultats permettent de constater si, pendant le cours d'un même marché, la fabrication reste régulière et bonne.

Ressorts montés. — On procède à des essais de flexion à charge totale sur un ressort sur dix.

On procède à des essais de flexion à charge partielle sur un ressort sur vingt.

On procède à des essais de balancements sur un ressort sur cinquante.

Les boulons ou rivets sont essayés à raison de un sur cinquante.

Les flexions que doivent subir les ressorts montés sous l'action des charges sont celles indiquées sur les dessins ; ces flexions partent de la flèche réelle de fabrication du ressort libre et non de la flèche prévue sur les dessins.

La flexibilité des ressorts qui ont plusieurs maîtresses feuilles ou qui sont irrégulièrement étayés est moindre que celle des ressorts régulièrement étayés, les conditions d'essai fixées au dessin en tiennent compte.

Pour éviter toute perte de flèche due à l'assemblage des lames, le ressort sera soumis préalablement à des efforts correspondants aux trois cinquièmes de la charge imposée. C'est seulement après cet essai que la flèche de fabrication est notée pour les épreuves suivantes :

Essai préalable par l'usine. — Tous les ressorts doivent être, avant présentation, essayés par l'usine individuellement à la flexion à la charge totale indiquée.

Première épreuve — Essai à charge totale.

Dans les épreuves de flexion, le ressort restera pendant cinq minutes au moins sous la charge d'essai prescrite.

La première épreuve a lieu à la charge totale fixée au dessin, la flèche prise sera relevée. Cette charge étant enlevée, la perte de flèche doit être nulle pour les ressorts en acier de qualité extra-supérieure et ne devra pas excéder 2 p. c. de la flèche de fabrication relevée sur le ressort libre avant l'épreuve pour les aciers de qualité courante.

Replacé sous l'appareil d'essai, le ressort sera ensuite soumis à l'action de charges partielles successives, jusqu'à la charge totale d'essai imposée.

Les flexions partielles doivent être sensiblement proportionnelles.

Après cette seconde épreuve, la perte de flèche doit être nulle pour les ressorts en acier de qualité extra-supérieure et ne pas dépasser 1 p. c. de la flèche de fabrication initiale pour les ressorts en acier de qualité courante.

Troisième épreuve. — Rechargé enfin d'un poids égal aux $^2/_5$ de la charge totale, on imprime au ressort au moins vingt-cinq balancements dont l'amplitude est égale au cinquième de la flexion d'essai obtenue sous la charge totale. Cette amplitude pourra être limitée par une cale si la disposition de l'appareil d'essai le permet.

Après cette épreuve, quel que soit l'acier employé, les ressorts déchargés ne doivent plus présenter de perte de flèche quelconque.

Les rivets ou boulons d'assemblage devront présenter à la rupture une résistance moyenne de 30 kilogrammes par millimètre carré au moins, avec un allongement moyen de 30 p. c.

Les allongements seront relevés pour chaque section du barreau d'essai d'après la formule :

$$L = \sqrt{100 S}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L = distance entre les repères ;
S = surface de la section soumise à l'essai.

Ressorts à spirale. — On procède à un essai d'aplatissement à charge totale (1 pour 100).

On procède à un essai d'aplatissement à charge partielle (1 pour 30).

On procède à un essai de balancement (1 pour 50).

Tous les ressorts doivent être, avant présentation, essayés par l'usine à la charge d'aplatissement totale imposée.

La première épreuve a lieu à la charge totale indiquée aux dessins ; l'aplatissement comporte une tolérance de 7.5 p. c. en plus ou en moins.

L'aplatissement est maintenu au moins pendant cinq minutes.

Les ressorts en spirale doivent s'aplatir complètement, sans aucun contact des spires entre elles et sans aucun coincement.

Après cette épreuve, le ressort doit reprendre exactement la hauteur primitive.

Pour procéder à l'épreuve à charges partielles, au repos le ressort replacé dans l'appareil d'essai sera ensuite soumis à l'action de charges partielles nécessaires jusqu'à la charge totale imposée.

Les aplatissements correspondants doivent être sensiblement proportionnels, sans provoquer de contacts partiels ou de coincements et le ressort doit reprendre sa hauteur primitive.

Enfin, pour la charge partielle de balancement on prend les trois quarts de la précédente et l'on soumet le ressort à des oscillations dont l'amplitude provoque l'aplatissement sans aucun contact ou coincement.

Après cette épreuve qui se compose d'au moins cinquante oscillations, le ressort ne doit accuser aucune diminution dans sa hauteur de fabrication.

Nord (3,745 kilomètres).

Les ressorts en spirale sont en acier ordinaire et les ressorts de suspension en acier de première qualité.

1° *Essai de flexion.* — Ces essais ont lieu sur des feuilles de 1 mètre ; elles sont cintrées à la flèche de 100 millimètres, puis trempées, recuites et placées sur des supports libres.

2° Les essais de rupture par flexion ont lieu sur des feuilles de 400 millimètres de longueur, cintrées, trempées et recuites comme celles de 1 mètre ; on les charge en leur milieu jusqu'à la rupture.

3° *Essais au choc.* — Ils ont lieu sur des barreaux de 200 millimètres de longueur, les lames ayant été trempées, recuites et ensuite simplement recuites.

Ces barreaux sont posés sur des appuis distants de 100 millimètres et soumis au choc d'un mouton développant dans sa chute un nombre de kilogrammètres égal au $^1/_{20}$ de la section en millimètres carrés.

Pour une barre de $90 \times 12 = 1,080$ millimètres carrés, le nombre de kilogrammètres à fournir par le mouton serait de 54 kilogrammètres, d'où une hauteur de chute de 2.16 mètres si le mouton pèse 25 kilogrammes.

Ces aciers doivent satisfaire aux conditions de réception résumées dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION.	Acier ordinaire.	Acier première qualité.	Acier supérieur.
1° Flexion permanente prise par la feuille de 1 mètre soumise une première fois à la flexion d'épreuve.	Maximum $^1/_{10}$ de la flexion totale.	Maximum $^1/_{50}$ de la flexion totale.	Maximum $^1/_{50}$ de la flexion totale.
2° Coefficient d'élasticité	20,000	20,000	20,000
3° Allongement de la fibre extrême à la limite d'élasticité.	0.0050	0.0060	0.0070
4° Charge de la fibre extrême à la limite d'élasticité	100 k. par millim. carré.	120 k. par millim. carré.	140 k. par millim. carré.
5° Résistance à la rupture par flexion.	200 k par millim. carré au moins.	220 k. par millim. carré au moins.	240 k. par millim. carré au moins.
6° Nombre minimum de coups de mouton supportés par les barreaux trempés.	6 coups.	6 coups.	6 coups.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Midi (3,236 kilomètres).

Sur chaque lot de 1,000 kilogrammes d'acier au maximum, il sera prélevé un certain nombre de barres au choix de l'agent chargé de faire la réception.

Avec ces barres, le fournisseur construira deux ressorts dits « ressorts d'épreuves ».

Ces ressorts seront construits conformément aux indications des dessins d'ensemble et de détails.

Balancements. — Chaque ressort subira des balancements successifs avec amplitudes désignées ci dessous :

Charges au repos. — D'après la charge indiquée au tableau, chaque ressort devra prendre une flèche correspondant à l'amplitude ayant servi à ces balancements.

Les pertes de flèche ne devront pas dépasser celles indiquées ci-dessous :

DIMENSIONS DE L'ACIER.		Numéros des types des ressorts d'épreuve.	Amplitude des balancements.	Charge au repos d'épreuve.	Pertes permanentes de flèches.
Largeur en millimètres.	Épaisseur en millimètres.				
		Aciers plats.			
75	10	1	130	6,500 kilog.	0.001
75	12	2	70	7,500 —	0.001
90	10	3	133	12,800 —	0.002
90	11	4	360	7,500 —	0.002
90	12	5	110	14,800 —	0.002
90	14	6	94	15,500 —	0.005
		Aciers cannelés.			
90	10	8	77	10,000 kilog.	0.002
90	12	7	109	13,500 —	0.002
100	12	9	104.4	14,500 —	0.002

Si un seul des ressorts essayés ne satisfait pas aux conditions, le lot correspondant sera refusé.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Ressorts en spirale. — Chaque ressort doit être aplati rapidement plusieurs fois de suite au pilon. Ensuite, il doit être placé sur une tôle avec une tige passée dans l'œil; cette tige doit glisser librement dans le trou du ressort et elle se termine en haut par un disque d'un diamètre plus fort de 25 millimètres que celui du diamètre extérieur du ressort. On soumet le ressort à trois chocs d'un mouton provoquant l'aplatissement complet. Il ne doit pas se produire de perte de flèche.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Les ressorts à lames sont tous aplatis, puis essayés à la flèche imposée.

2 p. c. des ressorts sont débridés pour permettre de s'assurer de la courbure des feuilles.

Essai de traction. — Une éprouvette de 25 millimètres de longueur et de 105.5 millimètres entre les repères doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 71 à 87 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour l'acier ordinaire, et à :

R. = 69.5 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 25 p. c.

pour l'acier supérieur.

Analyse chimique. — L'analyse ne doit pas accuser plus de 0.15 de silicium et 0.05 de soufre et de phosphore.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Les lames devant former les ressorts doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 70 à 78 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 10 p. c. sur 203 millimètres.

On procède ensuite pour le ressort monté à un aplatissement jusqu'à 25 millimètres de flèche pour 304 millimètres de corde.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Les lames devant former les ressorts devront pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 70 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 p. c.

Chaque ressort chargé d'un poids supérieur de 50 p. c. à la charge en service doit néanmoins reprendre la flèche primitive.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Les ressorts doivent être comprimés six fois à une course de 25 millimètres en plus de l'aplatissement et ensuite à la charge indiquée au dessin.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Les ressorts sont tous essayés à l'aplatissement sans déformation permanente. L'essai a lieu avant la mise en place de la bride.

Furness Railway (274 kilomètres).

Les ressorts doivent provenir de minerais de Suède. L'essai porte sur 5 p. c. des barres.

Chaque barre d'essai, d'une longueur de 760 millimètres, chauffée et courbée en arc d'un rayon égal à quatre-vingts fois l'épaisseur de la barre, est ensuite trempée et recuite.

Chaque lame doit pouvoir se redresser à la machine sans qu'il se produise de perte de flèche permanente.

Essai de traction. — L'acier doit fournir une résistance de :

R. = 71 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 25 p. c. sur 50 millimètres.

Chaque ressort fini est essayé avant la mise en place.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

On emploie le meilleur acier fondu provenant de fer au bois suédois.

Chaque ressort est essayé à la presse à vapeur ou autre; plusieurs fois de suite, on donne à l'aplatissement une course de 25 millimètres par 305 millimètres d'ouverture.

Au dernier essai, le ressort est comprimé pendant un quart d'heure; il doit reprendre la flèche primitive.

EMPIRE DES INDES ET DES COLONIES.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

La pièce d'essai est chauffée et cintrée suivant un rayon égal à quatre-vingts fois l'épaisseur de la barre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après la trempe et un recuit approprié, la pièce est chargée jusqu'à redressement complet. Elle est ensuite chargée dix fois sans qu'il ne se produise de perte de flèche.

On soumet 2 p. c. des barres à l'essai.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Les ressorts sont en acier anglais de meilleure qualité.

Un échantillon prélevé sur cent ressorts doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 71 à 78 kilogrammes par millimètre carré;

Al. = 14 p. c. sur 152 millimètres.

Essai de flexion. — Une lame prélevée sur un lot de 100 ressorts est chauffée et courbée en arc de cercle dont le rayon est égal à quatre-vingts fois l'épaisseur de la lame. On procède ensuite à la trempe et à l'aplatissement sous charge.

Après cette première flexion, la flèche est notée et doit rester invariable pendant six flexions consécutives.

Tous les ressorts finis sont comprimés jusqu'au redressement; la flèche étant relevée après cette flexion, le ressort doit pouvoir supporter un deuxième redressement sans perte de flèche.

Ressorts en spirale. — Chaque ressort est essayé au choc d'un mouton tombant de 1.675 mètre; il ne devra pas se produire de déformation permanente.

Les ressorts de 248 millimètres à boudin doivent supporter une charge de 3,047 kilogrammes pour un aplatissement de 95 millimètres.

La déformation permanente ne sera mesurée qu'après la chute du ressort tombant de 1.220 mètre sur une tôle de fer.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Ressorts à lames. — On emploie l'acier au creuset.

Les essais portent sur 4 p. c. des feuilles présentées.

Chaque barre essayée doit pouvoir supporter la série des essais suivants :

Essais de flexion. — Un morceau de barre d'une longueur appropriée est cintrée et trempée dans les conditions ordinaires de fabrication des ressorts. On place alors la barre sur deux appuis écartés de 800 millimètres et on la charge d'un poids produisant un effort de 60 kilogrammes par millimètre carré dans les fibres les plus fatiguées.

On laisse sous charge pendant cinq minutes, puis on enlève le poids et l'on mesure la flèche que l'on considère comme flèche initiale.

Cela fait, on augmente la charge d'essai jusqu'à produire un effort de 120 kilogrammes par millimètre carré dans les fibres extrêmes; la durée de l'action de la charge finale sera de cinq minutes au moins.

L'essai étant renouvelé avec la même charge, on ne doit constater aucune déformation permanente ultérieure.

La flèche de déformation doit correspondre à un module d'élasticité de 20,000 kilogrammes par millimètre carré.

Enfin, la charge d'essai doit être graduellement augmentée jusqu'à provoquer la rupture de la barre qui ne devra se produire que pour une fatigue de 210 kilogrammes par millimètre carré pour les fibres extrêmes.

Essais au choc. — Dans chaque barre ayant servi à l'essai de flexion, on prélève à froid, dans la partie la moins fatiguée, un morceau d'environ 200 millimètres de longueur et qu'on placera sur deux appuis métalliques écartés entre eux de 100 millimètres.

On fait ensuite tomber sur le milieu du morceau un mouton de 25 kilogrammes d'une hauteur de 33 millimètres pour chaque millimètre de largeur de la barre. Le morceau doit supporter d'abord trois coups d'un côté et ensuite trois de l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour s'assurer de la bonne fabrication des ressorts, on répète sur quelques feuilles déjà toutes préparées l'essai de flexion précité.

Essais des ressorts finis. — *Essai au repos.* — Tous les ressorts sont d'abord soumis et maintenus durant cinq minutes sous une charge égale à la moitié de celle indiquée aux dessins.

La charge étant enlevée, on mesure la flèche que l'on considère comme flèche initiale.

On complète alors la charge et on la maintient durant cinq minutes également.

On ne doit constater aucune perte de flèche permanente supérieure à un demi-millimètre.

L'essai étant renouvelé, il ne doit plus se produire de perte de flèche.

Essai de balancement. — Les ressorts sont soumis à des balancements rapides et répétés; cet essai ne doit point produire de perte de flèche ni aucune autre déformation.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Ressorts à lames. — L'acier doit bien prendre la trempe dans l'eau, se plier à bloc au rouge.

L'essai porte sur 2 p. c. des ressorts présentés.

On emploie deux feuilles dont l'une est trempée comme la lame du ressort. Dans la feuille trempée, ainsi que dans celle non trempée, on découpe des éprouvettes d'essai ayant 200 millimètres de longueur et une section, autant que possible, de 200 à 250 millimètres carrés.

L'essai doit satisfaire à :

Charge minimum en kilogrammes.	Striction minimum en pour cent de la section.	Allongement minimum en pour cent.	Minimum de la somme des deux premières colonnes.	*Observations.*
100	20	5	125	Éprouvettes trempées.
75	25	10	110	— non trempées.

Une feuille trempée comme le ressort est cintrée avec une flèche de 100 millimètres par mètre, puis placée sur des appuis écartés de un mètre. On la soumet à une charge égale à 94 kilogrammes par millimètre carré dans la fibre extrême d'après la formule :

$$P = \frac{bh^2}{16},$$

P = charge en kilogrammes;
b = largeur de la flèche en millimètres;
h = épaisseur de la flèche en millimètres.

Après dix balancements, l'essai durant une minute, on enlève la charge et on mesure la flèche. Celle-ci ne doit plus varier dans les essais ultérieurs au delà de 2 p. c. de la flèche ainsi obtenue.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

L'acier doit satisfaire à un essai de traction correspondant à :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c.;
Al. + R. = 1,100.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Pour les ressorts à lames : R. = 70 kilogrammes par millimètre carré sans déformation permanente.
Ressorts spirale : Aplatissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XVII.

Résumé des conditions de

COMPAGNIES.	Nature de l'acier employé.	Proportion des essais.	ESSAIS A LA TRACTION. Résistance en K par mill. carré R.	Allongement pour cent Al.
Chemins de fer de l'État autrichien	Creuset.	1 par 100	70 (1)	10
— du Sud de l'Autriche	—	...	75 à 82	10
Société austro-hongroise privilégiée	—	...	...	...
Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien	Non trempé.	...	65 à 75	18 à 24
— — —	Trempé recuit.	...	110 à 130	6 à 8
Chemins de fer de l'État hongrois	Creuset.	Variable.	80	R + St. = 100
— de Mohacs-Fünfkirchen	—	—	80	—
— de l'État belge	...	1 par 50	...	...
— vicinaux belge	Creuset.	—	...	...
— de l'État français	Non trempé.	1 par 25	80	15
— —	Trempé recuit.	...	140	7
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	1re qualité.	1 pour 1,000 kil.	...	...
— — —	2e qualité.	...	...	...
— de Paris à Orléans	2e supérieure.	1 pour 50	90	12
— de l'Ouest français	1re qualité.	1 par 33	...	...
— —	2e qualité.	—	...	...
— de l'Est français	Qualité extra supér.	*Voir* détails.	Relevés à titre de renseignements.	...
— —	Qualité supérieure.	—		...
— —	Qualité ordinaire.	—		...

(1) Sur lames détachées du ressort et recuites.

ressorts de locomotives.

TABLEAU XVII.

...s isolées.					Essais des ressorts montés.			
ESSAIS A LA FLEXION. ...ongement élastique.	Charge élastique.	Charge rupture.	Pliage.	Choc H, centimètres S = section de l'éprouvette.	Combien de ressorts essayés.	Charge d'essai statique.	Charge de balancement ou amplitude du balancement.	Allongement élastique imposé.
...	...	...	...	...	...	Variable suivant les ressorts.	Variable suivant les ressorts.	...
...	...	...	...	...	...	4/5 de charge de service.	Sous charge de service.	...
...	80	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	A chaud sur barreaux entaillés.	...	...	...	...	...
...	...	...		...	...	...	...	...
...	80	...	...	...	...	...	...	...
...	80	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	*Voir* détails.	Toutes les maîtresses feuilles.	...	...	0.0040 à 0.0050
...	...	...	...	—	Tous.	Correspondant à l'aplatissement.	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
0.0075	...	...	...	...	Tous.	Variable suivant les ressorts.	Le dernier 1/5 de la charge d'essai statique.	0.0065
0.0073	...	210	...	3 coups mouton 25 kil. × 5/4 mill. et redressement.	—	...	...	0.0063
0.0066	...	190	...		—	*Voir* détails.	*Voir* détails.	0.0058
0.0070 à 0.0065	...	...	...	...	—	...	...	0.0060
0.0073	...	...	*Voir* détails.	3 coups mouton de 50 kil. × 2m50	—	...	...	0.0063
0.0070	...	...	...	3 × 50 kil. × 2m10	...	...	...	0.0062
0.0080	150	...	...	6 coups 50 kil. × 5/4 mill. et redressement.	...	...	...	...
0.0070	140	...	...	3 coups 50 kil. × 5/4 mill. et redressement.	...	...	...	...
0.0050	100	...	*Voir* détails.	—	Tous.	Variable suivant les ressorts.	Variable suivant les ressorts.	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Nature de l'acier employé.	Proportion des essais.	ESSAIS A LA TRACTION. Résistance en K par mill. carré K.	Allongement pour cent Al.
Chemin de fer du Nord français	Qualité supérieure.	1 par 33	...	...
— —	1re qualité.	—	...	...
— —	Qualité ordinaire.	—	...	...
— du Midi français	...	*Voir* détails.	...	...
Great Western Railway	...	...	...	...
North Eastern Railway	Acier supérieur.	1 par 50 ressorts démontés.	69	25
—	Acier ordinaire.		71 à 87	20
Great Eastern Railway	...	...	70 à 78	10
Lancashire & Yorkshire Railway	...	...	70	15
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	...	...	...	...
Great North of Scotland Railway	...	...	...	...
Furness Railway	...	1 par 20	71	25
London, Tilbury & Southend Railway	...	...	...	...
New Zealand Government Railway	...	1 par 50	...	...
Réseau de l'Adriatique (Italie)	Creuset.	1 par 25	...	...
Chemins de fer de l'État néerlandais	Non trempé.	1 par 50	75	10
— —	Trempé recuit.	—	100	5
Natal Government Railway	...	1 par 100 ressorts.	71 à 78	14
Central suisse	...	...	55	20
Gothard	...	...	70	....

Lames isolées. ESSAIS A LA FLEXION. Allongement élastique.	Charge élastique.	Charge rupture.	Pliage.	Choc H. centimètres S = section de l'éprouvette.	Essais des ressorts montés. Combien de ressorts essayés.	Charge d'essai statique.	Charge de balancement ou amplitude du balancement.	Allongement élastique imposé.
0.0070	140	240	...	6 coups × 54 kil.	...	...	...	...
0.0060	120	220	...	—	...	...	...	...
0.0050	100	200	...	—	...	...	...	...
...	...	...	...	—	Deux ressorts par 1,000 kilog.	*Voir* détails.	Essais sur lames de deux ressorts types.	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	Aplatissement à 0.68 de la corde.	...	...
...	...	...	...	...	Tous.	1/5 en plus charge en service.	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	Correspondant à l'aplatissement.	...	...
Aplatissement d'une lame courbée à 80 fois l'épaiss.	...	...	...	...	Tous.	—	...	...
...	...	...	...	...	Tous.	Correspondant à l'aplatissement à 0.68 de la corde.	...	...
Aplatissement d'une lame courbée à 80 fois l'épaiss.	...	...	...	...	...	...	...	...
...	120	210	...	3 coups de 75 kil. × 33 mill. × larg. mill. et redressement.	Tous.	Variable suivant les ressorts.	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	94	...	Au rouge à bloc.	...	...	...	...	...
Aplatissement d'une lame courbée à 80 fois l'épaiss.	...	...	...	...	Tous.	Correspondant à l'aplatissement.	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XVII.

Questionnaire.

Indiquez les conditions de réception pour les essieux droits et coudés.

Réponses.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

Les essieux droits sont en acier Siemens-Martin de première qualité.
Un essieu par coulée est soumis aux essais suivants :

Essai de choc. — L'essieu est placé sur des appuis écartés de 1.067 mètre et reçoit, en son milieu, cinq coups d'un mouton de 1,015 kilogrammes tombant d'une hauteur de 6 mètres ; l'essieu est retourné après chaque coup et il ne doit pas se déclarer de défauts, sinon on refuse le lot entier.

Essai de traction. — Une éprouvette prélevée dans l'essieu ayant servi à l'essai de choc doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 47 à 55 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 40 à 50 p. c.

Les essieux coudés doivent fournir un parcours de garantie de 241,400 kilomètres.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

Les essieux droits sont en acier dont la provenance est laissée au choix du fournisseur.
Le travail doit se faire exclusivement à la forge.
On prélève pour l'essai un essieu par coulée ou 2 p. c. au moins.

Essai de choc. — L'essieu est placé sur des appuis distants de 1.50 mètre et reçoit, en son milieu, des chocs de 3,000 kilogrammètres jusqu'à ce qu'il se produise une flèche de 200 millimètres. On procède ensuite à un redressement.

Essai de traction. — Une éprouvette prélevée dans une chute de l'essieu ayant servi à l'essai de choc doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 à 60 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 35 p. c.

Les essieux coudés sont en acier au nickel ; chaque essieu fait l'objet d'une coulée.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Les lingots devant servir à la fabrication des essieux devront fournir chacun deux essieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essais de choc. — 1° On essaie un essieu pour cent ou fraction de cent. La force vive du mouton est de 3,000 kilogrammètres et la flèche de déformation imposée est de 120 millimètres pour le corps. Les essieux sont ensuite redressés dans les mêmes conditions.

Le tiers des essais est prolongé jusqu'à la rupture.

2° Les fusées sont soumises à des chocs de 1,000 kilogrammètres qui produisent une flèche de 80 millimètres. On les tranche ensuite en leur milieu.

Essais de traction. — 1° Les essieux, en acier fondu au creuset, doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 58 à 65 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 40 p. c.;
Al. = 19 p. c. sur 200 millimètres.

2° Les essieux en acier Martin ou Bessemer doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 à 53 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 40 p. c.;
Al. = 19 p. c.

La teneur en phosphore ne doit pas dépasser 0.04 p. c.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Les essais portent sur un essieu pour cent.

Essieux droits. — *Essai de choc* — L'essieu se place sur des appuis écartés de 1.500 mètre et reçoit, en son milieu, le choc d'un mouton de 500 kilogrammes tombant d'une hauteur de 6 mètres jusqu'à obtenir une flèche de déformation de 160 millimètres. L'essieu est ensuite retourné et redressé dans les mêmes conditions deux fois.

Essai de traction. — Une éprouvette de 25 millimètres de diamètre, prélevée au milieu de la portée de calage de l'essieu ayant servi à l'essai de choc, doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

1° R. = 50 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 40 p. c.,

si l'essieu est en acier Martin, et

2° R. = 60 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 35 p. c.,

s'il s'agit d'acier fondu au creuset.

Une éprouvette, prélevée dans la rondelle détachée dans chaque bout de l'essieu, doit pouvoir résister aux mêmes essais de traction.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Les essieux sont en acier au creuset qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 à 56 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 35 p. c.,

ou en acier Martin satisfaisant aux mêmes conditions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Essieux droits. — Les essieux droits sont en acier Martin et sont soumis, par lots de cinquante, aux essais suivants :

Essais de choc. — 1° L'essieu d'épreuve de première catégorie placé sur deux appuis écartés de 1.500 mètre et soumis, en son milieu, aux coups d'un mouton ayant une force vive de 3,000 kilogrammètres, et tombant de 6 mètres de hauteur, jusqu'à subir une déformation de 200 millimètres, puis un redressement dans les mêmes conditions.

D'autres essieux de première catégorie doivent supporter huit coups successifs développant chacun 5,600 kilogrammes ; l'essieu est retourné chaque fois à 180°.

2° Les essieux de deuxième catégorie doivent résister à huit chocs de 4,200 kilogrammètres ; ils sont retournés à 180° après chaque coup. Écartement des appuis, 1.500 mètres.

Essais de traction. — Des éprouvettes cylindriques de 25 millimètres de diamètre et 340 millimètres de longueur totale, prélevées à froid dans l'essieu ayant servi à l'essai au choc, doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 45 à 55 kilogrammes par millimètre carré.

Distance entre les repères, 240 millimètres.
Il n'est pas fait mention des essieux coudés.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Les essieux sont en acier Martin et sont soumis aux essais suivants :

Essai au choc. — L'essieu est placé sur des appuis écartés de 900 millimètres et il subit le choc d'un mouton satisfaisant à la relation :

$$H = \frac{0.34\ D^2}{P}$$

H = hauteur de chute.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Les essieux droits étaient en acier forgé ; récemment on a essayé l'acier au nickel.
Les aciers coudés sont en acier fondu.

Essai de choc. — La force vive du mouton sera de 3,000 kilogrammètres.
L'essieu est placé sur des appuis rigides écartés de 1.500 mètre.

Essai de traction. — Une éprouvette de 20 millimètres de diamètre et 200 millimètres entre les repères, prélevée dans l'essieu, doit résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

L'essai porte sur 1 par 50 essieux présentés.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Essieux droits. — On emploie l'acier doux et l'on procède à un essai par 20 pièces.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai au choc — L'essieu est placé sur des appuis écartés de 1.500 mètre et reçoit, en son milieu, le choc d'un mouton de 500 kilogrammes tombant de 3.600 mètres jusqu'à provoquer un allongement de un quinzième de la fibre extrême mesurée sur 200 millimètres.

L'essieu sera ensuite redressé dans les mêmes conditions.

Essai de traction. — Une éprouvette, découpée à froid dans l'une des portées de calage de l'essieu ayant subi l'essai de choc, doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 45 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 22 p. c. sur 200 millimètres.

Essieux coudés. — *Essai au choc.* — Une barrette de 30 × 30 × 250 millimètres, posée sur deux appuis distants de 160 millimètres, est soumise à quinze coups d'un mouton de 25 kilogrammes, tombant de 2 mètres.

Essai de traction. — Une éprouvette, prélevée dans une rondelle détachée dans chaque bout de l'essieu, doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 100 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette : 15 millimètres.

Trempe. — Après trempe, sans recuit, le métal doit pouvoir être limé facilement.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Essieux droits. — Les matières premières doivent provenir de minerais de fer de première qualité, tels que les minerais magnétiques, les hématites, les spaths, les oligistes ou tous autres minerais similaires donnant des produits de qualité équivalente.

Les lingots pour la fabrication des essieux sont en acier fondu sur sole par les procédés Martin-Siemens ou Martin-Pernot.

Le mode de coulée à la poche est seul admis ; celle-ci doit pouvoir contenir au moins douze tonnes d'acier.

Lorsque l'étirage des rondins est terminé, on prélève 5 p. c. à l'extrémité de chacun d'eux correspondant au pied du lingot, et 35 p. c. à l'extrémité correspondant à la tête.

Les 60 p. c. restants sont seuls utilisés à la fabrication des essieux.

La partie utilisable des rondins est elle-même divisée en tronçons capables de fournir chacun un essieu.

Le prélèvement des chutes et la division de la partie utilisable en tronçons se font en pratiquant des incisions à froid ou à chaud assez profondes, pour qu'après refroidissement les chutes et les tronçons puissent se détacher par choc au pilon. Les cassures de la partie réservée au centre des rondins, après ces incisions, sont examinées et il n'est admis, à l'étirage ultérieur pour la fabrication des essieux, que les rondins dont la section de rupture est parfaitement saine et exempte de soufflures, poches et autres défauts du métal.

Les tronçons acceptés sont dépaillés avec soin au burin pour enlever les criques, etc., susceptibles de nuire à la qualité et à l'aspect des essieux.

Ils sont ensuite réchauffés et forgés sous un marteau-pilon de trois à quatre tonnes, pour être transformés en ébauches puis en essieux finis de forge.

Chaque essieu brut, sans exception, doit porter à chaque bout une rondelle faisant corps avec lui, puis détachée en présence d'un contrôleur. Les cassures doivent présenter une section circulaire concentrique au pourtour de l'essieu, d'un diamètre au moins égal à 45 millimètres et une texture régulière à grain fin avec arrachements sans défaut.

Tous les essieux sont placés sur la sole d'un four à recuire, en nombre assez restreint pour permettre de les rouler et de les chauffer également et lentement au rouge orangé clair. Pendant ce temps, l'allure du four sera régulière et réductrice. La température convenable étant atteinte, on la maintient pendant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques minutes, puis on ouvre la porte du foyer jusqu'à ce que les essieux soient devenus rouge cerise foncé. A ce moment, ils sont rapidement défournés, empilés et refroidis sous des tôles à l'abri de la pluie et des courants d'air, ou sous une couche de sable ou de scories.

On peut aussi poser les essieux sur la sole d'un four à recuire, les porter lentement au rouge orangé clair, l'allure du four étant régulière et réductrice. Au bout de dix à quinze minutes, les essieux sont refroidis rapidement au rouge sombre puis lentement à la température ambiante (deux ou trois jours).

Essais de choc. — Après recuit, les essieux sont redressés à la presse puis placés sur deux points d'appuis rigides espacés de 1.500 mètre. On soumet un essieu par vingt-cinq à des chocs de 5,000 kilogrammes répétés, jusqu'à ce que l'allongement des fibres extrêmes soit de :

$$\frac{12 \times 130}{D} \text{ p. c.}$$

de la longueur primitive.

D = diamètre de l'essieu en millimètres.

Cet allongement est mesuré sur une longueur de 200 millimètres, c'est-à-dire 100 millimètres de chaque côté du milieu.

L'essieu doit ensuite être redressé complètement par des chocs semblables.

Essais de traction. — On prélève une éprouvette dans l'un des tronçons de l'essieu, vers la section la moins fatiguée et aussi près que possible de la surface. Cette éprouvette sera travaillée à froid ; on lui donnera une forme prismatique rectangulaire ou cylindrique. La section entre les congés sera de 500 millimètres, avec 200 millimètres entre les repères, ou, à défaut, on observera la relation :

$L = \sqrt{80\,S}$;

S = section en millimètres carrés ;

L = distance entre les repères en millimètres.

Dans tous les cas, L sert de base à la mesure de l'allongement proportionnel produit par les efforts de traction.

La charge initiale par millimètre carré est de 36 kilogrammes ; elle est maintenue pendant un quart de minute, puis des charges additionnelles de 500 kilogrammes par millimètre carré de la section sont ajoutées successivement de quart en quart de minute.

Il faut que :

R. = 45 kilogrammes par millimètre carré ;

Al. = 25 p. c.

Essieux coudés. — Les matières premières destinées à fournir l'acier sont sujettes aux mêmes conditions d'origine que celles indiquées ci-dessus pour les essieux droits.

Les lingots pour essieux coudés sont en acier fondu sur sole, fabriqué par le procédé Martin-Siemens ou Martin-Pernot. Ils sont coulés par le procédé à la poche, à l'exclusion du procédé « à la baguette ».

La coulée est faite d'un seul jet, avec rapidité, pour éviter les reprises et, autant que possible, les soufflures. Le forgeage des lingots, pour obtenir les essieux coudés, est entièrement effectué au marteau-pilon. L'emploi de la presse est interdit. Les lingots sont étirés en rondins sous le marteau-pilon ; dans le cours du forgeage, il est fait dans la partie correspondant au haut du lingot une chute représentant 30 p. c. de son poids et, dans la partie correspondant au bas, une chute représentant 5 p. c. de son poids ; les 65 p. c. restants sont seuls utilisés et forgés pour obtenir l'essieu coudé.

Les essieux coudés finis de forge sont soumis à l'opération de recuit. Les essieux sont posés sur la sole d'un four à recuire où ils sont portés lentement à la température du rouge cerise clair. Pendant ce temps, l'allure du four doit être régulière et la flamme constamment réductrice.

La température convenable étant atteinte, elle est maintenue pendant quelques minutes et suffisamment pour que les essieux soient chauffés également dans toutes leurs parties, puis les feux sont tombés et la porte du four est ouverte jusqu'à ce que la température soit descendue jusqu'au rouge sombre. A ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moment la porte est fermée, les issues du four bouchées, le refroidissement lent; on retire les essieux lorsqu'ils sont refroidis complètement.

Chaque essieu coudé brut doit être muni, à ses extrémités, de rondelles d'essai du diamètre de l'arbre ; l'une d'elles doit avoir au moins 160 millimètres de hauteur, de façon qu'on puisse y découper les éprouvettes qui seront essayées à la traction et au choc. Pour découper les rondelles, on pratique autour une saignée telle que la rondelle ne tienne plus à l'essieu que par une partie ayant 45 millimètres de diamètre, puis on détache chaque rondelle à la masse devant un contrôleur.

La cassure doit présenter sur toute sa surface un grain fin et régulier avec arrachements, et l'essieu ne doit offrir aucun creux, aucune soufflure ni aucune poche de retassement.

Essai de traction. — Dans la rondelle de 160 millimètres on prélève deux barreaux de traction entièrement découpés à froid ; l'une en travers aux deux tiers du rayon à partir du centre, l'autre en long.

La longueur de chaque éprouvette doit être aussi grande que le permet le tronçon de l'essieu.

On calcule la section S à donner au barreau entre les repères par la formule :

$$L = \sqrt{80\,S}.$$

L = distance des repères en millimètres;
S = section en millimètres carrés.

S'il y a lieu, on réduira cette section S en diminuant, en conséquence, L.

La charge initiale par millimètre carré est des $^{8}/_{10}$ de la charge minimum de rupture indiquée au tableau ci-après ; cette charge doit être maintenue en action pendant un quart de minute; ensuite des charges supplémentaires égales à 500 grammes pour chaque millimètre carré de la section primitive du barreau sont successivement ajoutées à des intervalles réguliers de quart de minute jusqu'à la rupture.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

1° Éprouvette en travers.	Charge minimum par millimètre carré	42 kilogrammes.
	Allongement correspondant	15 p. c.
2° Éprouvette en long .	Charge minimum par millimètre carré	45 kilogrammes.
	Allongement correspondant	25 p. c.

Essai de choc. — Pour les essieux en acier, on prélève en outre dans la même rondelle une éprouvette à section carrée, découpée également à froid et destinée à subir un essai de choc.

Cette éprouvette a 30 millimètres de côté, et elle est découpée en travers aux deux tiers du rayon à partir de l'axe pour les essieux dont la portée de calage a un diamètre supérieur à 180 millimètres; elle a 20 millimètres de côté et elle est découpée en long, aux deux tiers du rayon, pour les essieux dont la portée de calage a un diamètre égal ou inférieur à 180 millimètres.

La barrette doit pouvoir supporter quinze coups de mouton.

Pour les barrettes, de 30 × 30.

Le poids du mouton est de 20 kilogrammes.

La hauteur de chute, de 2 mètres.

La distance des appuis, 160 millimètres.

Pour les barrettes, de 20 × 20.

Le poids du mouton est de 15 kilogrammes.

La hauteur de chute, de 1.25 mètre.

La distance des appuis, 140 millimètres.

Le poids du mouton P et la hauteur de chute H peuvent différer des poids et des hauteurs indiqués ci-dessus, à la condition toutefois qu'on ait toujours un choc d'une intensité :

P. H. = 40 kilogrammètres, pour les éprouvettes de 30 × 30 millimètres, et
P. H. = 18 — — — de 20 × 20 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Essieux droits. — Ces essieux sont en acier Martin, le métal est caractérisé par une résistance à la rupture :

R. = 45 à 50 p. c. ;
Al. = 26 à 24 —
St. = 55 à 50 —

Essieux coudés. — Les essieux coudés sont en acier au creuset. Le métal est caractérisé par une résistance à la rupture :

R. = 60 kilogrammes ;
Al. = 23 p. c. ;
St. = 50 à 55 p. c.

Les dimensions des éprouvettes doivent satisfaire à la relation :

$$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$$

Ouest (5,534 kilomètres).

Essieux droits. — L'essai porte sur un essieu par coulée et par 25 essieux.

Essai au choc. — Pour l'essai au choc, l'essieu placé sur deux appuis espacés de 1 50 mètre sera soumis, en son milieu, au choc d'un mouton guidé de 1,000 kilogrammes tombant d'une hauteur de 10 mètres, et plié jusqu'à ce qu'il se produise un allongement de $^1/_{10}$ de la flèche extérieure, mesurée sur une longueur de 200 millimètres repérée au milieu de l'essieu. L'essieu, retourné en sens inverse et soumis à des chocs de même importance, devra pouvoir être redressé sans se rompre, ni laisser paraître aucune crique ni gerçure.

Essai de traction. — Une éprouvette cylindrique de 16 millimètres de diamètre et de 200 millimètres de partie utile, découpée à froid dans la portée de calage, sera essayée à la traction ; la charge sera d'au moins 50 kilogrammes par millimètre carré et l'allongement de 20 p. c. mesuré dans les 100 millimètres comprenant le point de rupture.

Essieux coudés. — Le métal doit résister aux essais de traction correspondant à :

R. = 47 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 18 p. c. sur $L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$

Les barreaux d'essais sont découpés à froid en travers d'un coude, ou bien dans un prolongement ménagé à cet effet.

Deux barreaux de 30 × 30 millimètres placés sur deux appuis distants de 160 millimètres sont soumis au choc d'un mouton guidé de 50 kilogrammes tombant d'abord de 600 millimètres de hauteur ; cette chute devra être augmentée progressivement, jusqu'à la rupture, de 50 millimètres au plus à chaque coup jusqu'à 800 millimètres, et de 100 millimètres au plus au delà.

Les barreaux essayés devront supporter des chocs jusqu'à ce que la hauteur de chute ait atteint 1 mètre.

Essai à la trempe. — Deux barrettes ayant 250 millimètres de longueur, 40 millimètres de largeur et 15 millimètres d'épaisseur, prélevées comme ci-dessus, seront chauffées au rouge cerise un peu sombre et plongées dans de l'eau à la température de 28° C., puis pliées sur leur milieu jusqu'à ce que leurs branches deviennent parallèles sur un mandrin circulaire d'un diamètre égal à 60 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer de l'Est (4.833 kilomètres).

Essieux droits. — Toute méthode basique doit être exclue de la fabrication des essieux.

Le poids de la masselotte sera au moins égal à un cinquième du poids du lingot ; la partie restante doit être suffisante pour fournir deux essieux. Les rondins pour essieux pourront être obtenus soit par un martelage, soit par un laminage des lingots primitifs. Dans le cas de laminage, la section du lingot comparée à celle du rondin sera dans un rapport minimum de $^5/_1$.

L'essieu provenant du rondin devra toujours être obtenu par forgeage et jamais par découpage des rondins.

Essai de traction. — L'acier doit satisfaire à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 16 p. c. sur L = V 100 S ;
St. = Section primitive en millimètre carré.

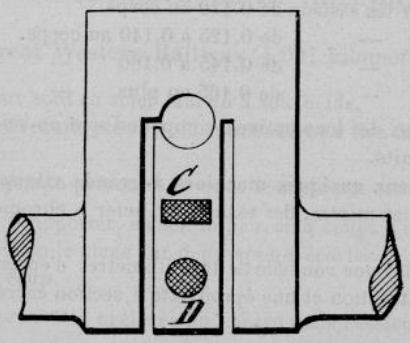
Un essai par coulée.

Essai de choc. — L'essieu placé horizontalement sur deux appuis écartés de 1.580 mètre est soumis, en son milieu, au choc d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 10 mètres, produisant deux ou trois flexions et deux ou trois redressements successifs.

Essieux coudés. — Les essieux coudés sont en acier forgé. La fabrication de l'acier au convertisseur basique est interdite.

Depuis 1891, on poursuit des essais d'essieux coudés en métal spécial, de « l'acier à canon » trempé à l'huile et recuit ou non trempé ; on emploie aussi de l'acier supérieur fondu au creuset.

Pour le prélèvement des éprouvettes, il y a lieu de distinguer si les essieux sont fabriqués à coudes pleins ou à coudes évidés.



1° *Coudes pleins.* — Les éprouvettes sont prélevées à froid, avant le recuit, dans chacune des débouchures des coudes en C pour l'éprouvette de choc, et en D pour l'éprouvette de traction.

2° *Coudes évidés.* — Une rondelle d'au moins 45 millimètres d'épaisseur attenante à l'extrémité de l'essieu et détachée à froid donnera, dans le sens perpendiculaire à la direction du coude le plus voisin, les éprouvettes de traction et de choc séparées l'une de l'autre par une saignée.

Il a été mis en service, à titre d'essai, deux essieux coudés en acier moulé, en 1899.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les essieux coudés en acier spécial, actuellement en service, figurent au tableau ci-dessous :

Nombre.	NATURE DE L'ACIER.	Date de la mise en service.	*Observations.*		
6	Acier à canon trempé à l'huile et recuit .	1893-94	R. = 56 kilogrammes.	Al., 12 p. c.	L = 100.
4	Acier à canon	1893-94	R. = 45 —	Al., 17 —	$L = \sqrt{100}\,S.$
6	Acier fondu au creuset.	1893-94	R. = 60 —	Al., 20 —	L = 100.
2	Acier à canon.	1895	R. = 48 —	Al., 18 —	$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$
5	— — trempé à l'huile	1898	R. = 50 —	Al., 20 —	$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$
4	Acier au chrome et au nickel.	1898	R. = 58 —	Al., 12 —	L = 100.

Nord (3,745 kilomètres).

Essieux droits. — On emploie l'acier Martin.

On essaie un essieu par coulée de cinquante au plus.

Essai au choc. — L'essieu placé sur deux appuis écartés de 1.50 mètre est soumis au choc d'un mouton de 500 kilogrammes tombant de 3.60 mètres.

Les essieux ayant moins de 130 millimètres de diamètre au corps sont pliés jusqu'à une flèche de 125 millimètres, puis ils sont redressés.

Ceux qui ont un diamètre de 130 millimètres et au delà sont pliés jusqu'à un allongement de $^1/_{20}$ de la fibre extrême mesurée sur une longueur initiale de 200 millimètres, puis ils sont redressés.

On donne 4 coups pour les essieux de 0.120 au corps.
— 5 — — de 0.125 à 0.140 au corps.
— 6 — — de 0.145 à 0.160 —
— 8 — — de 0.165 ou plus —

Essieux coudés. — Les essieux des locomotives compound sont en acier Martin dit « métal à canon ». Ils sont trempés à l'huile et recuits.

A titre d'essai, on a monté sur quelques machines à grande vitesse des essieux en acier au nickel (25 à 30 p. c.) et sur des machines mixtes, des essieux en acier « chrome et nickel » (1.80 de nickel et 0.44 de chrome).

On prélève, à chaque extrémité, une rondelle de 40 millimètres d'épaisseur, dans laquelle on découpe une éprouvette cylindrique de traction et une éprouvette à section carrée de 30 × 30 millimètres pour l'essai au choc.

La résistance moyenne de deux éprouvettes, essayées sur un même essieu, doit être de 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré, avec un allongement de 20 p. c. au moins.

Les barrettes essayées au choc doivent pouvoir supporter quinze coups de mouton de 25 kilogrammes tombant d'une hauteur de 2 mètres, la distance des appuis étant de 160 millimètres.

Midi (3,236 kilomètres).

Essieux droits. — Avant le travail au tour, les essieux sont présentés à la réception par lot provenant d'une même coulée et contenant au plus treize essieux. On prélève un essieu par lot; après le tonnage, cet essieu est placé sur deux appuis écartés de 1.560 mètre et reçoit, en son milieu, trois coups de mouton

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 1,000 kilogrammes, les deux premiers d'une hauteur telle que l'effet des trois chocs réunis, l'allongement pour cent de la fibre qui travaille le plus, soit égal à celui qui donne la formule :

$$12 \times \frac{170}{D}.$$

D = diamètre de l'essieu en millimètres.

Cet allongement sera mesuré sur 200 millimètres (100 p. c. de part et d'autre du milieu).

Puis l'on redresse l'essieu dans les mêmes conditions et l'on continue jusqu'à ce que la flèche ait lieu en sens inverse de la première.

Enfin, l'essieu sera retourné de nouveau et frappé dans le sens du redressement de trois autres coups du même mouton tombant toujours de la même hauteur de 10 mètres.

Essieux coudés. — Chaque essieu, brut de forge mais recuit, devra présenter à chacune de ses extrémités un excédent de longueur permettant le découpage d'une rondelle de 40 millimètres d'épaisseur.

Ces rondelles devront rester adhérentes à l'essai.

On découpe à froid dans chaque rondelle deux éprouvettes, l'une pour l'essai de choc, l'autre pour l'essai de traction.

Essai de choc. — Les éprouvettes ont 30 millimètres de côté sur 250 millimètres de longueur. Elles sont découpées et terminées entièrement à froid. Elles devront pouvoir supporter quinze coups de mouton de 25 kilogrammes tombant de 2 mètres, la distance des appuis étant de 160 millimètres.

Essai de traction. — Les éprouvettes ont 16 millimètres de diamètre dans la partie utile et les allongements seront mesurés sur une longueur initiale de 100 millimètres. L'essai correspond à :

R. = 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

Essais de trempe. — Un des morceaux provenant des essais au choc chauffé au rouge cerise clair puis trempé dans l'eau à 20° C. au plus, devra pouvoir être entamé par une lime demi douce.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Essieux droits. — Les essieux sont en acier Martin à sole acide.

Les essieux bruts doivent être recuits ; le refroidissement lent a lieu dans le four ou sous la cendre hors du four.

On prélève un essieu sur cinquante présentés et on le soumet aux essais suivants :

Essai de choc. — L'essieu doit supporter, en son milieu, cinq coups d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 6 mètres. A cet effet, on le place sur deux appuis écartés de 1.067 mètre et on les retourne après le premier et le troisième coup.

Essai de traction. — Une éprouvette prélevée au hasard dans l'essieu doit pouvoir résister à un essai de traction qui correspond à :

R. = 47 à 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 76 millimètres.

La section initiale de l'éprouvette est de 161 millimètres.

Pliage à froid. — Une barre carrée de 230 millimètres, 10 centimètres carrés de section et ayant les arêtes arrondies à 1.6 millimètre de rayon, doivent pouvoir se plier à angle droit sur un mandrin de 63.5 millimètres de diamètre. Les deux bouts de la barre doivent ensuite pouvoir se toucher sans rupture.

Essieux coudés. — Les éprouvettes sont prélevées dans la partie réservée des coudes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de choc. — Une barre de 10 centimètres carrés de section et de 230 millimètres placée sur des appuis écartés de 152 millimètres doit pouvoir supporter vingt coups d'un mouton de 510 kilogrammes tombant de 1.830 mètre. La barre doit être retournée après chaque coup et l'essai sera poussé jusqu'à la rupture, le mouton tombant ensuite chaque fois de 3.657 mètres de hauteur.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Essieux droits. — Les essieux sont en acier Siemens.

L'essai au choc porte sur 2 p. c.; le mouton d'une tonne touche dix fois de suite de 9.140 mètres. L'essieu est retourné après chaque coup.

Essai de traction. — L'éprouvette doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 à 53.5 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 22 p. c. sur 101.5 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

Pliage. — Une bande de 25 × 25 × 203 millimètres est pliée à bloc.

Élargissement. — Un trou de 16 millimètres est percé au milieu d'une plaque de 102 × 102 × 19 millimètres et doit être élargi, à froid, au diamètre de 38 millimètres.

Analyse chimique. — Le métal ne doit pas avoir plus de :

0.2 p. c. de silicium;
0.05 — de soufre ou de phosphore.

Essieux coudés. — Les essieux coudés sont en acier Siemens et subissent la trempe à l'huile.

Une rondelle pour essai doit rester adhérente à chaque extrémité de l'essieu.

Essai de traction. — L'éprouvette doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 à 25 kilogrammes sur 101.5 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

Essai de pliage. — Une barre de 25 × 25 × 203 millimètres doit pouvoir se plier à bloc.

Essai d'élargissement. — Un trou de 16 millimètres est percé au milieu d'une plaque de 102 × 102 × 19 millimètres, puis élargi, à froid, à 38 millimètres à l'aide d'un poinçon conique.

Essai d'analyse chimique. — A l'analyse, le métal ne devra pas accuser plus de 0.15 p. c. de silicium, 0.05 p. c. de soufre et de phosphore, 0.3 p. c. de carbone.

North British Railway (2,144 kilomètres).

Essieux droits. — Ces essieux sont en acier Siemens sur sole. Un essieu sur vingt-cinq est soumis aux essais suivants :

Essai de choc. — L'essieu placé sur deux appuis écartés de 1.066 mètre doit subir cinq coups d'un mouton de 907 kilogrammes tombant de 7.5 mètres de hauteur. L'essieu est retourné après chaque coup et l'essai est prolongé jusqu'à la rupture.

Essai de traction. — Une éprouvette de 20 millimètres de diamètre et de 51 millimètres de longueur utile doit résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 32 à 35 p. c.

On découpe une pièce de 381 millimètres de longueur environ pour examen de texture.

Le parcours de garantie est de 321,860 kilomètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essieux coudés. — *Essai de pliage.* — Une bande de 806 millimètres carrés de section et de 203 millimètres de longueur, avec arêtes arrondies suivant un rayon de 1.6 millimètre, est prélevée en long et en travers. On la soumet ensuite à un pliage à bloc à froid.

Le parcours de garantie est de 241,400 kilomètres.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Essieux droits. — *Essai de traction.* — Les éprouvettes doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 55 à 58 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c.

Limite élastique, 50 p. c.

Essai de pliage. — Des barrettes doivent pouvoir se laisser plier à bloc.

Essieux coudés. — Une barre de 10 centimètres carrés prélevée n'importe où est pliée à 120°.

Essai de traction. — Les éprouvettes de traction doivent satisfaire à :

R. = 47 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c.

Limite élastique, 50 p. c.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Essieux droits. — Ces essieux sont en acier Siemens qui doit pouvoir résister à un essai de traction satisfaisant à :

R. = 43 à 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 203 millimètres.

Essieux coudés. — *Essai de pliage.* — Une barrette de 806 millimètres carrés de section doit se laisser plier à bloc.

Essai de traction. — Une éprouvette doit satisfaire à un essai de traction satisfaisant à :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

Parcours de garantie, 321,860 kilomètres.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Essieux droits et coudés. — Pour un parcours de 80,500 kilomètres le fournisseur doit remplacer l'essieu défectueux à ses frais.

De 80,500 à 120,700 kilomètres l'essieu, en remplacement, ne sera payé que 50 p. c. de sa valeur. De 120,700 à 160,930 kilomètres, seulement les deux tiers. De 160,930 à 241,400 kilomètres, seulement les trois quarts de la valeur de l'essieu rompu.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Essieux droits. — On prélève pour l'essai un essieu par cinquante présentés.

Essai de choc. — Un essieu, placé sur deux appuis écartés de 1.140 mètre, doit supporter seize coups de mouton pour les essieux ordinaires, et douze coups pour les essieux de bogies. Ce mouton pèse 1,015 kilogrammes et tombe de 7,620 mètres.

L'essieu est retourné après chaque coup.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — Une éprouvette cylindrique de 20 millimètres de diamètre doit pouvoir résister à un essai de traction de :

R. = 44 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 76 millimètres.

Essieux coudés. — Les éprouvettes sont découpées dans les blocs enlevés des coudes et recuits avec eux.

Essai de choc. — Une barre carrée de 14 centimètres carrés de section, planée sous martelage, est placée sur des supports écartés de 152 millimètres, et reposant sur des fondations pesant 3,000 kilogrammes au moins.

On place une bande de fer de 76 millimètres au milieu de la barre à essayer, qu'on soumet au choc d'un mouton de 508 kilogrammes tombant sur la barre de fer de 2 mètres de hauteur. On doit obtenir une flexion à angle droit. On fait deux essais en long et deux en travers des blocs.

Essai de traction. — Une éprouvette de 20 millimètres de diamètre doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 44 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 76 millimètres.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Essieux droits. — Ces essieux sont en acier Siemens.

On essaie un essieu sur vingt-cinq présentés.

Essai de choc. — L'essieu placé sur des supports écartés de 1.066 mètre est soumis, en son milieu, à cinq coups d'un mouton de 907 kilogrammes tombant de 7.500 mètres de hauteur.

L'essieu est retourné après chaque coup et l'on continue les essais jusqu'à la rupture.

Essai de traction. — Une éprouvette de 20 millimètres de diamètre est soumise à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 32 à 35 p. c. sur 51 millimètres.

Une pièce de 381 millimètres de longueur environ est découpée pour montrer l'aspect de la cassure.

Le parcours de garantie est de 321,860 kilomètres.

Essieux coudés. — *Essai de traction.* — Deux éprouvettes, prélevées en long et en travers, doivent résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 44 à 52 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 35 à 32 p. c. sur 51 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

Essai de pliage. — Une barre de 806 millimètres carrés de section et 203 millimètres de longueur, aux arêtes arrondies suivant un rayon de 1.6 millimètre, doit supporter un pliage à bloc à froid. Elle est prélevée en long et en travers.

Parcours de garantie, 241,400 kilomètres.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Les essieux doivent résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 44.5 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c. sur 51 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Essieux coudés. — *Essai de traction.* — L'acier employé doit satisfaire à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 33 p. c. sur 51 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

Essai de pliage. — Une barre carrée de 19 millimètres de côté, aux arêtes arrondies légèrement, doit supporter un pliage à bloc.

Essieux coudés. — Chaque essieu est essayé et les éprouvettes sont prélevées dans la partie rejetée de chaque coude. Elles doivent résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 35 p. c. sur 51 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.
Un barreau de pliage de 19 millimètres de section, aux angles arrondis, doit pouvoir être plié à bloc.

Furness Railway (274 kilomètres).

Essieux droits. — Les essieux droits sont en acier pouvant résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 55 à 58 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c. sur 51 millimètres.

Une éprouvette prélevée sur chaque essieu doit pouvoir être pliée à bloc.

Essieux coudés. — On emploie l'acier fondu qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 47 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c. sur 51 millimètres.

Un morceau de 800 millimètres carrés de section, découpé dans le coude, doit pouvoir être plié à 120 degrés.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Les essieux droits sont en meilleur acier fondu au creuset.

Essai de choc. — L'essieu, placé sur deux appuis écartés de 1.070 mètre, doit pouvoir supporter, sans se rompre, cinq coups successifs d'un mouton de 907 kilogrammes tombant de 6 mètres. Après chaque pliage, on opère un redressement et l'on continue ainsi jusqu'à la rupture de l'essieu.

Essai de traction. — L'essieu doit pouvoir résister à un effort correspondant à :

R. = 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

Isle of Man Railway (56 kilomètres).

Les essieux sont en acier fondu qui doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 53 à 57 kilogrammes par millimètre carré ;
Al = 20 p. c. sur 76 millimètres.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Essieux droits. — Les essieux sont en acier Siemens-Martin ; ils sont entièrement forgés.
Les essais ont lieu à raison d'un par cinquante et une pièces présentées.

Essai au choc. — Tout essieu de 152 millimètres au plus de diamètre au corps doit être placé sur deux appuis distants de 1.067 mètre. Il doit pouvoir supporter douze coups de mouton de 1,015 kilogrammes tombant librement de 9.140 mètres.

L'essieu est retourné après chaque coup. Pour les essieux de 108 à 114 millimètres de diamètre au corps, la chute du mouton ne sera que de 6.100 mètres.

Essai de traction. — On prélève une éprouvette de 20 millimètres de diamètre et 102 millimètres entre les repères. Elle doit être découpée à froid dans l'essieu précédemment essayé au choc et résister à une traction correspondant à :

R. = 53,5 à 60 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 à 22 p. c.

Essieux coudés. — Ces essieux sont en acier au creuset Krupp ou en acier sur sole Vickers provenant d'hématites ; ils doivent être entièrement forgés.

Les éprouvettes d'essai sont prélevées en long et en travers dans une rondelle enlevée dans l'un des coudes ; elles ont une section de 14 centimètres carrés.

Essai au choc. — Une barre placée sur des appuis écartés de 152 millimètres est soumise à des chocs provoquant le pliage à bloc.

Essai de traction. — L'autre coude doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 à 56 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 à 25 p. c. sur 102 millimètres.

Limite élastique, 25 kilogrammes au moins.

L'éprouvette de traction ne subit pas de recuit. Mais une autre éprouvette, préalablement recuite, doit donner :

R. = 53 kilogrammes par millimètre carré ou plus ;
Al. = 25 p. c. sur 102 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Essieux droits. — Un essieu, placé sur deux appuis écartés de 1.066 mètre, doit résister à dix coups d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 1.250 mètre de hauteur pour chaque 25.3 millimètres contenus dans le diamètre.

L'essieu est retourné après le premier coup et ensuite après chaque second coup.

Essai de traction. — L'acier doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 47 à 55 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 45 p. c.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Essieux droits. — Ces essieux doivent être forgés en acier Martin-Siemens ou tout autre acier également approuvé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de choc. — Placés sur deux appuis fixes écartés de 1.070 mètre, ils sont soumis à douze coups et à douze redressements alternatifs à l'aide d'un mouton de 1,016 kilogrammes tombant de 8.534 mètres.

Essai de traction. — Des éprouvettes, découpées dans l'essieu ayant subi l'essai de choc, sont essayées à froid et ne subissent pas de recuit.

Elles doivent résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 à 58 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 à 25 p. c. sur 127 millimètres.

L'essai porte sur 2 p. c. des essieux présentés et au moins sur un essieu par coulée.

Essieux coudés. — On emploie l'acier fondu au creuset de première qualité ou l'acier Siemens-Martin. On ne s'adresse qu'à des usines autorisées et l'on se sert de l'hématite comme matière première.

Essais au choc. — Une éprouvette de 10 centimètres carrés et 254 millimètres de longueur, découpée dans l'entre-deux coudes en diagonale et travaillée à froid, doit être placée sur des appuis écartés de 152 millimètres et soumise à une série de chocs d'un mouton jusqu'au pliage à bloc.

Essais de traction. — D'autres éprouvettes, découpées à froid dans l'autre coude, doivent donner :

R. = 46 à 52 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 51 millimètres.

Section initiale, 322.5 millimètres

Les manivelles sont percées d'un trou recevant un boulon en fer Yorkshire. Les coudes sont munis de frettes également en fer du Yorkshire.

Les boulons doivent satisfaire à :

R. = 34 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 22 p. c. sur 254 millimètres.

Les frettes :

R. = 34 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 24 p. c. sur 254 millimètres.

Parcours de garantie, 1,609,300 kilomètres.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Les essieux droits sont en acier Vickers à sole acide et sont tournés partout. On essaie un essieu par coulée ou par lot de cinquante essieux finis.

Essai de choc. — L'essieu, placé sur des appuis écartés de 1.066 mètre et reposant sur une fondation de 10,200 kilogrammes, est soumis à dix coups d'un mouton de 1,016 kilogrammes tombant de 9 mètres. L'essieu est retourné après chaque coup.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Essieux droits. — Les essieux sont en acier Martin-Siemens sur sole de composition chimique imposée par les ingénieurs-conseils.

Essai de choc. — Un essieu prélevé par chaque coulée ou par lot de vingt cinq, doit être placé sur deux appuis écartés de 1.066 mètre et supporter, en son milieu, 10 coups d'un mouton de 1,015 kilogrammes tombant de 9.140 mètres.

L'essieu est retourné tous les deux coups.

Essai de traction. — Les éprouvettes, ayant une section de 320 millimètres carrés et 76 millimètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de longueur utile, sont prélevées à froid dans les essieux essayés au choc, et doivent pouvoir supporter un effort de traction correspondant à :

R. = 50 à 58 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

Essai de texture. — L'essieu doit être entaillé au corps et aux fusées pour permettre l'examen des cassures.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Essieux droits. — Ces essieux doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 50 à 58 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

Limite d'élasticité, 55 p. c.

Essieux coudés. — Ces essieux doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 44 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

Limite d'élasticité, 50 p. c.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Essieux droits. — Ces essieux sont soumis à des essais au choc et à la traction.

Essieux moteurs. — *Essai au choc.* — L'essieu est placé sur deux supports rigides distants de 1.50 mètre et doit supporter les chocs d'un mouton développant une force vive de 2,000 kilogrammètres jusqu'à flexion de 110 millimètres au milieu du corps.

L'essieu est ensuite redressé dans les mêmes conditions.

Essai de traction. — Dans la partie la moins fatiguée, sont prélevées deux éprouvettes de traction qui doivent résister à un effort minimum de 50 kilogrammes par millimètre carré.

Essieux porteurs. — Pour ces essieux, la flèche à produire est de 140 millimètres dans les mêmes conditions d'essai au choc que les essieux moteurs.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Essieux droits ou coudés pour locomotives. — Les essieux droits ou coudés doivent être en acier fondu au creuset d'une résistance répondant aux conditions suivantes pour l'essai de traction :

R. = 50 à 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres.

Les essieux coudés, faits en acier au nickel, doivent répondre aux conditions de traction :

Résistance élastique . . . . . = 40 kilogrammes ;
— à la rupture . . . . . R. = 60 kilogrammes ;
— — . . . . . Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

Les essieux doivent répondre aux conditions de traction :

R. = 36 kilogrammes à 42 par millimètre carré ;
Al. = 20 à 25 p. c.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Les essieux doivent répondre aux conditions de traction :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. ;
Al. × R. = 1,100.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Pour les essieux droits et coudés : acier fondu au creuset :

R. ≧ 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. ≧ 18 p. c.

Essai de choc :

P. H. = 3,000 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XVIII.

Résumé des conditions de réception des essieux droits de locomotives.

COMPAGNIES.	Nature du métal.	Proportion pour essais.	Essais au choc. — Poids du mouton. Pk	Hauteur de chute H D millim.	P. H. en kilog. D millimèt.	Nombre de chocs
Central Argentine Railway	Martin.	1 par coulée.	1,015	6	...	1
Chemins de fer de l'État autrichien	Acier.	—	...	...	3,000	–
Chemin de fer du Sud de l'Autriche.	Creuset.	1 par 100	...	Corps.	3,000	–
— —	Martin ou Bessemer.	...	...	Fusée.	1,000	–
Société austro-hongroise privilégiée	Martin.	...	500	6	...	–
— —	Creuset.	...	...	...	...	–
Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien.	Creuset ou Martin.	...	...	...	...	–
Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen	Martin.	1 par 50	Première catégorie.		3,000	–
— — —	...	...	Deuxième catégorie.		4,200	–
Société nationale des chemins de fer vicinaux	Martin.	...	...	...	0.34 P².	–
Chemins de fer de l'État (Danemark)	Acier forgé. Nickel.	1 par 50	...	...	3,000	–
— de l'État français.	Acier doux.	1 par 20	500	3.6	...	–
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	Martin-Siemens.	1 par 25	...	...	5,000	–
— de Paris à Orléans	Martin.	...	...	...	...	–
— de l'Ouest français	Acier.	1 par 25	1,000	10	...	–
— de l'Est français	Martin acide.	1 par coulée.	1,000	10	...	1 ou 2
— du Nord français	Acier.	—	500	36	...	–
— —	...	...	...	...	...	–
— du Midi français	Acier.	1 par 13	1,000	10	...	1
Great Western Railway	Martin acide.	1 par 50	1,000	6	...	1
North Eastern Railway	Siemens.	—	1,000	9	...	1
North British Railway.	—	1 par 25	1,000	7.50	...	1

TABLEAU XVIII.

Essais au choc. — Flèches au corps ou allongement pour cent de la flèche extrême.	Nombre de pliages.	Nombre de redressements.	Essais à la traction. — Emplacement de la prise d'essai.	Charge en kilog. par mill. carré. R.	Allongement pour cent. A.	Striction pour cent. St.	Dimensions des éprouvettes en millimètres. L.	Dimensions des éprouvettes en S.	Autres essais. — Observations.
...	Retourné à chaque coup.		Corps.	47 à 55	...	40 à 50	...	...	
Flèche, 200.	1	1		50 à 55	...	35	...	...	
Flèche, 120.	1	1	—	58 à 65	19	40	200	...	2 essieux dans un lingot.
Flèche, 80.	1	...	...	50 à 53	19	40	...	...	P. H. Inférieur à 0.04 p. c.
Flèche, 160.	2	2	Portée de calage	50	...	40	...	500	
...	...	...	...	60	...	35	...	500	
...	...	...	...	50 à 56	...	35	...	...	
Flèche, 200.	1	1	...	...	...	...	...	500	Voir détail pour choc.
...	8	8	Corps	45 à 55	...	...	240	...	
Flèche, 125.	1	1	...	...	...	...	...	...	D. Diam. essieu en millim.
...	...	...	Corps	50	20	...	200	300	
Allongem., 7 p. c.	1	1	—	45	22	...	200	...	
Allong. $\frac{12 \times 130}{D}$	1	1	—	45	25	...	200	500	L = $\sqrt{80\,S.}$
...	...	...	...	45 à 50	20 à 24	55 à 50	$\frac{1}{4}\sqrt{\frac{200}{3}\,S.}$	...	
Allongem., 10 p. c.	1	1	Portée de calage	5	20	...	200	200	
...	2 ou 3	2 ou 3	Au choix.	50	16	...	$\sqrt{100\,S.}$	...	
Flèche, 25 ou Allongem., 5 p. c.	1	1	...	...	...	...	...	...	Diam. au corps maxim. de 130.
A = 12 + $\frac{170}{D}$ sur 200.	...	...	...	...	...	...	...	...	— 130 au plus.
...	1	1	...	...	...	...	...	...	Voir détail pour choc.
...	1	1	Au choix.	47 à 55	25	...	76	160	Pliage à froid.
...	Retourné à chaque coup.		...	50 à 53	22	...	100	300	Pliage, élargissement, analyse chimique.
...	—	—	...	50	32 à 35	...	51	300	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Nature du métal	Proportion pour essais.	Poids du mouton. Pk	Hauteur de chute H D millim.	P. H. en kilog. D millimèt.	Nombre de chocs.
Midland Railway	Acier.	...	...	...	...	
Caledonian Railway	Siemens.	...	...	...	...	
Great Eastern Railway	Acier.	...	...	...	...	
Lancashire & Yorkshire Railway.	—	1 par 50	1,015	7.600	Essieu ord. Bogies.	
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	Siemens.	1 par 25	1,000	7.50	...	
Midland Great Western of Ireland Railway.	Acier.	...	...	...	...	
Great North of Scotland Railway	—	...	...	...	...	
Furness Railway	—	...	...	...	...	
London, Tilbury & Southend Railway.	Creuset.	...	1,000	6	...	
Isle of Man Railway	Acier.	...	...	...	...	
New South Wales Government Railway.	Martin.	1 par 50	1,015	9.140	...	
— —	...	...	...	6.100	...	
New Zealand Government Railway	Acier.	...	1,000	0.06 D	...	
South Australia Government Railway	Martin.	par 50	1,015	8.530	...	
Western Australia Government Railway	Vickers.	—	1,015	9.000	...	
Natal Government Railway	Martin.	1 par 25	1,015	9.140	...	
East Indian Railway	Acier.	...	...	...	...	
Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique)	—	...	...	...	2,0 0	
— — —	—	...	...	...	...	
Société p^r l'exploitation des ch. de fer de l'État néerlandais.	Creuset.	...	...	...	...	
Chemin de fer Central néerlandais	...	...	...	...	...	
Central suisse.	...	...	...	...	...	
Gothard.	Acier fondu au creuset.	...	...	...	3,000	

Flèches au corps ou allongement pour cent de la flèche extrême.	Nombre de pliages.	Nombre de redressements.	Essais à la traction. Emplacement de la prise d'essai.	Charge en kilog. par mill. carré. R.	Allongement pour cent. A.	Striction pour cent. St.	Dimensions des éprouvettes en L millimètres.	Dimensions des éprouvettes en S.	Autres essais. — Observations.
...	...	...	...	55 à 58	30	...	...	...	Pliage à bloc.
...	...	...	...	43 à 47	25	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	Garantie de parcours.
...	Retourné à chaque coup.		...	44 à 50	25	...	76	300	
...	—	—	...	50	32 à 35	...	50	300	
...	...	...	...	44.5 à 50	30	...	51	...	
...	...	...	...	50	33	...	51	300	Essais de pliage à bloc.
...	...	...	...	55 à 58	30	...	51	...	
...	Retourné à chaque coup.		...	47	25	...	...	...	
...	...	...	...	53 à 57	20	...	76	...	
...	Retourné à chaque coup.		Au corps.	53.5 à 60	25 à 22	...	102	300	Par essieux ≧ 152.
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
...	Retourné à chaque coup.		Au corps.	47 à 53	...	45	...	...	Par essieux 108 à 114. Limite élastique 25 kilogrammes.
...	—	—	—	50 à 58	20 à 25	...	127	...	
...	—	—	...	...	...	...	...	...	
...	—	—	Au corps.	50 à 58	25	...	76	320	
...	...	...	...	50 à 58	25	...	...	...	Limite d'élasticité, 32 kilog.
110	1	1	Au corps.	50	...	...	...	...	Moteurs.
140	...	...	...	...	...	...	...	...	Porteurs.
...	...	...	...	50 à 55	20	...	200	...	
...	...	...	...	36 à 42	20 à 25	...	...	...	
...	...	...	...	55	20	...	...	...	A × R ≧ 1,100.
...	...	...	...	55	18	...	...	...	

TABLEAU XIX.

Résumé des conditions de réception des essieux coudés.

COMPAGNIES.	Nature du matériel	Essais à la traction. — Emplacement de la prise d'essai.	Essais à la traction. — R Charge en kilog. par millimètre carré.	Essais à la traction. — A Allongement p. c.	Essais au choc. — Section des barreaux en millimètres.	Essais au choc. — Distance des appuis en millimètres.	Essais au choc. — Poids du mouton en Pk.	Essais au choc. — Hauteur de chute en Hm.	Essais au choc. — Nombre de coups.	Essais au choc. — Nombre de pliage.	Autres essais. — Observations.
Central Argentine Railway	Acier.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Garantie de parcours.
Chemins de fer de l'État autrichien	A. Nickel.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— —
— de l'État français.	Acier.	En travers aux deux extrémités.	45 à 50	20	30 × 30	160	25	2	15	1	...
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	Siemens.	En long aux deux extrémités.	45	25	30 × 30	160	20	2	15	1	...
— —	...	En travers aux deux extrémités.	42	15	27 × 29	160	15	1.25	15	1	...
— de Paris à Orléans	Creuset.	En long à une extrémité.	60	23	...	...	...	...	...	...	...
— de l'Ouest français	Acier.	En travers dans le coude.	47	18	30 × 30	160	50	0 60 à 1,000	7	1	Pliage à 180° sur mandrin après trempe.
— de l'Est français	Aciers spéciaux.	— —	*Voir* détails.	...	...	...	...	...	...	...	*Voir* détails.
— du Nord français	Acier.	En travers aux deux extrémités.	45 à 50	20	30 × 30	160	25	2	15	1	— —
— du Midi français	—	— —	45	20	30 × 30	160	25	2	15	1	Barreau trempé doit pouvoir être limé.
Great Western Railway	—	Dans les coudes.	...	...	900 millimill. carrés.	152	510 k	1.83	20	...	Le barreau est retourné après chaque coup.
North Eastern Railway	Siemens.	En travers aux deux extrémités.	55	20 à 25	25 × 25	Pliage à bloc.	...	...	...	...	Essai d'élargissement et analyse chimique.
North British Railway.	Acier.	...	...	...	millimill. carrés.	—	...	...	...	...	Garantie de parcours.
Midland Railway	—	N'importe où.	47 à 50 Élastique = 0.5 R.	30	millimill. carrés.	Pliage à 120°.	...	...	...	...	...
Caledonian Railway	Siemens.	...	45 à 50	25	millimill. carrés.	Pliage à bloc.	...	...	...	...	Garantie de parcours.
Great Eastern Railway	Acier.	...	...	...	—	...	...	...	...	...	— —
Lancashire & Yorkshire Railway	—	Dans les coudes.	44 à 50	25	millimill. carrés.	152	508	2	...	...	Pliage à 90° sur mandrin.
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	—	Long et travers.	44 à 52	25 à 22	millimill. carrés.	Pliage à bloc.	...	...	...	...	—
Great North of Scotland Railway	—	Dans les coudes.	47	25	19 × 19	—	...	...	...	...	...
Furness Railway	—	...	47 à 50	30	800 millimill. carrés.	Pliage à 120°.	...	...	...	...	...
New South Wales Government Railway.	Creuset.	Long et travers des coudes	50 à 56 Élastique = 2 S.	20 à 25	... millimill. carrés.	152	...	...	...	A bloc.	...
South Australia Government Railway	Martin.	— après recuit. En travers des coudes.	53 46 à 52	25 20	...	152	...	...	...	A bloc.	...
East Indian Railway	Acier.	...	44 à 50 Élastique = 0.5 R.	25 20	—	...	...	...	...	...	...
Chemin de fer de l'État néerlandais	A. Nickel.	...	60 Élastique = 40	20 20	—	...	...	...	...	...	...
— —	Creuset.	...	50 à 55	15	—	...	...	...	...	...	...
Chemin de fer du Gothard.	Acier fondu au creuset.	...	55		—	...	...	...	...	...	...

TABLEAU XIX.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XVIII.

—

Questionnaire

—

Indiquez les conditions de réception pour les bandages.

Réponses.

—

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

Les bandages sont en acier Siemens à sole acide.

Un bandage par coulée subit les essais suivants :

1° On laisse tomber sur le bandage placé de champ sur une base solide un mouton pesant au moins 1,000 kilogrammes.

La hauteur de chute primitive de 3.04 mètres et chaque fois augmentée de 609 millimètres jusqu'à obtenir une déformation de $^1/_6$ du diamètre primitif intérieur, sans qu'il se produise des indices de rupture ;

2° Les éprouvettes de traction, prélevées sur le centre de roulement, devront pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 79 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 12 p. c.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

Les bandages sont, au choix du fournisseur, en acier au creuset, en acier Bessemer ou en acier Martin.

1° *Au creuset.* — On soumet le bandage aux chocs d'un mouton développant dans sa chute un travail de 3,000 kilogrammètres.

On s'arrête lorsque la diminution du diamètre E p. c. satisfait à la relation :

$$E = \frac{D}{100} - \frac{d - 65}{10}.$$

D = diamètre au roulement en millimètres ;
d = épaisseur du bandage en millimètres.

Un essai de traction doit satisfaire à la condition :

R. = 60 à 85 kilogrammes par millimètre carré.

2° *Acier Bessemer ou Martin.* — On provoque par des chocs une déformation de 12 p. c. dans le bandage.

Un essai de traction doit satisfaire à la condition :

R. = 50 à 65 kilogrammes par millimètre carré sur 240 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'éprouvette a 20 millimètres de diamètre ; elle est prélevée dans un morceau de bandage redressé à chaud.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

On essaie un bandage pour cent.

Essai de choc. — Le bandage en acier Martin est soumis à quatre coups d'un mouton de 500 kilogrammes tombant de 6 mètres, et à six coups si le bandage est en acier fondu au creuset.

Essai de traction. — Deux éprouvettes de 25 millimètres de diamètre prélevées au milieu d'un morceau de bandage redressé à chaud doivent satisfaire aux relations :

R. = 60 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 35 p. c.,

s'il s'agit d'acier Martin.

R. = 70 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 25 p. c.,

pour les bandages en acier au creuset.

Chemin de fer de l'Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Essai de choc. — Le bandage est soumis au choc d'un mouton produisant 3,000 kilogrammètres, jusqu'à ce qu'il éprouve une déformation de 12 p. c. de son diamètre primitif.

Essai de traction. — S'il s'agit d'acier fondu au creuset, l'éprouvette de traction doit satisfaire à la condition :

R. = 65 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 35 p. c. ;
R. = 60 à 70 kilogrammes par millimètre carré,

s'il s'agit d'acier Martin.

Essai de pliage. — Une bande sera pliée à 180° sur un mandrin dont le diamètre est égal à trois fois l'épaisseur de l'éprouvette.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

L'essai porte sur un par cinquante bandages.
Les bandages sont en acier fondu au creuset.

Essai de choc. — Le bandage est soumis aux coups d'un mouton développant une force vive de 3,000 kilogrammètres, le poids du mouton étant compris entre 1,000 et 500 kilogrammes.
On poursuit l'épreuve jusqu'à obtenir une déformation de 12 p. c. du diamètre intérieur primitif.
On continue ensuite l'essai jusqu'à la rupture du bandage.

Essai de traction. — Le bandage doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 60 kilogrammes par millimètre carré.

Diamètre de l'éprouvette, 25 millimètres.
Distance entre repères, 240 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Les bandages ont une teneur en carbone de 30 p. c. au minimum.

Essais au choc. — Le poids du mouton P et la hauteur de chute H (P étant exprimé en kilogrammes et H en mètres) sont reliés entre eux par la relation.

$P.H. = 0.01257\ be^2$;
b = largeur en millimètres:
e = épaisseur en millimètres.

Le bandage d'essai reçoit trois coups de mouton, plus réduction de $^1/_7$ du diamètre après deux coups.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Les bandages sont en acier Martin.
On procède à un essai pour cinquante essieux présentés.
L'épaisseur du bandage étant de 60 millimètres, un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 4.50 mètres doit, au bout de deux coups, produire une déformation du diamètre intérieur vertical inférieure à $^1/_8$ du diamètre primitif. Par millimètre en moins de 60 millimètres la hauteur de chute sera diminuée de 100 millimètres.
Le bandage doit pouvoir supporter trois coups.

DANEMARK

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Les bandages sont en acier Siemens-Martin ou en acier fondu au creuset.
L'essai porte sur un bandage par cinquante ou par coulée.

1° *Bandages en acier Siemens-Martin.*

Essai de choc. — Le bandage est soumis aux coups d'un mouton développant une force vive de 3,000 kilogrammètres. On poursuit l'épreuve jusqu'à déformation du bandage de 15 p. c. du diamètre intérieur primitif.

Essai de traction. — Le bandage ayant été redressé à une chaleur douce, on prélève, dans la partie la moins fatiguée par l'essai au choc, une éprouvette cylindrique qui doit résister à un essai de traction correspondant à

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. $\geqq$ 16 p. c. sur 200 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètre.

2° *Bandages en acier fondu au creuset, martelé et laminé.*

Essai au choc. — Le bandage est soumis aux coups d'un mouton développant une force vive de 3,000 kilogrammètres. On poursuit l'épreuve jusqu'à obtenir une déformation représentée par la formule:

$$E = \frac{P}{100} + \frac{é - 65}{10}.$$

E = déformation pour cent du diamètre primitif intérieur;
D = diamètre du cercle de roulement en millimètres;
e = épaisseur du bandage en millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — On prélève à froid au milieu du bandage redressé à une chaleur douce des éprouvettes cylindriques qui doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à

R. = 70 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. ≧ 14 p. c. sur 200 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètre.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Les bandages sont en acier Siemens-Martin acide. Cet acier ne doit pas prendre la trempe à 300° de chauffage.

On n'utilise que les deux tiers du lingot.

L'essai porte sur un bandage pour vingt-cinq de la même coulée.

Essai de choc. — Le bandage subit six coups d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 10 mètres pour un bandage de 65 millimètres d'épaisseur, cette hauteur est augmentée ou diminuée de 100 millimètres pour chaque millimètre en plus ou en moins.

Essai de traction. — Le bandage ayant été rompu on enlève, dans la partie la moins fatiguée une éprouvette d'essai qui doit donner :

R. = 65 kilogrammes et Al. = 15 à 18 p. c.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Les lingots pour les bandages sont composés d'acier fondu sur sole fabriqué par le procédé Martin-Siemens ou Martin-Pernot.

Le mode de coulée à la poche est seul admis ; le métal versé dans la poche peut provenir soit de la charge d'un four unique, soit des charges de deux ou plusieurs fours que l'on mélange dans cette poche.

Les lingots sont martelés, bigornés et laminés.

Les bandages reconnus parfaitement sains sont tous soumis à un recuit effectué par l'un des deux procédés dits à la volée avec chute de température.

L'acier ne doit pas être assez carburé pour prendre la trempe en le plongeant, à la chaleur du rouge cerise sombre, dans l'eau pure à la température de 20° C.

Le fournisseur est tenu de mouler dans chaque coulée un ou plusieurs lingots qui sont marqués au poinçon du numéro de la coulée ; ces lingots sont chauffés et étirés au marteau en barres carrées dont la section est $^1/_8$ de la section du lingot. Ces barres sont ensuite recuites à la volée au rouge cerise clair ou au rouge orange clair, suivant que l'acier est destiné à la fabrication de bandages de locomotives et tenders ou de bandages de voitures et wagons. Dans les barres ainsi préparées, on découpe à froid les éprouvettes de traction.

On choisit un bandage par lot de vingt-cinq au plus.

Dans le cas où le lot est composé de bandages provenant de plusieurs coulées, le choix du bandage d'essai appartient au contrôleur.

Essai de choc. — On fait tomber de 4.500 mètres un mouton de 600 kilogrammes sur le sommet du bandage placé de champ et reposant sur une enclume de 10,000 kilogrammes reposant elle-même sur un massif de maçonnerie de 1 mètre d'épaisseur et de 3.30 mètres de surface de base.

Le bandage doit supporter un premier choc. Le poids P du mouton pourra être augmenté jusqu'à 1,000 kilogrammes au maximum ; dans ce cas la hauteur H sera réduite de façon que le produit :

$$P \times H = 2{,}700 \text{ kilogrammètres.}$$

Les bandages de 55 à 65 millimètres d'épaisseur doivent supporter, sans se rompre, deux chocs semblables : ceux de 70 à 80 millimètres, trois chocs, et ceux dont l'épaisseur dépasse 80 millimètres, quatre chocs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — Dans la partie du bandage la moins fatiguée par l'épreuve de choc, on découpe un tronçon qui est chauffé et étiré au marteau en une barre carrée dont la section est $^1/_8$ de la section du bandage.

Ces barres sont ensuite recuites à la volée puis on y découpe un barreau dont la section utile est de 500 millimètres carrés environ avec 200 millimètres entre les repères.

Le barreau d'essai doit toujours satisfaire à un essai correspondant à :

R. = 70 à 78 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Essai au choc. — Le bandage est soumis au choc d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 10 mètres.

On donne trois coups pour les bandages de 73 millimètres d'épaisseur et quatre coups pour les bandages de 78 millimètres.

Essai de traction. — Les éprouvettes sont découpées à froid dans les parties les moins fatiguées par l'essai au choc.

Il faut que le métal réponde aux conditions suivantes :

R. = 65 à 70 kilogrammes ;
Al. = 22 à 19 p. c.;
St. = 40 p. c.

On prélève un bandage par coulée pour les essais.

Ouest (5,534 kilomètres).

Les essais portent sur un essieu par coulée et par 40 bandages.

Pour l'essai au choc, on donne quatre coups d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 10 mètres de hauteur.

Pour l'essai de traction, l'éprouvette est prélevée à froid dans la partie la moins fatiguée par l'essai au choc ; elle a 200 millimètres de longueur et 16 millimètres de diamètre. Il faut :

R. = 70 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c. sur 100 millimètres,

comprenant le point de rupture.

Essai de trempe. — La même éprouvette chauffée au rouge sombre et plongée dans l'eau de 10° à 20° ne doit pas prendre la trempe et devra pouvoir être attaquée par une lime douce.

Est (4,833 kilomètres).

On distingue deux qualités d'acier :

1° Pour locomotives à grande vitesse, on emploie un acier qui peut résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 72 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c.;

$$1 = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$$

On essaie un bandage par coulée et on procède d'abord à un essai de choc comprenant six coups d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de dix mètres.

2° L'acier de qualité ordinaire doit satisfaire à :

R. = 52 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

On procède à quatre coups d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 5 mètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nord (3,745 kilomètres).

Les bandages sont soumis à des essais de choc et de traction. On prélève pour ces essais un bandage par coulée et au minimum un bandage par cinquante ou fraction de cinquante bandages.

Les bandages doivent pouvoir supporter, sans aucun indice de rupture, trois coups de mouton de 1,000 kilogrammes tombant d'une hauteur de 4.400 mètres pour les bandages ayant un diamètre égal ou plus petit que 1.500 mètre et tombant de 3.500 mètres, si le diamètre est plus grand que 1.500 mètre.

Sur chaque bandage essayé au choc, il est prélevé une éprouvette de traction dans la partie la moins fatiguée; cette éprouvette est tournée à 15 millimètres de diamètre sur 100 millimètres de longueur utile et doit donner à la rupture une résistance correspondant à :

R. = 65 à 70 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 18 à 16 p. c.

Midi (3,236 kilomètres).

Les bandages seront présentés par lots provenant d'une même coulée contenant au plus trente bandages.

On prélève un bandage sur chaque lot provenant d'une même coulée.

Le bandage alésé de façon que l'épaisseur mesurée au roulement soit de 55 millimètres doit pouvoir être réduit à la presse hydraulique de 17 p. c. de son diamètre primitif.

Les pressions minimums nécessaires pour produire cet aplatissement ne devraient pas être inférieures à celles indiquées dans le tableau ci-dessous.

Si le bandage essayé atteint ou dépasse la pression minimum imposée pour arriver à l'aplatissement de 17 p. c., le bandage aplati est placé sous un mouton de 1,000 kilogrammes, de manière que le grand axe de l'ellipse soit vertical.

Diamètre intérieur des bandages.	Pression minimum nécessaire pour réduire de 17 p. c. le diamètre intérieur primitif du bandage.	Diamètre intérieur des bandages.	Pression minimum nécessaire pour réduire de 17 p. c. le diamètre intérieur primitif du bandage.
0.705	65.500 tonnes.	1.455	34.500 tonnes.
0.895	57.300 —	1.605	30.900 —
1.085	49.200 —	1.983	25.500 —

Ainsi disposé, le bandage recevra trois coups au plus de ce mouton, tombant au premier coup de 10 mètres et, au second coup, de 8 mètres.

La hauteur du troisième coup, s'il est nécessaire, sera telle que, par l'effet des trois chocs réunis, le diamètre suivant lequel s'exercent les chocs soit ramené à n'avoir plus que 83 p. c. du diamètre primitif que présentait ce bandage après son alésage.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Les bandages doivent tous être forgés et laminés.

Les essais portent sur 2 p. c. du lot présenté.

1° *Essai de déformation.* — A la presse hydraulique ou au mouton jusqu'à réduction de un huitième du diamètre intérieur.

Le mouton pèse 1,016 kilogrammes et tombe de 3.050, 4.570, 6.100, 7.600 mètres et ainsi de suite.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Essai de traction.* — Une éprouvette découpée à froid dans le bandage doit pouvoir résister à un effort correspondant à :

R. = 71 à 79 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 à 15 p. c. sur 51 millimètres.

Section de l'éprouvette, 161 millimètres carrés.

3° Le bandage doit résister à des chutes sur une enclume rigide pesan 2,000 kilogrammes. Les hauteurs variables de chutes sont indiquées au tableau ci-dessous :

Observations.	Diamètre intérieur.	89 millimètres et au-dessus.	De 89 à 114 millimètres.	De 114 à 140 millimètres.	De 140 à 165 millimètres	Au-dessus de 165 millimètres.
Après un premier essai le bandage est tourné de 90° pour exécuter un deuxième essai analogue.	Hauteur de chute.	1.520 mètre.	1.220 mètre.	1.060 mètre.	0.910 mètre.	0.760 mètre.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Les bandages sont en acier Siemens.
Les essais portent sur 2 p. c. des bandages présentés.

Essai de déformation. — Cet essai a lieu soit à la presse hydraulique, jusqu'à ce que le diamètre soit diminué de un sixième, soit au choc d'un mouton de une tonne tombant de trois mètres. On augmente, après chaque coup de 1.520 mètre la hauteur de chute jusqu'à obtenir la même déformation que précédemment.

Essai de traction. — Une éprouvette de traction doit donner :

R. = 71 à 79 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 à 10 p. c. sur 101.5 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

Essai de pliage. — Une barre de 25 × 25 × 203 millimètres doit être pliée à angle droit.

Essai d'élargissement. — Un trou de 16 millimètres percé au milieu d'une plaque de 101 × 101 × 19 millimètres est élargi à froid jusqu'à un diamètre de 38 millimètres.

Essai d'analyse. — L'analyse chimique doit accuser au plus 2 p. c. de silicium, 5 p. c. de soufre et phosphore et 5 p. c. de carbone.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Essai de déformation. — Cet essai a lieu à la presse hydraulique, jusqu'à ce que le diamètre intérieur soit diminué de 250 millimètres par mètre.

Essai de traction. — Une éprouvette de traction doit donner :

R. = 72 à 75.5 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

Essai de pliage. — Une bande de 32 millimètres carrés doit être pliée autour d'un mandrin d'un diamètre de 19 millimètres. L'angle de pliage doit atteindre au moins 55°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Essai de déformation. — Le bandage doit pouvoir supporter une extension de diamètre intérieur égale au sixième du diamètre primitif.

Cet essai a lieu à la presse hydraulique et sera poussé jusqu'à la rupture ou l'aplatissement.

Essai de traction. — L'éprouvette doit pouvoir résister à un effort de :

R. = 71 à 75.5 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 25 p. c. sur 51 millimètres.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Essai de déformation. — Un bandage sur cinquante sera comprimé à froid à la presse hydraulique de 51 millimètres par 305 millimètres de diamètre extérieur.

Essai de traction. — Une éprouvette de traction doit résister à un effort correspondant à :

R. = 63 à 70 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 76 millimètres.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Les bandages sont en acier Martin.

On prélève un bandage par coulée pour servir aux essais.

Essai de déformation. — Le bandage est soumis à une déformation de 38 sur 304 millimètres pour des diamètres de 1.066 mètre ou au-dessous; cette déformation est portée à 51 millimètres pour les diamètres supérieurs à 1.066 mètre.

Essai de traction. — Une éprouvette de traction doit fournir :

R. = 72 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 76 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Les bandages sont en acier Siemens.

L'essai porte sur un lot de 50 bandages ou fraction de 50.

Essai de choc. — Le bandage est soumis aux chocs d'un mouton tombant successivement de 4.500, 6.000, 7.500 et 9 mètres jusqu'à la compression du bandage de 51 par 305 millimètres de diamètre intérieur. L'essai sera prolongé jusqu'à la rupture.

La déformation peut encore être obtenue au moyen de la presse hydraulique.

Essai de traction. — Une éprouvette de 20 millimètres de diamètre doit résister à une traction correspondant à :

R. = 71 à 75.5 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 23 à 20 p. c. sur 51 millimètres.

Une bande de 380 millimètres de longueur environ entaillée servira a un essai de texture.

Le délai de garantie est d'une année.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Essai de choc. — Le bandage d'essai doit pouvoir subir une flexion de 51 millimètres pour 304 millimètres de diamètre intérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — Une éprouvette de traction doit pouvoir résister à un effort correspondant à :

R. = 70 à 78 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 à 15 p. c. sur 51 millimètres.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Les bandages sont en acier Martin.

Essai de choc. — Un essai pour cinquante bandages présentés.

Le bandage est soumis à cinq coups de mouton de 1,000 kilogrammes, tombant de 6.100 mètres. Il doit se produire une déformation de 76 millimètres par 305 millimètres du diamètre du bandage.

L'essai est ensuite prolongé jusqu'à la rupture.

On peut substituer la presse hydraulique au mouton.

Essai de traction. — Une éprouvette de traction doit satisfaire aux conditions :

R. = 66 à 70 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 25 p. c. sur 51 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

Furness Railway (274 kilomètres).

Les bandages sont livrés par des fabricants autorisés.

Essai de choc sur un bandage présenté.

Le bandage est soumis au choc d'un mouton de 1,000 kilogrammes, tombant de : 3.040, 4.570, 6.090, 7.610, 9.140 mètres et ainsi de suite, jusqu'à une perte de flèche de 6 p. c. du diamètre intérieur.

Essai de traction. — L'éprouvette de traction est prélevée à froid après l'essai au choc. Il faut que :

R. = 75 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 51 millimètres.

Essai de pliage. — Une bande de 800 millimètres de section doit se laisser plier à froid jusqu'à prendre un angle de 55 degrés.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Les bandages sont en meilleur acier au creuset.

Essai au choc. — On emploie un mouton de 1,000 kilogrammes, tombant pour le premier coup de 1.520 mètre; 2 × 1.520 mètre pour le deuxième; 3 × 1.520 pour le troisième, et ainsi de suite jusqu'à ce que le bandage ait fléchi de 43 millimètres par 300 millimètres de diamètre intérieur.

L'essai est continué jusqu'à la rupture.

Essai de traction. — Une éprouvette de traction doit pouvoir résister à un effort correspondant à :

R. = 70 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 25 p. c.

Isle of Man Railway (56 kilomètres).

Les bandages sont soumis à un essai de traction correspondant à :

R. = 72 à 75.5 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 p. c. sur 51 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Les bandages doivent provenir d'acier sur sole produit à l'aide de fonte hématite.
Les essais ont lieu sur un bandage par lot de cinquante.

Essai de choc. — Le bandage choisi placé verticalement sur une enclume d'un poids de 10,150 kilogrammes au moins doit recevoir, sans se rompre, le choc d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de : 3.050, 4.570, 6.095, 7.610 mètres, et ainsi de suite, jusqu'à une déformation de 1/6 du diamètre extérieur.

Pour les petits bandages de bogies de moins de 914 millimètres de diamètre intérieur, la déformation demandée ne sera que de 1/8 du diamètre intérieur.

Essai de traction. — On découpe à froid dans le bandage essayé au choc des éprouvettes de 20 millimètres de diamètre et de 51 millimètres entre les repères qui doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 72 à 75 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 p. c.;
St. = 25 p. c.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Essai de choc. — Un mouton de 1,000 kilogrammes, tombant de 610 millimètres avec accroissement de 610 millimètres à chaque coup, devra produire une déformation de 1/6 du diamètre intérieur d'un bandage placé de champ sur une enclume massive.

Essai de traction. — Une éprouvette prélevée dans le bandage, ayant servi au choc, doit pouvoir résister à une traction correspondant à :

R. = 75 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 p. c. sur 51 millimètres;
St. = 25 p. c.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Les bandages sont en acier fondu au creuset de première qualité en acier Martin-Siemens ou acier Vickers.

Essai de choc. — Si le lot précité contient plusieurs coulées, on essaie un bandage par coulée, en tout cas un essai par cinquante bandages.

Le bandage doit supporter les chocs d'un mouton tombant de 3.050, 4.570, 6,090, 7.610 mètres et ainsi de suite jusqu'à déformation de 1/8 du diamètre, si celui-ci est inférieur ou égal à 914 millimètres, et 1/6 s'il est supérieur à 914 millimètres.

Essai de traction. — Deux éprouvettes découpées à froid dans la partie la moins fatiguée du bandage, essayé au choc, doivent pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 71 à 80 kilogrammes par millimètre carré,
et à R. = 74 à 82 kilogrammes par millimètre carré pour la marque Vickers.

Dans l'un et l'autre cas :

Al. = 12.5 p. c. sur 51 millimètres.

Section initiale de l'éprouvette, 322.5 millimètres carrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Les bandages sont en acier obtenu par le procédé à sole basique.
L'essai porte sur un bandage par coulée ou par cinquante.

Essai de choc. — Le bandage doit supporter le choc d'un mouton de 1,016 kilogrammes tombant librement de 610 millimètres, puis 2 × 610 et ainsi de suite jusqu'à produire une déformation de 1/6 du diamètre intérieur.

Essai de traction. — L'éprouvette de 322.5 millimètres carrés de section doit pouvoir résister à une traction correspondant à :

R. = 75.5 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 11 p. c.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Les bandages sont en acier Vickers (marque Australia) de meilleure qualité.
Les essais doivent satisfaire aux conditions imposées par les ingénieurs-conseils.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Les bandages en acier au creuset sont essayés au choc et à la traction.

Bandages moteurs :

Essai au choc. — Le bandage d'essai est posé verticalement sur une masse résistante. Il reçoit le choc d'un mouton développant une force vive de 5,000 kilogrammètres.

Le nombre de chocs ne peut pas être inférieur à cinq pour produire une déformation de 18 à 20 p. c. de diamètre intérieur, suivant le type de machine.

Essai de traction. — Dans la partie la moins fatiguée par l'essai au choc, on prélève à froid deux éprouvettes de traction qui doivent fournir une résistance à la rupture d'au moins :

R. = 70 kilogrammes par millimètre carré.

Bandages porteurs :

Pour les bandages des roues porteuses, la déformation à obtenir à l'essai au choc — opérée dans des conditions analogues aux précédentes — est de 25 p. c. du diamètre intérieur.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Les bandages sont en acier fondu Siemens-Martin.
On prélève un bandage d'essai par lot de quarante pièces
Suivant les utilisations des bandages, les cahiers des charges indiquent au constructeur les trois qualités suivantes :

1° *Bandage d'un diamètre supérieur à 1 mètre :*

Essai au choc. — On exige que le bandage d'essai puisse supporter quatorze coups de mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 10 mètres de hauteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — La qualité doit répondre à l'essai.

R. = 68 à 74 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 16 p. c. sur 100 millimètres.

2° *Bandages d'un diamètre supérieur à 1 mètre :*

Essai au choc. — On demande quatre coups d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 6 mètres de hauteur pour obtenir une déformation de 1/8 du diamètre intérieur.

3° *Bandages d'un diamètre inférieur à 1 mètre :*

Pour tous les bandages en général.
Essai au choc. — Comme au secundo.

Essai de traction. — La qualité doit répondre à l'essai :

R. = 65 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 p. c. sur 100 millimètres.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

L'acier doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 60 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 30 p. c.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

L'acier doit pouvoir résister à un essai de traction correspondant à :

R. = 68 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 14 p. c.;
Al. × R. = 1,000.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Pour les bandages :

R. = 65 kilogrammes;
Al. = 15 p. c.

Essai au choc. — PH = 3,000 kilogrammes.
Cinq coups de mouton.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XX.

Résumé des conditions de réception des bandages de locomotives.

COMPAGNIES.	Nature du métal.	Proportion des essais.	Essais au choc.					Essais à la traction.					Autres essais. — Observations.
			Presse ou poids P k du mouton.	Hauteur H m de chute.	P. H. kilog.	Nombre de coups.	Compression. Déformation. D = diamètre initial, e = épaisseur, l = longueur.	Emplacement de l'essai.	R. Charge en kilogrammes par millim. carré.	A. Allongement, pour cent.	St. Striction, pour cent.	Dimensions. L. Millimètres.	Dimensions. S. Millim. carrés.	
Central Argentine Railway	Martin acide.	1 par coulée.	1,000	3.04 *	...	...	0.166 h.	Roulement.	79	12	...	51	...	* 61 centimètres d'augmentation à chaque coup.
Chemins de fer de l'État autrichien	Creuset.	...	...	...	3,060	...	$\frac{D}{100} - \frac{e-6}{h}$	...	60 à 85	...	...	240	314	
— —	Bessemer ou Martin	...	...	...	3,000	...	0.120 h.	Morceau dressé à chaud.	50 à 65	...	...	240	314	
Société austro-hongroise privilégiée	Martin.	1 par 100	500	6	...	4	...	— —	60	...	35	...	500	
— —	Creuset.	—	500	6	...	6	...	— —	70	...	25	...	...	
Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien	—	...	...	...	3,000	...	0.120 h.	...	65	...	35	...	...	
— —	Martin.	...	...	...	...	...	...	...	60 à 70	...	...	...	...	Essai de pliage.
— de l'État hongrois	Creuset.	1 par 50	...	...	3,000	...	0.120 h.	...	60	...	...	240	...	
— de l'État belge	Acier au carbone.	...	...	...	*	3	0.140 h. (Au deuxième c	...	...	...	...	...	...	* PH = 0.01257 be^2.
Chemins de fer vicinaux belges	Martin.	1 par 50	1,000	4.50	...	3	0.125 h. (Au deuxième c	...	...	...	...	...	...	
— de l'État danois	—	—	...	...	3,000	...	0.150 h.	Morceau dressé à chaud.	50	16	...	200	314	
— —	Creuset.	—	...	...	3,000	...	$\frac{D}{100} + \frac{e-6}{h}$	— —	70	14	...	200	314	
— de l'État français	Martin acide.	1 par 25	1,000	10.00	...	6	...	Partie la moins fatiguée.	65	15 à 18	...	...	...	
Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée	Martin.	—	600	4.50	...	2 ou 4	Suivant épaiss	Barreau forgé.	70 à 78	15	...	$L = \sqrt{80}\,S.$		
— de Paris à Orléans	—	1 par coulée.	1,000	10	...	3 ou 4	— —	Partie la moins fatiguée.	65 à 70	22 à 19	40	$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$		
— de l'Ouest français	—	—	1,000	10	...	4	...	— —	70	15	...	100	200	
— de l'Est français	—	—	1,000	10	...	6	...	— —	72	15	...	$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$		
— —	—	—	1,000	5	...	4	...	— —	52	20	...	$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$		
— du Nord français	—	—	1,000	4.40	...	3	...	— —	65 à 70	18 à 16	...	100	175	Diamètre inférieur à 1.50 mètre.
— —	—	—	1,000	3.50	...	3	0.170 F.	— —	65 à 70	18 à 16	...	100	175	— supérieur à 1.50 —
— du Midi français	—	—	Presse.	...	...	...	0.120 h.	...	...	...	...	...	...	* Redressé au mouton. (*Voir* détails.)
Great Western Railway	Acier.	1 par 50	— *	...	...	...	0 166 h.	...	71 à 79	20 à 15	...	51	161	* Ou mouton. (*Voir* détails.)
North Eastern Railway	Siemens.	—	— *	...	...	...	0.250 h.	...	71 à 79	15 à 16	...	101	314	* — —
Midland Railway	Acier.	...	—	...	...	...		...	72 à 75.5	20	...	...	...	Élargissement. Analyse. Essai de pliage.

TABLEAU XX.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Nature du métal.	Proportion des essais.	Essais au choc. Presse ou poids Pk du mouton.	Hauteur H^m de chute.	P. H. kilog.	Nombre de coups.	Compression. Déformation. D = diamètre h = épaisseur. l = largeur.
Caledonian Railway	Acier.	1 par 50	Presse.	...	...	...	Extension, 0.16 D.
Great Eastern Railway	—	—	—	...	...	...	0.166 D.
Lancashire & Yorkshire Railway	Martin.	1 par coulée.	—	...	...	...	0.125 à 0.166 D.
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	Siemens.	1 par 50	— *	...	...	...	0.166 D.
Midland Great Western of Ireland Railway	Acier.	...	—	...	...	...	0.166 D.
Great North of Scotland Railway	Martin.	1 par 50	1,000 *	6.10	...	5	0.250 D.
Furness Railway	Acier.	1 par 40	1,000	3.04 4.57 6.09	...	...	0.060 D.
London, Tilbury & Southend Railway	Creuset.	...	1,000	1.52 2 × 1.52 3 × 1.52	...	...	0.143 D.
Isle of Man Railway	Acier.	...	...	...	...	...	...
New South Wales Government Railway	Martin.	1 par 50	1,000	3.05 4.37 6.09	...	...	0.166 D.
New Zealand Government Railway	Acier.	...	1,000	0.610 0.610 × 2 0.610 × 3	...	...	0.166 D.
South Australia Government Railway	Martin	1 par 50	1,000	3.05 4.57 6.09	...	...	0.120 D.
— —	ou Vickers.	—	1,000	3.05 4.57 6.09	...	...	0.120 D.
Western Australia Government Railway	Martin.	—	1,000	0.61 0.61 × 2 0.61 × 3	...	...	0.166 D.
Natal Government Railway	Vickers.	...	...	...	...	...	...
Réseau de l'Adriatique (Italie)	Creuset.	...	...	...	5,000	5	0.18 à 0.25 D.
— —	—	...	...	...	...	...	0.35 D.
Chemins de fer de l'État néerlandais	Martin.	1 par 40	1,000	10	...	14	...
— —	—	—	1,000	6	...	4	0.125 D.
— —	—	—	1,000	6	...	4	0.125 D.
Chemin de fer Central néerlandais	Acier.	...	...	...	...	...	...
Central suisse	—	...	...	...	...	...	...
Gothard	...	...	...	...	3,000	5	...

Essais à la traction. Déplacement de l'essai.	R. Charge en kilogrammes par millim. carré.	A. Allongement, pour cent.	St. Striction, pour cent.	Dimensions. L. Millimètres.	Dimensions. S. Millim. carrés.	Autres essais. — Observations.
...	71 à 75.5	25	...	51	...	
...	63 à 70	20	...	76	...	
...	72	20	...	76	314	* Suivant diamètre.
...	71 à 75.5	23 à 20	...	51	314	* Ou mouton. (*Voir* détails.)
...	70 à 78	20 à 15	...	51	...	
...	66 à 70	25	...	51	314	* Ou à la presse.
...	75	20	...	51	...	Essai de pliage.
...	70	25	...	...	...	
...	72 à 75	15	...	51	...	
...	72 à 78	15	25	51	314	
...	75	15	25	51	...	
...	71 à 80	12.5	...	51	...	
...	74 à 82	12.5	...	51	322	
...	75.5	11	...	51	322	
...	...	...	...	...	...	
Série la moins fatiguée.	70	...	...	...	...	Bandages moteurs.
...	...	...	...	...	...	— porteurs.
...	68 à 74	16	...	100	...	Supérieur à 1 mètre de D
...	...	...	...	...	...	Inférieur à 1 — —
...	65	15	...	...	...	— à 1 — —
...	60	...	30	...	...	
...	68	14	A × R = 1,000	...	...	
...	...	...	...	...	...	

ANNEXE XIX.

—

Emploi de l'acier moulé.

Questionnaire.

—

t) Faites-vous usage, dans la construction des locomotives, de l'acier moulé, c'est-à-dire (pour bien préciser) des pièces en acier obtenues directement par voie de moulage sous leur forme d'emploi et non des pièces transformées plus ou moins complètement en acier par la décarburation après moulage ?

u) Quelles sont les considérations qui vous ont conduit à employer l'acier moulé de préférence dans certains cas?

L'employez-vous pour les centres de roues ?

v) Avez-vous essayé l'acier moulé pour les cylindres à vapeur et pour les appareils supportant une pression intérieure ?

x) Imposez-vous un procédé de fabrication dans le but de diminuer les soufflures ?

y) Quelles sont les conditions d'essai que vous imposez pour l'acier moulé ? (Prière de joindre un exemplaire du cahier des charges.)

z) Avez-vous essayé les divers moyens connus pour découvrir les soufflures cachées ?

Détermination de la densité.

Sondage au marteau ou mécanique.

Emploi de l'appareil du commandant de Place par l'électricité.

Applications des rayons Roentgen.

Réponses.

—

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Central Argentine Railway (1,271 kilomètres).

t) On fait usage de l'acier moulé.

u) L'emploi de l'acier moulé offre l'avantage de réduire le poids des pièces tout en offrant une grande résistance.

L'acier moulé est employé pour les centres de roues.

v) Il n'entre pas dans la fabrication des cylindres à vapeur ni des appareils supportant une pression intérieure.

y) Pour se rendre compte des défauts, on les sonde au marteau à main.

x) On n'impose pas de procédé de fabrication ayant pour but de diminuer les soufflures.

z) On n'emploie pas de moyens particuliers pour découvrir les soufflures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État (9,288 kilomètres).

t) L'acier moulé est employé dans la construction des locomotives.
u) A cause de sa qualité supérieure.
On l'emploie pour les centres de roues.
v) On ne l'a pas essayé pour les cylindres à vapeur.
x) On n'impose aucun procédé de fabrication ayant pour but de diminuer les soufflures.
y) Comme condition on demande les dimensions des éprouvettes répondant à la formule :

$$L = 11.3 \times \sqrt{S},$$

à la traction sur témoins :

Acier fondu prenant la trempe. . . .	R. = 50 kilogrammes.	Al. = 12 p. c.
Fer fondu ne prenant pas la trempe . .	R. = 40 à 50 kilog.	Al. = 15 p. c.

Toutes les roues de locomotives doivent être essayées au choc; la roue doit tomber sur un rail de façon à produire 300 à 500 kilogrammètres. (Produit du poids de la roue par la hauteur de chute.)
On exécute deux chutes à 90°.
z) Il n'est pas fait usage de moyens pour découvrir les soufflures cachées, pour déterminer la densité.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

t) L'acier moulé entre dans la construction des roues de tenders, crosses de pistons, pistons, glissières de mécanisme et boites d'essieux.
u) La préférence a été donnée à l'acier moulé parce que, par sa nature, il donne pleine satisfaction et aussi parce que les pièces obtenues avec ce métal coûtent moins cher que celles forgées, la main-d'œuvre étant simplifiée. Enfin il y a moins de déchets de matière.
Pour les roues on emploie l'acier Martin.
z) On sonde les moulages au marteau.
x) On n'impose aucun procédé de fabrication ayant pour but de diminuer les soufflures.
y) On n'a pas employé l'acier moulé pour les appareils supportant une pression intérieure.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

t) L'acier moulé est employé dans la construction des locomotives, en donnant aux pièces directement la forme définitive.
u) On y a été conduit par les raisons suivantes : résistance plus grande, fabrication plus facile. Les prix sont d'ailleurs sensiblement les mêmes.
t) On n'a pas employé l'acier moulé pour les cylindres à vapeur, ni pour les pièces se rapportant aux pressions intérieures.
x) Il n'est pas imposé de procédé de fabrication dans le but de diminuer les soufflures.
y) L'acier moulé n'est soumis qu'à des essais de résistance à la traction :

R. = 40 kilogrammes et St. = 30 p. c.

z) Il n'est pas fait usage de moyens pour découvrir les soufflures.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

t) Pour la construction des nouvelles locomotives il est fait usage de l'acier moulé pour les centres de roues, les entretoises et les couvercles des coulisses, les engrenages du chronotachymètre les brides des ressorts des roues porteuses, les pistons, les boites d'essieux et les glissières, les boisseaux des tampons, les calottes et les valves d'échappement, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

u) On y a été conduit par les considérations suivantes :
Résistance supérieure à celle de la fonte, travail moins coûteux qu'avec le fer forgé.
On l'emploie pour les centres des roues.
v) On n'a pas employé l'acier moulé pour les cylindres à vapeur ou autres appareils supportant une pression intérieure.
x) Il n'est pas imposé de procédé de fabrication dans le but de diminuer les soufflures.
y) Les conditions demandées pour l'acier moulé sont à la traction :

R. = 43 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c. sur 200 millimètres.

z) Il n'est pas fait usage de moyens pour découvrir les soufflures.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

t) L'acier moulé sert dans les nouvelles locomotives pour la confection des pistons, des crosses de pistons, des presse-étoupes, des supports de glissières, des boîtes d'essieux, des glissières de boîtes, des centres de roues motrices et accouplées, ainsi que des roues porteuses, du pivot de bague, etc.
Dans les anciennes locomotives, les pistons, les crosses et les centres étaient en acier fondu.
u) On a été conduit à préférer l'acier moulé à cause de sa résistance et de sa ténacité, de son homogénéité et absence de soufflures, enfin de la simplification de la main-d'œuvre.
On l'emploie pour les centres de roues.
v) On n'a pas fait usage de l'acier moulé pour les cylindres à vapeur et pour les appareils supportant une pression intérieure.
x) On n'emploie pas de procédé de fabrication dans le but de diminuer les soufflures.
z) Il n'est pas fait usage des moyens connus pour découvrir les soufflures des pièces en acier moulé.
y) Les conditions d'essai imposées pour l'acier moulé sont :
Comme essai de traction :

R. = 36 à 45 kilogrammes ; St. = 50 p. c. ; Al. = 20 p. c.

Comme essais au choc, le centre de roue tout entier est essayé à deux chutes telles que la force vive développée est de 300 kilogrammètres et 500 kilogrammètres la roue tombant sur la jante.
Pour le moyeu on utilise le mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 1, 1.50, 2, 2.50 et 3 mètres.
Pour la jante, les chutes sont de 2, 3 et 3.50 mètres.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

t et *u*) L'acier moulé est utilisé pour les centres de roues.
La préférence a été donnée à l'acier moulé par des raisons d'économie.
v) On n'a pas employé l'acier moulé pour les appareils supportant une pression intérieure et pour les cylindres à vapeur.
x) On n'impose pas de procédé de fabrication ayant pour but de diminuer les soufflures.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

t) L'acier moulé sert pour la construction des contre-plaques, des appuis de crochet de traction, des entretoises des coulisses, des fourreaux, des tiges de tiroir, des leviers doubles de commande de jette-feu, des poulies d'excentrique, des supports des sommiers de grilles, des supports de coulisses, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, les boîtes d'essieux extérieures et les guides de ces boîtes doivent être confectionnés en acier moulé satisfaisant aux conditions de réception.

u) L'acier moulé est autorisé parce que son emploi ne présente aucun inconvénient et qu'il en résulte une diminution de prix de main-d'œuvre.

On a employé, à titre d'essai, de l'acier moulé pour la confection des centres de roues.

v) Il n'est pas employé pour les cylindres à vapeur et pour les appareils supportant une pression intérieure.

x) On n'impose pas de procédé de fabrication dans le but de diminuer les soufflures.

y) Comme essais de traction, les conditions imposées pour l'acier moulé :

R. = 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 10 p. c. sur 200 millimètres entre repères.

On reçoit les pistons avec leurs rainures de segments terminées, afin de découvrir les soufflures. Les boîtes d'essieux sont également usitées en certaines parties.

On n'a pas fait usage des moyens connus pour découvrir les soufflures.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

t) L'acier moulé est employé dans la construction des locomotives.

u) On en fait usage, à titre d'essai, pour les centres de roues de cinq locomotives.

v) Il n'est pas employé pour les cylindres à vapeur et pour les appareils supportant une pression intérieure.

x) On n'impose pas de procédé de fabrication, dans le but de diminuer les soufflures.

y) Pour les boîtes de locomotives en acier moulé, les essais portent sur une boîte par lot de cinquante ; on casse au pilon et l'on examine les cassures qui doivent être saines.

Comme essais de traction, on demande :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c.

Comme essai au choc, on prend un barreau carré de 30 × 30 millimètres, mouton de 50 kilogrammes; distance des appuis, 150 millimètres.

Un coup de 1.50 mètre de hauteur sans rupture.

z) On n'a pas fait usage de moyens spéciaux pour découvrir les soufflures.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,669 kilomètres).

L'acier moulé est employé pour les centres de roues, les boîtes d'essieux, les traverses et quelques autres pièces.

L'acier moulé offre une grande résistance ainsi qu'une économie dans son emploi.

Les cylindres, les appareils supportant une pression intérieure n'ont pas encore été exécutés en acier moulé.

Il n'est imposé aucune condition de fabrication ni de réception.

L'emploi des méthodes indiquées pour découvrir les soufflures n'a pas été essayé.

ESPAGNE.

Chemin de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (293 kilomètres).

t) On ne fait pas usage de l'acier moulé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

t et *u*) L'acier moulé a été employé jusqu'ici.

On remplace la fonte par de l'acier moulé, dans le but de donner aux pièces une plus grande résistance.

v) On n'en a pas fait usage pour les centres de roues.

On n'a pas essayé l'acier moulé pour les cylindres à vapeur et les appareils supportant une pression intérieure.

x) Il n'est rien proposé comme procédé propre à diminuer les soufflures.

y) Comme conditions de traction :

R. = 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 10 p. c. sur 100 millimètres.

z) Il n'est pas fait usage de moyens propres à découvrir les soufflures.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

t et *u*) L'acier moulé a été employé soit en remplacement de la fonte, pour avoir plus de résistance, soit en remplacement de pièces assemblées en tôles et cornières, pour éviter les dislocations fréquentes de ce genre de pièces.

Il n'en a pas été fait usage pour les centres de roues.

v) On n'a pas essayé l'acier moulé pour les cylindres à vapeur.

x) On exige que les matières premières soient d'origine connue et autorisée.

On impose que l'acier soit préparé au creuset ou four Martin ; que la coulée ait lieu par l'intermédiaire d'une poche de coulée ; que le recuit soit opéré avec une chute de température ou refroidissement.

y) Conditions de réception :

Essais au choc. — Barreaux, de 30 × 30 millimètres ; distance des appuis, 160 millimètres ; mouton, de 18 kilogrammes tombant de 50 en 50 millimètres à partir de 1 mètre. Les barreaux ne doivent pas se rompre avant le onzième coup ou à 1.500 mètre.

Essais à la traction. — Résistance, 45 kilogrammes au moins et 65 kilogrammes au plus avec 10 p. c. d'allongement.

L'éprouvette doit répondre à la relation :

$$L = \sqrt{80}\ S.$$

Les essais sont prélevés sur des témoins attenant aux pièces ou dans un petit lingot coulé en même temps et de la même manière.

z) Il n'est pas fait usage de moyens spéciaux destinés à découvrir les soufflures.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

t) On utilise l'acier moulé dans beaucoup de pièces de locomotives en remplacement d'anciennes pièces en fonte.

u) L'acier moulé fournit une sécurité supérieure à la fonte.

Pour essais, on a exécuté en acier moulé des centres de roues motrices et accouplées de grands diamètres. Les vingt premières roues en acier moulé commandées ont été placées sur les locomotives en 1890 et 1894.

Les résultats des essais à la traction ont été en moyenne de :

R. = 54 kilogrammes par millimètre à la rupture ;
Al. = 12 p. c. ;
St. = 12.8 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les essais au choc ont été faits sur des barreaux carrés de 30 × 30 millimètres de section, sur 160 millimètres entre les appuis et un mouton de 18 kilogrammes. Les chutes du mouton ont été croissantes de 50 en 50 millimètres et commençant à 1 mètre. Ces barreaux n'ont pas reçu moins de treize coups de mouton avant rupture, la hauteur finale atteignait 4 mètres. Après dix ans, ces centres en acier moulé n'ont donné lieu à aucune observation. L'essai a été considéré comme concluant, et d'autres commandes de centres en acier moulé ont été données depuis.

v) En 1896, on a placé, pour essai, des cylindres en acier moulé sur quatre locomotives. Ces cylindres, tenus en observation spéciale depuis cette date, n'ont donné lieu à aucune remarque particulière. La durée de cet essai n'est pas considérée comme suffisante pour permettre de décider l'adoption de l'acier moulé pour les cylindres de locomotives.

Aux essais, le métal des cylindres a donné les résultats moyens ci-dessous :

R. = 68.6 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 13.9 p. c.;
St. = 25.6 p. c.

Au choc sur barreaux carrés préparés, celui qui a résisté le moins avait supporté dix coups de mouton avant rupture.

x) On n'impose aucun procédé particulier, on demande seulement une inclinaison de 20 centimètres par mètre pour mouler les barreaux d'essai.

y) Les barreaux d'essai doivent, autant que possible, faire corps avec les pièces elles-mêmes. S'ils sont coulés en châssis séparés, le remplissage de ces moules doit se faire vers le milieu de la coulée si possible.

Épreuves au choc. — Mouton de 18 kilogrammes; barreaux de 30 × 30 millimètres; longueur, 200 millimètres; espacement des points d'appui, 160 millimètres. Le premier choc du mouton proviendra d'une chute de 500 millimètres et sera continué jusqu'à rupture en augmentant, à chaque coup, la hauteur de chute de 50 jusqu'à 800 millimètres; puis de 100 millimètres jusqu'à 1.20 mètre; puis de 500 millimètres jusqu'à 1.20 mètre, puis de 500 millimètres jusqu'à la hauteur utile maximum de la machine. Ainsi compté, l'acier doit supporter trois coups sans rupture pour la première catégorie, onze coups pour la deuxième et quinze coups pour la troisième.

Épreuves de traction.

DÉSIGNATION.	Allongement pour cent.	Striction pour cent.	Charge de rupture.
Première catégorie	1 à 2	1	35
Deuxième catégorie	10	25	45
Troisième catégorie.	20	35	50

z) Il n'est pas fait usage de moyens spéciaux pour découvrir les soufflures.

Chemin de fer de l'Ouest (5,534 kilomètres).

t) Depuis plusieurs années, on fait usage de pièces en acier moulé, notamment pour les corps de boîtes d'essieux, les glissières de boîtes, les supports et entretoises de forme compliquée, caissonnements ou entretoises des cylindres, bâtis de changement de marche, pivots, crapaudines et guides pour bogies, etc.

u) Les pièces en acier moulé ont remplacé avantageusement certaines pièces en fonte qui manquaient de résistance et d'autres en fer de forme compliquée.

Les centres de roues sont en fer forgé.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

v) Il n'a pas été fait usage, pour les cylindres à vapeur, de l'acier moulé qui a été toutefois employé pour les couvercles de boîtes à vapeur.

x) Il n'est pas imposé de procédé de fabrication dans le but de diminuer les soufflures.

y) On emploie de l'acier moulé de deux duretés différentes, suivant la fatigue des pièces :

1° Acier moulé demi dur (42 kilogrammes = R., 12 p. c. = Al.) ;

2° Acier moulé dur (50 kilogrammes = R., 8 p. c. = Al.).

On fait exécuter un essai de choc et un essai de pliage à froid.

Les barreaux d'essai, bruts de fonderie, auront 200 millimètres de longueur et une section de 30 millimètres de côté. Ils sont placés horizontalement sur deux couteaux espacés de 160 millimètres et supportant les chocs d'un mouton de 18 kilogrammes tombant d'une hauteur initiale de 600 millimètres, laquelle hauteur devra être augmentée progressivement jusqu'à la rupture de 50 millimètres au plus à chaque coup et de 500 millimètres au plus au-dessus de 1.20 mètre.

Les barreaux d'acier moulé dur ne doivent pas céder avant d'avoir atteint la hauteur de 1.950 mètre et l'acier mi-dur 1.20 mètre.

Essai de pliage. — Les barrettes d'essai auront 250 millimètres de longueur et 40 millimètres de largeur ; elles seront découpées à froid dans les pièces elles-mêmes ou dans les barreaux moulés.

Ces barrettes doivent pouvoir être pliées à 180° sur un mandrin circulaire dont le diamètre est égal à quatre fois l'épaisseur pour l'acier moulé dur, et à bloc sans mandrin pour l'acier moulé demi dur.

z) Il n'est pas fait usage de moyens spéciaux pour découvrir les soufflures.

Est (4,833 kilomètres).

t) On emploie depuis vingt ans l'acier moulé qui d'abord limité aux petites pièces, a été étendu à des pièces plus importantes.

u) Des considérations d'ordre économique ont conduit à l'emploi de l'acier moulé. Parfois, cependant, l'acier moulé a été employé pour remplacer la fonte qui donnait lieu à des ruptures en service.

L'acier moulé permet d'obtenir, pour les constructions neuves, des pièces de formes très compliquées quoique bien appropriées aux besoins, et cela sans difficulté pour le constructeur.

Ces pièces sont très résistantes et relativement peu coûteuses, par exemple les caissonnements de châssis.

En outre, un essai a porté sur 220 centres de roues, savoir : 108 centres de roues motrices et accouplées de 1.590 mètre de diamètre ; 112 centres de 1.080 mètre pour tenders de 13 mètres cubes.

Comme qualité, l'acier doit répondre aux essais demandés pour les pièces en acier moulé de la deuxième catégorie.

v) Il n'a pas été fait usage de l'acier moulé pour les cylindres à vapeur.

x) Aucune pratique spéciale n'est imposée en vue de diminuer les soufflures.

Première catégorie . . . R. = 35 kilogrammes. Al. = 3 p. c. $L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S$

cette catégorie n'est pas soumise à des essais de choc.

Deuxième catégorie . . . R. = 45 kilogrammes. Al. = 12 p. c. $L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$

Essai de choc. — Mouton de 18 kilogrammes tombant de 50 en 50 centimètres à partir de 1 mètre sur des barreaux de 30 × 30 × 200 millimètres.

Les appuis sont écartés de 160 millimètres.

Aucun barreau reconnu sain ne doit se rompre sous la hauteur initiale de 1 mètre et la moitié au moins des barreaux ne doit se rompre avant que la hauteur de chute ait atteint 1.50 mètre.

z) Il n'est pas fait usage de moyens connus pour découvrir les soufflures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nord (3,745 kilomètres).

t) Les résultats obtenus à titre d'essai ayant été satisfaisants, on pense étendre l'emploi de l'acier moulé.

Une machine à quatre essieux accouplés a été munie, en 1895, de boîtes d'essieux, de colliers d'excentriques, de flasques de coulisse, de crosses de pistons, de glissières de pistons, de supports de glissières, de tiges de suspension et de l'arbre de balanciers ; toutes ces pièces étant en acier moulé.

Sur les machines compound en construction, les caissonnements des cylindres de haute pression entretoisant les longerons sont aussi en acier moulé.

Il a été appliqué sur un certain nombre de machines des crosses de pistons, des boîtes d'essieux, des grandes chevilles d'attelage en acier moulé.

u) On a été conduit à l'emploi de l'acier moulé par une considération d'ordre économique et d'ordre technique, par suite de la résistance plus grande de l'acier moulé par rapport à la fonte.

Enfin, malgré l'absence de cémentation, les pièces de mécanisme en acier moulé s'usent peu.

Il n'a été fait, jusqu'à ce jour, qu'une seule application de roues à rais en acier moulé.

v) Il n'est pas fait usage de l'acier moulé pour les cylindres à vapeur et les appareils supportant une pression intérieure.

x) Aucun procédé en vue de diminuer les soufflures n'est imposé.

y) *Essai de traction.* — Il n'est pas imposé de condition de reception, sauf pour les locomotives compound et à titre d'essai.

R. = 45 à 50 killogrammes par millimètre carré ;
Al. = 22 à 13 p. c.

A l'essai au choc, des barreaux à section carrée de 30 × 30 supportant plus de dix coups de mouton de 18 kilogrammes tombant de 1 à 1.50 mètre, l'écartement des appuis étant de 160 millimètres.

z) On n'utilise aucun des moyens connus pour découvrir les soufflures cachées, ni la détermination de la densité ou autres moyens indiqués.

Midi (3,236 kilomètres).

t) Peu de pièces sont en acier moulé, mais on compte en étendre l'emploi : l'entretoise des cylindres, le support de pompe de frein ont été faits en acier moulé.

u) On est conduit à l'emploi de l'acier moulé par des considérations d'ordre technique : diminution du poids des pièces, augmentation de résistance et de rigidité.

Il n'a pas été fait usage de l'acier moulé pour les centres de roues.

v) Il n'a pas été fait usage de l'acier moulé pour les cylindres, etc.

y) *Essai de traction.* — Les conditions imposées pour vérifier la qualité sont :

R. = 45 à 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c. sur 200 millimètres.

x) On n'impose aucune condition spéciale de fabrication en vue de diminuer les soufflures.

z) Le sondage au marteau seulement est appliqué.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

t) On fait usage de l'acier moulé pour les supports de tôles, les fourches, les couvercles qui sont facilement exécutés dans les moules suivant les usages.

u) On emploie également l'acier moulé pour les centres de roues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

v) On n'a pas essayé l'acier moulé pour les cylindres à vapeur et les appareils supportant une pression intérieure.

x) On n'impose rien en vue de diminuer les soufflures.

y) Les aciers moulés sont classés en cinq qualités dont les essais ont l'importance suivante :

Classe A : un essai de traction et un essai de pliage par coulée;
— B : un essai de traction, un essai de pliage par chaque coulée et un essai de pliage par pièce;
— C : un essai de traction et un essai de pliage pour chaque pièce;
— D : un essai de traction et un pliage par pièce, plus un essai individuel de choc indiqué ci-dessus;
— E : un essai de traction et un pliage pour chaque pièce, plus 2 p. c. devront être brisés pour essai.

L'essai à la traction s'opère sur une éprouvette de 50.8 millimètres de longueur utile et de 20 millimètres de diamètres, et doit fournir 44 à 53 kilogrammes par millimètre carré avec un allongement de 20 p. c

Essai de pliage. — La barre doit être tournée à 25.4 millimètres de diamètre et 228.6 millimètres de longueur utile et doit résister à un pliage à 90° sur un mandrin de 25.4 millimètres de rayon. L'essai doit être continué jusqu'au contact des deux bouts de la barre.

Quand les centres sont essayés au choc, ils tombent dans la position du roulement sur un bloc de 5 tonnes solidement empaté. Les hauteurs de chutes sont :

3.047 à 4.570 mètres, puis tournées d'un cadrant, les chutes sont répétées comme précédemment. Le centre ne doit pas se briser à cet essai qui sera ensuite prolongé jusqu'à rupture ou doublure, en augmentant de 1.523 en 1,523 mètre chaque chute successive.

z) Il n'est pas fait usage des divers moyens connus pour découvrir les soufflures; on se guide uniquement par le sondage au marteau.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

t) On emploie l'acier moulé pour les roues, les glissières, les frettes, les supports de marchepieds, les centres de bogies, les boisseaux de tampons et les tampons.

u) L'acier moulé rend le matériel plus léger, bien plus solide. Il est suffisamment ductile pour résister aux chocs importants. Comme il a été dit, l'acier moulé est employé pour les centres de roues.

v) Il n'est pas fait usage de l'acier moulé pour les cylindres à vapeur.

x) On n'impose pas de procédé de fabrication, mais on a recours généralement pour les moulages à l'acier Martin-Siemens et parfois à l'acier au creuset.

y) *Essai de traction.* — Tous les aciers moulés doivent satisfaire aux essais suivants :

R. = 44 à 55 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 à 20 p. c. sur 101 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

Pliage. — Une barre ronde de 25.4 × 203.9 millimètres de longueur doit pouvoir être pliée à 90°.

Pour les centres de roues en acier Siemens, des témoins de 254 × 101 × 51 doivent être laissés sur tous les moulages.

2 p. c. des roues subissent l'essai au choc consistant à laisser tomber la roue de 254 millimètres sur un sommier en acier, et d'augmenter de 127 millimètres la hauteur de chute à chaque coup jusqu'à rupture.

Le centre ne doit pas se rompre avant le deuxième coup. On s'assure des soufflures par le sondage à la main.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

z) Il n'est pas fait usage de moyens spéciaux pour découvrir les soufflures.

North British Railway 2,144 kilomètres).

t et *u*) On utilise l'acier moulé ponr les centres de roues et les cylindres de frein.
v) On ne l'a pas essayé pour les cylindres à vapeur.
x) On n'impose pas de procédé de fabrication.
z) Il n'est pas fait usage de moyens spéciaux pour découvrir les soufflures.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

t) On emploie l'acier moulé bien recuit à haute température.
u) On a été conduit à cet emploi par des considérations d'ordre techniqre : résistance supérieure spécialement pour le corps de roues.
v) Il n'est pas fait usage de l'acier moulé pour les cylindres à vapeur.
y) Une certaine proportion de pièces sont rompues pour cent à titre d'essai.
Les pièces doivent être parfaitement saines et exemptes de soufflures ou autres défauts.

Essai de traction. — L'essai doit répondre à :

R. = 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

Les moulages doivent être recuits à une haute température.
z) Il n'est pas fait usage des divers moyens connus pour découvrir les soufflures.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé parce qu'il est plus résistant et plus durable.
Les centres de roues sont en acier moulé.
v) Il n'est pas fait usage d'acier moulé pour les cylindres à vapeur et pour les appareils supportant une pression intérieure.
y) On exige que les pièces soient recuites, parfaitement homogènes, sans soufflures ou autres défauts.
L'acier moulé pour roues ne doit pas avoir une résistance supérieure à 50 kilogrammes par millimètre carré.
z) Il n'est pas fait usage des divers moyens connus pour découvrir les soufflures.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

t) L'acier moulé a été substitué à la fonte dans les sabots de frein, les crosses de pistons, les supports de ressorts et guides de boîtes d'essieux.
u) A une plus grande sécurité en service, l'acier moulé joint une plus grande résistance, d'où réduction du poids des pièces, c'est-à-dire du prix de revient.
L'acier moulé sert encore pour les fermes, les supports de glissières, les centres de roues, les crosses de pistons, etc.
v) Il n'a pas été employé pour les cylindres à vapeur.
x) On n'impose aucun procédé de fabrication.
Il faut que cet acier soit à grain fin, homogène, exempt de soufflures ou autres défauts ; il doit être recuit et refroidi convenablement.
y) Les essais sont laissés au choix de l'inspecteur.
z) Les divers moyens connus pour découvrir les soufflures ne sont pas employés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

t et *u*). On fait usage de l'acier moulé qui joint la résistance à l'économie.
v) On ne l'emploie pas pour les cylindres à vapeur.
x) On n'impose aucune condition spéciale en vue de diminuer les soufflures.
z) Il n'a pas été fait usage des différents moyens connus pour découvrir les soufflures.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

t) On fait usage de l'acier moulé.
v) On n'a pas fait d'essai pour les cylindres.
z) On n'applique pas de méthode spéciale pour découvrir les soufflures sauf l'emploi du marteau.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

t et *u*) On fait usage de l'acier moulé parce qu'il revient moins cher et qu'il est plus résistant.
v) Il est employé pour les centres de roues.
On n'en a pas fait l'essai pour les cylindres.
Le siège du trou d'homme est en acier moulé.
y) En général, tous les moulages seront recuits entièrement. Les essais ont lieu par coulée.
En particulier, pour les centres de roues, un essai de sondage au marteau sous toute la surface des centres.
Les centres sont garantis pour douze mois.

Essai de choc des centres. — Le centre tombe d'une hauteur de 3, 4.50, 6, 7.50 et 9.15 mètres.
Aucun défaut ne doit se produire à 4.50 mètres.

Essai de traction.

R. = 44 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 51 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.
z) Il n'est pas fait usage des autres moyens connus pour découvrir les soufflures.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé parce qu'il permet d'obtenir des formes plus avantageuses avec moins de poids.
Les centres de roues sont en acier moulé.
v) On n'en a pas fait l'essai pour les cylindres à vapeur.
x) Il n'est pas fait usage d'un procédé de fabrication en vue de diminuer les soufflures.
y) Une pièce est choisie dans la coulée et cassée suivant l'avis du contrôleur de la compagnie ; on y découpe une éprouvette de traction de 20 millimètres de diamètre et 51 millimètres de longueur entre repères. Il faut qu'à l'essai de traction on obtienne :

R. = 47 à 52 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 17 à 15 p. c.

z) On sonde toutes les pièces au marteau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé parce qu'il n'exige pas tant d'outillage et de façon.
Il est utilisé pour les centres de roues.
v) On n'en a pas fait l'essai pour les cylindres.
x) On n'impose pas de procédé de fabrication.
y) Les pièces doivent être exemptes de soufflures et de gravelures.
z) Il n'est pas fait usage des moyens connus pour découvrir les soufflures.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

t) On emploie l'acier moulé pour les longeronnets.
u) Le prix moins élevé, la résistance plus grande avec uniformité des dimensions ont conduit à l'emploi de l'acier moulé.
Il est employé aussi pour les centres de roues.
v) Il n'est pas employé pour les cylindres à vapeur, mais seulement pour les dômes.
y) Les conditions imposées sont : l'essai à la pression de la vapeur et de l'eau ; on fait un examen, si possible, à la loupe.
z) Il n'est pas fait usage des moyens connus pour découvrir les soufflures.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

t et *u*) L'acier moulé est employé pour les centres des roues, les glissières, contrefort avant de la boîte à feu, la plaque de garde, le bogie de locomotive, les supports de bogies de locomotive, les supports centres de bogies, les brides de ressorts.
v) L'essai n'a pas été fait pour les cylindres.
u) L'acier moulé revient moins cher.
z) Il n'est pas fait usage des méthodes connues.
x) Les moulages d'acier doivent provenir d'acier Martin-Siemens.
y) Ils doivent résister à la traction :

R. = 44 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 51 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.
L'essai est fait par lingot et par coulée.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé parce qu'il présente une plus grande résistance pour les roues.
v. L'essai n'a pas été fait pour les cylindres à vapeur.

Furness Railway (274 kilomètres).

t et *u*) On fait usage de l'acier moulé parce qu'on obtient une réduction de poids et une plus grande durée à l'usage.
Il est employé pour les centres de roues devant satisfaire aux conditions suivantes :

y) *Un essai sur quarante présentés.* — Le centre, dans la position du roulement, tombe sur un sommier dur d'une hauteur croissante de 3.04, 4.57, 6.09, 7.61 et 9.14 mètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il doit pouvoir supporter les deux premières chutes sans ruptures ni défauts.
Les éprouvettes prélevées dans le centre doivent fournir :

R. = 44 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 51 millimètres.

Une éprouvette de 640 millimètres carrés découpée à froid doit pouvoir se plier à 90°.
Enfin, tous les autres sont individuellement essayés à une chute de 1.37 mètre sur un bloc de bois sans qu'il se manifeste de défauts.

z) Il n'est pas fait usage de moyens spéciaux pour découvrir les soufflures.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé pour raison d'économie de fabrication avec une résistance supérieure
Il est utilisé pour les centres de roues.
Il n'a pas été essayé pour les cylindres.

z) On emploie quelques moyens pour découvrir les soufflures, tel que le sondage au marteau, mais non l'appareil de Place et les rayons Roentgen.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé pour les glissières, les centres de roues et de bogies, les guides, les supports et boîtes d'essieux radiales.
Son emploi assure la légèreté jointe à la résistance.

v) Il n'a pas été essayé pour les cylindres.

x) On n'impose pas de procédé de fabrication.

y) On contrôle par des épreuves de traction, de choc et de cintrage.
Essai de choc de 1.50 à 4.50 mètres.

z) Les pièces sont sondées au marteau.
Il n'est pas fait usage de moyens spéciaux pour découvrir les soufflures.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

t) Les centres de roues et les crosses de pistons sont en acier moulé.

u) On a été amené à employer l'acier moulé pour la tendance de la pratique anglaise.

v) On ne fait pas usage de l'acier moulé pour les cylindres à vapeur.

x) On n'impose aucune condition de fabrication en vue de diminuer les soufflures.

y) *Essais de pliage.* — Une éprouvette de 645 millimètres carrés est pliée sans cassure.

Essais de traction. — La résistance à la traction ne doit pas être inférieure à 42 kilogrammes par millimètre carré et l'allongement à 20 p. c. sur 51 millimètres.

z) Pour découvrir les soufflures on emploie l'épreuve à l'huile et le sondage au marteau.

Isle of Man Railway (56 kilomètres).

t) On fait usage de l'acier moulé.

u) Les pièces ainsi obtenues peuvent éprouver des formes plus rationnelles et plus résistantes.
Les centres de roues sont en fer soudé.

v) Il n'en est pas fait usage pour les cylindres à vapeur.

x) Il est laissé au fabricant le soin de fournir des moulages sains.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rhymney Railway (122 kilomètres).

t et *u*) On utilise l'acier moulé pour les centres de roues.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres)

t et *u*) On emploie l'acier moulé à cause de son meilleur prix de revient pour les centres de roues et plaques des dômes.
v) Il n'a pas été essayé pour les cylindres.
Toutes les roues de locomotives et de tenders doivent être en acier moulé.

y) *Essais de traction.* — Les conditions d'essai sont :

R. = 44 à 50 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 51 millimètres.

Pliage. — Un barreau de pliage de 25.4 millimètres de section et de 22.6 millimètres de longueur doit pouvoir être cintré à 90° sur un mandrin de 76 millimètres de diamètre.

Choc. — Une ou plusieurs des roues présentées seront cassées par chutes graduées sur un tas.
Les essais de traction et de pliage seront prélevés dans les morceaux provenant de l'essai au choc.
Tous les centres étant suspendus seront parfaitement recuits et sondés au marteau à devant sur toute la surface. A l'essai ils doivent tomber de champ de 610 millimètres sur un rail reposant sur un soubassement solide.
Cette chute se fera au droit de deux ou plusieurs rayons pour s'assurer que le centre est sain.
z) Il n'est pas employé de moyen pour découvrir les soufflures.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé parce qu'il se prête mieux aux exigences de construction de machines.
v) Il n'est pas utilisé pour les cylindres à vapeur.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé parce qu'il est économique et léger.
On l'utilise pour les centres de roues.
v) On n'en a pas fait l'essai pour les cylindres.
x) On n'impose rien pour diminuer les soufflures.

y) *Essais de traction.* — L'acier moulé doit répondre aux conditions :

R. = 44 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 51 millimètres.

Essai de pliage. — Une pièce de 25.4 millimètres de diamètre, pliée à angle droit sur un mandrin de 76 millimètres de diamètre sans trace de cassure.
z) Il n'est pas employé de moyen pour découvrir les soufflures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

t et *u*) On fait usage de l'acier moulé pour obtenir des pièces plus fortes, plus légères et de meilleur marché.

On l'utilise pour les centres de roues.

z) On n'impose ni moyen de fabrication, ni moyen connu pour découvrir les soufflures.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé pour les centres de roues, les supports et les glissières à cause de sa résistance et de la simplification du travail.

v) Il n'est pas employé pour les cylindres à vapeur.

x) On n'impose pas de procédé de fabrication dans le but de diminuer les soufflures.

Après coulée, les roues sont recuites.

y) Elles doivent être exemptes de soufflures ou autres défauts.

Une éprouvette attenante à chaque roue et coulée avec elle doit donner :

R. = 44 kilogrammes ;
Al. = 20 p. c. sur 51 millimètres.

Pliage. — Des éprouvettes de 645 millimètres carrés de section et de 203 millimètres de longueur subiront un pliage à 90° sur une barre ronde d'un diamètre égal à trois fois celui de l'éprouvette.

Chaque roue subira, en outre, un essai de chute de 914 millimètres sur une aire résistante pesant au moins 3 tonnes ; elle sera retournée d'un quadrant (90°) et l'essai sera renouvelé.

z) Il n'est pas fait usage des divers moyens connus pour découvrir les soufflures.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé à cause de sa résistance et de la facilité d'obtenir des formes exactes.

Il n'en est pas fait usage pour les centres de roues.

v) On n'a pas essayé l'acier moulé pour les cylindres à vapeur.

x) On rend les constructeurs responsables, car les pièces contenant des soufflures sont refusées.

y) Les essais de réception sont :

Traction. — Trois éprouvettes sont coupées d'une pièce de chaque coulée.

L'une est rabotée pour l'essai de traction et doit donner :

R. = 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 51 millimètres.

Pliage. — Une autre éprouvette est rabotée à 645 millimètres de section et pliée à froid à 90° à la presse sur mandrin de 90 millimètres de diamètre.

La troisième éprouvette est réservée en cas d'essai douteux.

Toutes les pièces sont sondées au marteau.

z) On n'emploie pas les divers moyens connus pour découvrir les soufflures.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

u) On utilise l'acier moulé pour les centres de roues.

v) On n'a pas essayé l'acier moulé pour les cylindres à vapeur.

x) On ne spécifie aucune méthode de fabrication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

y) *Essais de traction.* — L'acier moulé doit répondre aux conditions :

R. = 44 à 50.4 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 51 millimètres.

Essai de pliage. — Pliage à 90° sur barre ronde pour un diamètre égal à trois fois l'épaisseur de l'éprouvette;

z) Il n'est pas fait usage de moyens connus pour découvrir les soufflures.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

t) On n'emploie pas l'acier moulé pour les locomotives.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

t) L'acier moulé est employé pour le massif qui sert à l'appui sur le bogie et à l'entretoisement des cylindres; pour les glissières de boîtes, pour les poulies d'excentriques, les dessous de boîtes d'essieux, pour les crosses de pistons, pour les supports des glissières, etc.

u) Les considérations qui ont conduit à employer l'acier moulé sont la facilité d'obtenir des formes très compliquées, quoique bien appropriées aux besoins et relativement légères.

On l'emploie pour les roues à rayons.

v) L'acier moulé n'a pas été utilisé pour les cylindres à vapeur et pour les appareils supportant une pression intérieure.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

t) On utilise l'acier moulé pour les pistons, les boîtes d'essieux et les glissières de boîtes.

u) On a été conduit à cet emploi par raison d'économie.

Il n'est pas fait usage de l'acier moulé pour les centres de roues.

v) Il n'a pas été essayé pour les cylindres à vapeur.

x) On n'impose aucun moyen pour diminuer les soufflures.

LUXEMBOURG.

Chemin de fer et minières Prince Henri (163 kilomètres).

t) L'acier moulé est employé pour les brides de ressorts de suspension, les boîtes d'essieux, les supports de coulisseaux, les boisseaux des ressorts de choc et de traction, les supports de lanternes pour signaux, les supports des mains-courantes; en résumé, toutes les pièces qui ne sont pas soumises au frottement.

u) L'acier moulé est plus résistant que la fonte et son prix est abordable.

On ne l'emploie pas pour les centres de roues.

v) Il n'a pas été essayé pour les cylindres à vapeur.

x) On n'impose aucune condition de fabrication.

z) On ne fait que le sondage au marteau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NORVÈGE.

Chemin de fer de Christiania à Eidsvold (68 kilomètres).

t et *u*) On emploie l'acier moulé à cause de sa plus grande résistance.
Il est utilisé pour les centres de roues et pour les boîtes d'essieux.
x) On n'impose aucune condition de fabrication.

PAYS-BAS (CONTINENT).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

t) L'acier moulé est utilisé pour les pistons, glissières de boîtes d'essieu, les centres de roues, les crosses de pistons, les supports de glissières, etc.
Pour les traverses et les pivots de bogies.
u) Considération de résistance plus grande de l'acier moulé et de fabrication plus simple et plus économique.
On utilise l'acier moulé pour les centres de roues de locomotives et de tenders.
v) On n'a pas utilisé l'acier moulé pour les cylindres à vapeur, ni pour les appareils supportant une pression intérieure.
x) Il n'est recommandé aucun procédé de fabrication dans le but de diminuer les soufflures.
y) R. = 40 à 55 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 à 25 p. c. sur 200 millimètres.
z) On n'a pas expérimenté les moyens indiqués pour découvrir les soufflures cachées.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

t) L'acier moulé est employé de plus en plus.
u) Plus de solidité avec réduction des prix de revient.
Il est employé pour les centres de roues.
v) Il n'a pas été essayé pour les cylindres.
x) On n'impose pas de procédé de fabrication, ni de moyens connus pour diminuer les soufflures.
y) Les conditions généralement imposées à toutes les lignes russes pour la réception des objets moulés.
z) On n'a essayé aucun moyen connu pour découvrir les soufflures cachées.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

t et *u*) On fait usage de l'acier moulé à cause de sa résistance supérieure.
Il est employé pour les centres de roues.
v) Il n'a pas été essayé pour les cylindres.
x et *z*) On n'impose pas de procédé de fabrication ni de moyens connus pour découvrir les soufflures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

t et *u*) L'acier moulé est employé pour ses propriétés avantageuses.
Il est employé pour les centres de roues.
v) Il n'a pas été essayé pour les cylindres.
x) On n'impose pas de procédé de fabrication ni de moyens connus pour diminuer les soufflures.
y) Résistance de R. = 38 à 45 kilogrammes par millimètre carré, et Al. = 23 p. c. sur 200 millimètres.
z) On n'a pas expérimenté les moyens indiqués pour découvrir les soufflures cachées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXI.

Résumé de l'application de l'acier moulé dans la construction des locomotives.

COMPAGNIES.	L'acier moulé est-il employé ?	Considérations de l'emploi.	Cuivre de rouge
Central Argentine Railway	Oui.	Grande résistance et poids moindre.	Oui.
Chemins de fer de l'État autrichien	—	Qualité supérieure.	—
— du Sud de l'Autriche	—	Économie.	—
Société austro-hongroise privilégiée	—	Directement forme cherchée. Résistance.	—
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	—	Grande résistance. — Économie.	—
— du Nord-Ouest autrichien	—	Grande résistance.	—
Chemins de fer de l'État hongrois	—	Économie	—
— Mohacs-Fünfkirchen	—		—
— de l'État belge	—	Économie	Pour moi
— vicinaux belges	—	Économie	—
— de l'État danois	—	Économie	Oui.
Chemin de fer de Medina à Zamora	Non.	...	—
Chemins de fer de l'État français	Oui.	Plus grande résistance que la fonte.	—
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	—	d° d° d°	—
— de Paris à Orléans	—	Grande résistance.	Pour cy Non
— de l'Ouest français	—	—	Non
— de l'Est français	—	Grande résistance. — Économie.	Pour cy —
— du Nord français	—	— —	—
— du Midi français	Pour essais.	Diminution de poids.	Non Oui.
Great Western Railway	—	Résistance.	—
North Eastern Railway	—	Diminution de poids.	—
North British Railway	—	...	—
Midland Railway	—	Résistance supérieure.	—
Caledonian Railway	—	d°	—
Great Eastern Railway	—	Sécurité.	—
Great Northern Railway	—	Résistance. — Économie.	—

TABLEAU XXI.

Cylindres ou appareils à pression intérieure ?	Conditions de fabrication imposées.	Moyens employés pour découvrir les soufflures cachées.	Essais.				
			TRACTION.			Pliage.	Choc.
			Rupture en kilog. par mill. carré.	Allongement pour cent.	Striction pour cent.		
Non.	Non.	Sondage.	...	...	...	...	
—	—	Aucun.	50 à 60	12 à 15	...	...	Essai au choc pour les roues.
—	—	Sondage.	...	...	...	...	
—	—	Aucun.	40	...	30	...	
—	—	—	43 à 50	15	...	...	
—	—	—	36 à 45	20	50	...	Essai au choc pour les roues.
—	—	—	...	...	...	...	
—	—	—				...	
—	—	—	40 à 45	10	...	...	
—	—	—	40	15	...	...	Essai au choc, barreau carré.
—	—	—	...	...	...	...	
—	...	...	...	...	...	...	
—	...	...	...	10	...	...	Essai au choc, barreau carré.
—	Voir détails	—	45 à 65	10	...	...	— —
Cylindres.	Non.	—	45	10	25	—	— —
Non.	—	—	42	12	(Voir détails, 3 qualités)	—	— —
—	—	—	45	12	(Voir détails, 2 qualités)	—	— —
—	—	—			(Voir détails, 2 qualités)		
—	—	—	45 à 50	22 à 13	...	...	— —
—	—	—	45 à 55	15	...	...	
—	—	Sondage.	...	...	...	Pliage.	(5 qualités, voir détails.)
—	—	Sondage.	44 à 55	15 à 20	...	Pliage.	
—	—	Aucun.	...	...	...	...	
—	—	—	47	20	...	...	
—	—	—	50	...	...	...	
—	—	—	...	...	...	...	
—	—	—	...	...	...	...	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	L'acier moulé est-il employé ?	Considérations de l'emploi.	Centre de rupture
London & South Western Railway	...	...	...
Lancashire & Yorkshire Railway	..	Économie.	...
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway.	...	Diminution de poids.	...
Great Northern Railway Ireland	Oui.	...	Ou.
Midland Great Western of Ireland Railway	—	Économie.	...
Great North of Scotland Railway	—	Économie.	...
Belfast & Northern Counties Railway	—	Grande résistance.	...
Furness Railway	—	Légèreté.	...
Taff Vale Railway.	—	Économie.	...
London, Tilbury & Southend Railway	—	Légèreté.	...
Metropolitan Railway.	—	...	...
Isle of Man	—	Résistance.	Non.
New South Wales Government Railway	—	Économie.	Ou.
Cape Government Railway	—	Commodité d'emploi.	...
New Zealand Government Railway	—	Légèreté. — Économie.	...
South Australia Government Railway	—	Résistance.	...
Western Australia Government Railway	—	d°	...
Natal Government Railway.	—	d°	...
East Indian Railway	—	d°	...
Chemins de fer de la Méditerranée	Non.	...	...
Réseau de l'Adriatique	Oui.	Commodité d'emploi.	Ou.
Chemin de fer de Milan	—	Économie.	...
— et minières Prince Henri	—	Légèreté.	...
— de Christiania à Eidsvold.	—	Résistance.	...
— de l'État néerlandais	—	d	...
Chemins de fer de Vladicaucase	—	d°	...
Central suisse	—	d°	...
Gothard		d°	...

Cylindres et appareils à pression intérieure	Conditions de fabrication imposées.	Moyens employés pour découvrir les soufflures cachées.	Essais.				
			TRACTION.				
			Rupture en kilog. par mill. carré.	Allongement pour cent.	Striction pour cent.	Pliage.	Choc.
...	...	Sondage.	...	...	...	...	
Trou d'homme.	Non.	—	44	20	...	...	Essai au choc pour les centres.
Non.	—	Sondage.	47 à 52	17 à 15	...	...	
Non.	Aucune.	Aucun.	...	...	...	...	
Dômes.	—	—	44 à 50	25	...	...	
Non.	—	—	...	...	...	...	
—	—	—	44	20	...	Pliage.	Essai au choc pour les roues.
—	—	—	...	...	...	...	
—	—	Sondage.	...	...	...	...	
—	—	d°	...	...	...	...	
—	—	d°	42	20	...	..	
Non.	—	Aucun.	...	...	..	...	
Dômes.	—	Sondage.	40 à 50	20	...	Pliage.	Essai au choc pour les roues.
Non.	—	Aucun.	...	...	...	...	
—	—	—	44	20	...	Pliage.	
—	—	—	...	...	...	...	
—	—	—	44	20	...	Pliage.	Essai au choc pour les roues.
—	—	Sondage.	45 à 50	20	...	d°	
—	—	Aucun.	44 à 50	20	...	—	
—	...	...	...	...	...	...	
—	...	...	...	...	...	...	
Non.	Aucune.	Aucun.	...	...	...	...	
—	—	—	...	...	...	...	
—	—	—	...	...	...	...	
—	—	—	...	...	...	...	
—	—	—	40 à 55	15 à 25	...	...	
—	—	—	...	...	...	...	
—	—	—	...	...	...	...	
	—	—	38 à 45	23	...	...	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XX.

—

Essieux (voitures et wagons).

Questionnaire.

—

Fabrication *a*. — *a*) Employez-vous l'acier ou le fer fondu pour les essieux ?
Quelles conditions de fabrication demandez-vous ?
En acier Bessemer ?
En acier Martin ? (A sole acide ou basique.)
En acier fondu au creuset ?
Quelle est l'importance de la chute que vous exigez ?
Imposez-vous le corroyage au marteau ; tolérez-vous le laminage ?
Imposez-vous le corroyage et le laminage ?
Quel coefficient de corroyage demandez-vous ?
Imposez-vous un recuit spécial ?
Avec trempe ?

Réponses.

—

AUTRICHE.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont en acier.
c) Le corroyage au marteau est imposé.
Le laminage n'est pas admis.
On forge les lingots en une chaude, on les coupe et l'on forge l'essieu dans une deuxième chaude.
f) Les essieux encore rouges sont ensuite recouverts de fraisil et refroidis lentement.
e) On emploie l'acier Martin basique et l'acier fondu au creuset.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) On employait autrefois des essieux de voitures en acier fondu au creuset ; depuis vingt années, on n'utilise pour les voitures et les wagons que des essieux en acier Martin au four à sole basique.
b) On n'impose pas de conditions de fabrication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Voitures et wagons.

c) On emploie l'acier Martin pour les essieux.
e) On demande que le travail se fasse au marteau pilon et à l'étampe.
f) On demande que le recuit ait lieu dans un four à réchauffer.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) Pour les essieux, on emploie de l'acier Martin sans condition de fabrication.
On n'impose pas de conditions de fabrication pour le fer et l'acier fondu au creuset. Cependant, le fournisseur devra les faire connaître, parce que le travail à sole basique est préféré.
Un lingot doit fournir au moins trois essieux.
d) On n'impose pas de conditions pour l'importance des chutes.
e et *f*) Les essieux sont toujours forgés, recuits au rouge cerise et refroidis lentement dans le sable.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) Pour les essieux, on emploie l'acier Siemens-Martin.
Aucune condition de fabrication n'est prescrite, l'acier doit être de qualité supérieure, en général préparé au four à sole basique.
L'importance des lingots n'est pas prescrite ; toutefois, ils doivent fournir deux à trois essieux.
d et *f*) On ne prescrit rien absolument au sujet de l'importance de la chute ou du recuit.
Le laminage est toléré.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Pour les essieux, on emploie de l'acier de première qualité.
b) On n'impose aucune condition.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) Les essieux sont en acier Bessemer sans autre condition.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) Les essieux sont en acier Martin-Siemens, sans condition de fabrication.
e) Les essieux sont martelés et recuits.
On n'impose pas de coefficient de corroyage.
On n'impose ni recuit ni trempe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres),

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont demandés en acier Martin, sans autre condition de fabrication.

ESPAGNE.

Chemins de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (293 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont en acier.
b) Aucune condition de fabrication n'est imposée.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Voitures.

a) L'acier doux a été employé pour la fabrication des essieux destinés aux vingt-trois dernières voitures.
c) On impose l'acier Martin-Siemens.

Wagons.

a) Il n'a pas encore été employé d'essieux en acier pour les wagons.
d) Chaque lingot, dont l'importance n'est d'ailleurs pas spécifiée, doit être coulé avec une masselette d'un poids égal au tiers du poids total; les deux tiers servent seuls à la fabrication des essieux après enlèvement au burin des pailles, criques ou autres défauts.
f) Tous les essieux sont recuits pendant deux jours au rouge sombre et refroidis lentement à l'abri de l'air.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont en acier.
b et *c*) L'acier est obtenu au four Martin à sole acide ou basique, au choix du fournisseur, ou au creuset.
On n'impose aucune condition relative au nombre d'essieux par lingot; mais, suivant les fournisseurs, chaque lingot permet de tirer de deux à cinq essieux.
d) Les chutes exigées sont de 5 p. c. au pied du lingot et 35 p. c. à la tête.
e) Tous les essieux sont corroyés au marteau pilon avec un coefficient de $^6/_1$.
f) On impose le recuit à la volée ou le recuit avec chute de température au rouge sombre avec refroidissement lent dans le four, au choix du fournisseur.
On n'admet pas la trempe.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) On impose l'acier sur sole ou l'acier fondu au creuset.
Chaque lingot doit pouvoir fournir au moins deux essieux. Le métal doit d'abord être serré au pilon. Les rondins ainsi formés peuvent être laminés, mais l'essieu doit être terminé à la forge. L'essieu brut doit être recuit au rouge cerise dans un four, au moyen d'un réchauffage suivi d'un refroidissement lent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'acier Bessemer n'est pas toléré; on emploie l'acier Martin acide ou basique. Le lingot comprend au moins deux essieux.

d) Les chutes ne sont pas imposées, le lingot doit être assez bien affranchi pour enlever tous les défauts.

e) Le corroyage au marteau est imposé. On tolère le laminage, mais après un martelage primitif du lingot. On n'impose pas de coefficient de corroyage.

f) Tout acier brut de forge doit être recuit dans un four au moyen d'un réchauffage au rouge cerise clair suivi d'un refroidissement lent.

Voitures.

On utilise aussi pour certaines voitures lourdes des essieux en acier au creuset, soumis aux mêmes conditions de fabrication que ci-dessus et auxquelles on a spécifié, en outre, une trempe à l'eau suivie d'un recuit approprié.

Ouest (5,534 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Pour les essieux des voitures et des wagons, on prescrit l'acier fondu demi doux.

b) On n'impose pas de conditions de fabrication, ni de provenance de métal; les usines auxquelles on commande les essieux les produisent toutes d'une façon régulière au four Martin à sole acide ou basique.

On n'impose pas de dimensions ni de formes spéciales pour les lingots qui fournissent généralement un ou deux essieux.

c) Avec une chute dans le haut de 50 p. c. environ; on veille dans la pratique à ce que cette dernière condition soit remplie.

d) On n'impose pas non plus le corroyage des lingots au pilon, ils sont généralement laminés en ronds d'un diamètre supérieur de 20 à 25 p. c. au plus grand diamètre de l'essieu, et ils sont ensuite terminés au marteau-pilon.

On n'impose pas de dimensions ni de coefficient de corroyage en pratique, la section des lingots des essieux égale quatre à cinq fois la plus forte section du corps.

f) On n'impose pas de recuit spécial, mais, en pratique, après finissage de forge, les essieux sont chauffés au rouge cerise (900° environ), puis refroidis à l'abri de l'air.

La trempe n'a jamais été pratiquée.

Chemin de fer de l'Est (4,833 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) L'emploi de l'acier pour essieux est général depuis 1888.

b) La production de l'acier par le procédé basique est interdit.

On impose que le lingot fournisse deux essieux.

d) La chute minima doit être de 25 p. c. au haut du lingot.

e) Le corroyage au marteau n'est pas imposé. Le laminage peut être toléré sous condition de corroyage ci-après :

Dans le cas de laminage seul, le coefficient de corroyage minimum sera de 5/1.

f) L'usine doit recuire sans trempe, suivant le procédé qui lui convient.

Chemin de fer du Nord (3,745 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) Les essieux sont en acier Martin à sole basique ou acide.

Les lingots pèsent 600 à 2,000 kilogrammes, suivant le type d'essieu, et chacun d'eux contient de deux à quatre essieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d) La chute, pour chaque lingot, varie de 20 à 25 p. c. du poids total.
e) Le corroyage au marteau n'est pas imposé; on procède simplement à un laminage de blooms.
On n'impose pas de coefficient de corroyage, lequel varie de 5 à 6.8.
f) On n'impose pas de recuit spécial, mais les usines font généralement subir aux essieux un recuit après forgeage suivi d'un refroidissement lent dans le four ou à l'air libre.
Ce recuit a lieu sans trempe.

Midi (3,236 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) Les essieux sont en acier fondu Martin.
d) L'importance du lingot, ni celle de la chute ne sont imposées.
e) On impose le corroyage au marteau sans coefficient déterminé.
f) Aucun mode de recuit n'est imposé, mais la trempe est interdite.

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont en acier.
a et *f*) On impose le forgeage et le recuit au rouge suivi d'un refroidissement lent.
c) L'acier Siemens-Martin, acide ou basique, est demandé.
b) Les essieux doivent être forgés au pilon.
f) On a essayé, sans l'imposer, le recuit dit « à la volée ».

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Voitures.

a) Les essieux sont en fer fondu.
b) Le lingot comprend trois essieux.

Wagons.

a) Les essieux sont en acier fondu.
b) Le lingot comprend deux essieux.

Voitures et wagons.

c) On exclut l'acier Bessemer et l'acier fondu au creuset et on emploie uniquement l'acier Siemens.
e et *f*) On impose le corroyage au marteau et le laminage, ainsi qu'un recuit lent sans trempe.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) Le lingot a 355 × 355 × 1,370 millimètres et correspond à deux essieux.
e) On impose un corroyage au marteau, mais pas de laminage.
f) On ne demande pas de coefficient de corroyage.
On n'impose ni recuit, ni trempe.

Voitures.

a et *c*) On emploie l'acier Siemens acide.

Wagons.

a et *c*) On emploie l'acier Siemens acide ou l'acier Bessemer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) On emploie soit l'acier Bessemer, soit l'acier Siemens.
e) On impose le laminage.
f) On n'impose pas de recuit spécial, ni de trempe.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Voitures.

a et *c*) On emploie l'acier Siemens doux.

Wagons.

a, *b* et *c*) On emploie le fer pour les wagons ordinaires, et l'acier Siemens doux pour ceux spéciaux et de grand poids.

Voitures et wagons.

b) Aucun martelage à froid ne doit avoir lieu après le forgeage.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) On demande simplement des essieux en acier Bessemer sans autre considération de fabrication.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) Les essieux sont en acier Siemens-Martin.
e) Les essieux sont généralement forgés, mais le laminage pour finir n'est pas défendu.
f) On n'impose pas de recuit spécial.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) Les essieux sont en acier Bessemer.
b) L'importance du lingot est de 860 kilogrammes pour trois essieux avec une section de 317 millimètres carrés.
e) On demande le corroyage au marteau avec un coefficient de corroyage de 3/1.
f) Les essieux doivent être recuits en entier.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) On demande pour les essieux l'acier Martin-Siemens sans autres conditions de fabrication.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,094 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) Les essieux sont en acier Siemens ou Bessemer sans condition de fabrication spéciale.
Les lingots sont de 457 kilogrammes environ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On prélève deux essieux dans un lingot généralement.

e) On impose le corroyage au marteau et le laminage, c'est-à-dire que l'essieu est laminé à 203 millimètres de diamètre et martelé ensuite.

f) Mais on n'impose pas de recuit spécial.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) Les essieux sont en acier Siemens-Martin, sans autre condition de fabrication.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) Les essieux sont en acier Siemens-Martin.
On n'impose aucune condition, mais on exige la meilleure méthode de fabrication.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) On impose l'acier Bessemer ou Martin, mais non l'importance du lingot ni de la chute.
e) Le corroyage au marteau est imposé sans laminage.
Il n'est pas imposé de coefficient de corroyage.
f) On demande un recuit.
On n'impose pas la trempe.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) On demande de l'acier Siemens-Martin.

Furness Railway (274 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) Les essieux sont en acier Bessemer sans autre condition de fabrication.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) On impose l'acier Siemens-Martin sans indiquer l'importance du lingot, ni celle de la chute.
e) Le corroyage au marteau est imposé sans laminage.
On n'indique aucun coefficient spécial.
f) On n'impose aucun recuit spécial ni la trempe.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) Les essieux sont en acier Bessemer.
b) La dimension du lingot est laissée à la volonté du fabricant.
d) Il en est de même de l'importance de la chute.
e) On impose le corroyage et le laminage, mais martelé à la fin jusqu'aux dimensions demandées.
f) On n'impose aucune trempe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) Les essieux sont en acier Bessemer.
e et *f*) On impose le corroyage au marteau sans indiquer un recuit spécial.

Rhymney Railway (122 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont en acier.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *c* et *e*) Comme pour les locomotives, les essieux sont en acier Siemens-Martin entièrement forgés.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) On utilise les lingots d'acier Siemens-Martin.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) On emploie l'acier Martin ou l'acier Vickers qualité extra, provenant de minerais hématites.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) On emploie l'acier Martin.
b et *d*) L'importance du lingot et de la chute ne sont pas spécifiées.
e) On impose le martelage, mais le limage est interdit.
f) On n'impose aucun recuit ni trempe.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) On emploie l'acier Siemens-Martin à sole acide.
b) Lingot octogonal correspondant au cylindre de 279 millimètres de diamètre et de 508 à 558 millimètres de hauteur contenant un essieu.
d) Il est fait un tiers de chute sur le bout supérieur du lingot et une petite portion sur le bout inférieur.
e et *f*) On impose le corroyage et le laminage, mais pas de recuit spécial.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) Les essieux sont en acier Siemens-Martin.
e) Le laminage est permis, mais le forgeage final est exigé.
f) On autorise la trempe à l'huile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) Les essieux sont en acier doux Martin-Siemens.
b) On n'impose aucune condition de fabrication.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) Les essieux sont en acier Martin doux.
b) Il n'est pas fait de prescription spéciale de fabrication.
e) Les essieux doivent être complètement forgés ; le laminage n'est pas admis.
f) Aucun recuit spécial n'est demandé.
Il n'est pas imposé de trempe.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Pour les essieux, on n'utilise ni l'acier ni le fer fondu.

LUXEMBOURG.

Chemin de fer et minières Prince Henri (163 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont en fer forgé.

NORVÈGE.

Chemin de fer de Christiania à Eidsvold (68 kilomètres).

a et *c*) Les essieux sont en acier Bessemer.
Quand on demande aux fabricants des soumissions pour livraison de voitures et de wagons, cette Administration fixe généralement les mêmes conditions que celles imposées par l'Administration des chemins de fer de l'État.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) On emploie l'acier Martin à sole acide ou basique.
b) Il n'est imposé aucune condition de fabrication.
e) Le laminage n'est pas autorisé.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont en acier sans trempe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Les essieux sont exclusivement en acier fondu.
Aucune condition de fabrication n'est imposée.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont en acier fondu laminé.
b) Un lingot sert pour un essieu.
c) On impose le corroyage au marteau sans laminage.
f) On n'impose aucun recuit spécial ni la trempe.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Les essieux sont en acier fondu.
Aucune condition de fabrication n'est imposée.
En acier Bessemer.
En acier fondu.
La dimension du lingot est laissée à la volonté du fabricant.
La chute doit être suffisante pour prélever les essais.
On impose le corroyage au marteau.
Aucun coefficient de corroyage n'est demandé.
Ni le recuit spécial ni la trempe ne sont demandés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXII.

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.	L'acier est-il employé ?	Appareil de [illegible]
Chemin de fer du Sud de l'Autriche	Voitures et wagons.	Oui.	Martin basique et
Société austro-hongroise privilégiée	— —	—	Martin basi
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	— —	—	Martin
— du Nord-Ouest autrichien	— —	—	Martin basi
Chemins de fer de l'État hong. et Mokacs-Fünfkirchen	— —	—	
— — belge	— —	—	Non impo
Chemin de fer de Liége à Maestricht	— —	—	Bessem
Chemins de fer vicinaux belge	— —	—	Martin
Chemins de fer de l'État danois	— —	—	—
Chemin de fer de Campo à Zamora	— —	—	Non impo
Chemins de fer de l'État français	Voitures seulement.	—	Martin
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	Voitures et wagons.	—	Martin ou
— de Paris à Orléans	Voitures.	—	Martin et
— —	Wagons.	—	Martin
— de l'Ouest français	Voitures et wagons.	—	Non impo
— de l'Est français	— —	—	Martin ou
— du Nord français	— —	—	Martin
— du Midi français	— —	—	—
Great Western Railway	Voitures.	—	—
— —	Wagons.	—	—
North Eastern Railway	Voitures.	—	Martin ou
— —	Wagons.	—	Bessemer ou
Midland Railway	Voitures et wagons.	—	—
Caledonian Railway	Voitures.	—	Martin
—	Wagons.	Fer.	Acier Mar
Great Eastern Railway	Voitures et wagons.	Oui.	Bessem
Great Northern Railway	— —	—	Martin
Midland Great Western of Ireland Railway	— —	—	—
Great North of Scotland Railway	— —	—	Bessemer ou
Belfast & Northern Counties Railway	— —	—	Martin
Furness Railway	— —	—	Bessem
Taff Vale Railway	— —	—	Martin
London, Tilbury & Southend Railway	— —	—	Bessem
Metropolitan Railway	— —	—	—
New South Wales Government Railway	— —	—	Martin
New Zealand Government Railway	— —	—	—
South Australia Government Railway	— —	—	Martin ou acier
Western Australia Government Railway	— —	—	Martin
Natal Government Railway	— —	—	Martin ou
Earl Indian Railway	— —	—	Martin
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	— —	—	—
Réseau de l'Adriatique (Italie)	— —	—	—
Ch. de fer de Milan	— —	Non.	—
— et minières du Prince Henri (Luxembourg)	— —	—	Bessem
— de Christiania à Eidsvold	— —	Oui.	Martin
— de l'État (Pays-Bas)	— —	—	—
— de Vladicaucase (Russie)	— —	—	Non Bess
Central suisse	— —	—	—
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	— —	—	—

TABLEAU XXII.

Condition des essieux.	Condition de corroyage imposée.		Coefficient de corroyage imposé.	Recuit imposé.	Trempe.
	Forgeage.	Laminage.			
imposée.	Imposé.	Non admis.	Non imposé.	Dans fraisil après forgeage.	Non imposée.
—	Non imposé.	Non imposé.	—	Non imposé.	—
—	Imposé.	Non admis.	—	Dans un four à réchauffer.	—
—	—	—	Au moins 3 essieux.	Refroidir dans le sable.	—
—	—	Toléré.	2 à 3 essieux.	Non imposé.	—
—	Non imposé.	—	Non imposé.	—	—
—	—	—	—	—	—
—	Imposé.	Non imposé.	—	—	—
—	Non imposé.	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	48 heures de chauffage.	—
2 p. c.	Imposé.	Non toléré.	c/1	Spécial. (*Voir* détails).	Non admise.
imposée.	—	Toléré.	2 essieux au moins.	Recuit avec trempe.	*Voir* détails.
—	—	—	—	Recuit sans trempe.	—
2 p. c.	Non imposé.	Non imposé.	Non imposé.	Non imposé.	—
—	Imposé.	Toléré sous condition.	2 essieux.	Recuit sans trempe.	Recuit sans trempe
2 p. c.	Non imposé.	Non imposé.	2 à 4 essieux.	Non imposé.	Non imposée.
imposée.	Imposé.	—	Non imposé.	Recuit ordinaire.	Interdite.
—	—	—	3 essieux.	Recuit lent.	Non imposée.
—	—	—	2 essieux.	—	—
—	—	—	—	Non imposé.	—
—	—	—	—	—	—
—	Non imposé.	Imposé.	Non imposé.	—	—
—	Imposé.	Non imposé.	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	Non imposé.	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	Imposé.	Interdit.	—	Imposé.	—
—	Non imposé.	Non imposé.	—	Non imposé.	—
—	—	—	—	—	—
—	Imposé.	Interdit.	—	—	—
—	Imposé pour finir.	Toléré.	—	—	—
—	Imposé.	...	—	—	—
—	—	Non admis.	—	—	—
—	Non imposé.	Non imposé.	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	Imposé.	Non admis.	—	—	—
—	—	Imposé.	—	—	—
—	Pour finir.	Toléré.	—	—	A l'huile autorisée.
—	Non imposé.	Non imposé.	—	—	Non imposé.
—	Imposé.	Non admis.	—	—	—
—	...	...	...	...	...
imposée.	...	...	...	...	...
—	Non imposé.	Non imposé.	Non imposé.	Non imposé.	Non imposée.
—	—	—	—	—	—
—	...	...	...	...	...
imposée.	Non imposé.	Non imposé.	Non imposé.	Non imposé.	Non imposée.
—	...	...	—	—	—

ANNEXE XXI.

Essieux. — Réception.

Questionnaire.

a) Essayez-vous toutes les coulées?
Combien d'essieux essayez-vous par coulée?
b) Comment les essayez-vous?
Par flexion graduée ou au choc sur les corps?
Par la flexion au choc sur les fusées?
A la traction? (Indiquer où sont prises les éprouvettes et leurs dimensions.)
c) Faites-vous des essais sur barreaux entaillés?
d) Indiquer les autres essais que vous pouvez leur faire subir. (Prière de joindre le cahier des charges relatif à la fourniture des essieux.)

Réponses.

AUTRICHE.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie un essieu sur cent comme pour les locomotives.
d) Il n'est pas fait usage des barreaux entaillés.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les essais ont lieu comme pour les locomotives.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On n'essaie pas toutes les coulées, mais seulement un essieu sur soixante-quinze. (Choc et traction.)
c) Chaque essieu doit porter aux deux bouts des témoins de texture.

Essai au choc. — Le mouton développe une force vive de 3,000 kilogrammètres.
La distance des appuis est de 1.500 mètre.
Le flèche d'essai à obtenir est de 185 à 200 millimètres pour les essieux de 140 à 127 millimètres.
Après cette flèche, l'essieu doit être redressé dans les mêmes conditions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les éprouvettes de traction sont prélevées dans le corps, sur le bord et au milieu. Elles doivent satisfaire aux conditions suivantes :

R. = 50 kilogrammes ;
St. = 30 p. c.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) L'essai se fait toujours sur des groupes formés de 50 à 60 essieux. Si la coulée est assez importante pour servir à la fabrication de 50 à 60 essieux, chaque coulée est essayée séparément ; dans le cas contraire, le groupe se compose de deux ou de plusieurs coulées.
c) Les essais se font par choc et par traction.

Choc. — L'essieu plié sur des supports distants de 1.50 mètre reçoit les chocs d'un mouton développant 3,000 kilogrammètres jusqu'à ce que le milieu de l'essieu subisse une flexion de 200 millimètres ; l'essieu étant alors retourné de 180°, comme il est dit plus haut, est soumis à de nouveaux chocs jusqu'à ce qu'il soit complètement redressé.
On n'essaie point les fusées par flexion au choc.

Traction. — Les éprouvettes de traction prélevées à froid à la périphérie de l'essieu et travaillées à un diamètre de 25 et 240 millimètres entre les repères :

R. = 45 à 55 kilogrammes par millimètre carré.

d) Il n'est point fait d'essais sur les barreaux entaillés.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'essaie pas toutes les coulées.
b) On essaie un essieu par cinquante pièces présentées en réception.
c) Les essais se font au choc.

Essai au choc. — L'essieu reposant sur deux appuis distants de 1.50 mètre doit résister à un coup de mouton tombant d'une hauteur satisfaisant à la relation :

$$P \times H = 0.00318\ D^3.$$

P = le poids du mouton en kilogrammes ;
H = la hauteur de chute en mètres ;
D = diamètre au milieu en millimètres.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'essaie pas toutes les coulées.
b) On essaie un essieu par cinquante pièces présentées à la réception.
Les essais se font au choc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai au choc. — L'essieu reposant sur deux appuis distants de 900 millimètres doit résister aux chocs d'un mouton tombant d'une hauteur satisfaisant à la relation :

$$H = \frac{0.34\,D^2}{P.},$$

jusqu'à un pliage de 125 millimètres et un redressement.

H = hauteur de chute en mètres ;
P = poids du mouton en kilogrammes ;
D = diamètres de l'essieu en millimètres.

Il n'est pas fait d'essais de traction.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On prélève pour essai un essieu par lot de cinquante.
c) Il est procédé aux essais de choc et de traction.

Choc. — L'essieu étant placé sur deux supports distants de 1.500 mètre, reçoit en son milieu les chocs d'un mouton produisant une force vive de 3,000 kilogrammètres.

Traction. — Le métal de l'essieu doit fournir :

R. = 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. mesuré sur 200 millimètres.

d) Il n'est pas fait d'essai sur barreaux entaillés.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) Les épreuves de réception sont faites à raison d'une pièce par lot de cinquante pièces semblables présentées à la réception ou fraction de cinquante pièces.

Les pièces soumises aux épreuves sont choisies autant que possible dans les lots provenant d'une même coulée pour les essieux et pour les bandages.

c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essai au choc. — *Corps.* — Le mouton pèse 500 kilogrammes, la hauteur de chute est de 3.600 mètres. La distance des appuis est égale à 1.500 mètre. Les chocs sont répétés jusqu'à un allongement de 10 p. c. mesuré sur 200 millimètres de la fibre extrême.

Cette déformation doit être obtenue en :

Quatre coups	pour les corps de	110 à 120	millimètres ;
Cinq	—	de 121 à 140	—
Six	—	de 141 à 160	—
Huit	—	de 161 à 180	—
Dix	—	de 181 et plus.	

Fusées. — L'essieu est encastré à sa portée de calage, on frappe alors sur le champignon de la fusée avec un mouton de 500 kilogrammes, tombant de 1 mètre afin d'obtenir une flèche de 20 millimètres.

La fusée est redressée dans les mêmes conditions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — Une éprouvette découpée dans la partie la moins fatiguée et en long devra donner :

R. = 45 kilogrammes ;
Al. = 22 p. c. sur 200 millimètres de longueur utile.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On essaie toutes les coulées.
b) On prélève pour essai un essieu par lot de 25 provenant d'une même coulée.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essai au choc. — Fusées. — Le mouton est de 500 kilogrammes ; la chute, 1.600 mètre vers le champignon afin d'obtenir une flèche de 23 millimètres. Le redressement a lieu dans les mêmes conditions.

Corps. — La distance des appuis est de 1.500 mètre ; le mouton est de 1,000 kilogrammes tombant de 3.50 mètres ou :

$$PH = 3{,}500 \text{ kilogrammètres.}$$

Le nombre de coups est variable afin d'obtenir une flèche de 220 millimètres au milieu. On redresse l'essieu dans les mêmes conditions pour continuer la déformation jusqu'à une deuxième flèche de 220 millimètres puis enfin, un deuxième redressement.

Essai de traction. — Les éprouvettes sont prélevées aussi près que possible de la portée de calage. Les barreaux sont découpés à froid, à l'outil.

Ces éprouvettes cylindriques ont 200 millimètres de longueur utile et 500 millimètres de section ; elles répondent à la relation :

$$L = \sqrt{80.S}.$$

Charge de rupture plus grande que 45 kilogrammes par millimètre carré :

$$A \geq 25 \text{ p. c.}$$

L'essai doit être fait graduellement.
d) On ne fait pas d'essais sur les barreaux entaillés.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On essaie les essieux pour toutes les coulées dans les proportions ci-dessous :
b) On essaie un essieu par coulée Martin ou un essieu par vingt-cinq essieux acier au creuset.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essai au choc (acier Martin et acier au creuset).

Corps. — Le mouton de 600 kilogrammes tombant de 3.600 mètres sur le milieu du corps supporté par deux appuis distants de 1.50 mètre. L'essieu doit fléchir sur son milieu de 200 millimètres, puis être redressé une première fois. On provoque ensuite une contre-flèche de 200 millimètres et dans les mêmes conditions. Le mouton redresse une dernière fois l'essieu.

Fusées. — Mouton de 500 kilogrammes : dix à douze coups de mouton.
La hauteur de chute est variable afin d'obtenir une flèche de 22 millimètres sur le champignon. La fusée est redressée au moyen du mouton dans les mêmes conditions.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essais de traction. — Les éprouvettes sont prises dans la portée de calage; deux sur les bords extérieurs et une au centre. Les conditions sont pour l'acier Martin :

R. = 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 26 à 24 p. c.;
St. = 55 à 50 p. c.

Pour les essieux en acier au creuset on a :

R. = 60 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 23 p. c.;
St. = 55 à 50 p. c.

Les dimensions des éprouvettes répondent à la formule :

$$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$$

L = distance entre repères en millimètres;
S = section initiale en millimètres carrés.

d) Il n'est pas fait d'essais sur les barreaux entaillés.

Ouest (5,534 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On essaie toutes les coulées.
b) On prélève pour essai un essieu par coulée, et au moins un par vingt ou fraction de vingt.
c) On les essaie au choc sur le corps et sur les fusées, et à la traction.

Essais au choc. — Corps. — On utilise le mouton de 400 kilogrammes tombant d'une hauteur de 4.50 mètre au milieu de l'essieu supporté sur deux appuis distants de 1.50 mètre. Le nombre de coups sera au maximum de six ou neuf, suivant le type de l'essieu, afin de produire une flèche de 250 millimètres au milieu du corps. L'essieu est ensuite redressé dans les mêmes conditions.

Fusées. — Les fusées sont tournées aux cotes des dessins; la portée de calage est encastrée dans un bloc disposé à cet effet. Un mouton de 400 kilogrammes tombe sur le champignon d'une hauteur de 500 millimètres jusqu'à ce que la fusée ait pris une inclinaison de $^1/_{10}$. La fusée est ensuite redressée dans les mêmes conditions.

Essais de traction. — Une éprouvette de traction est découpée à froid dans la portée de calage de l'essieu essayé au choc. Cette éprouvette a, en général, 16 millimètres de diamètre et 200 millimètres de longueur utile.

Le métal doit fournir une résistance de 46 kilogrammes par millimètre carré au moins et un allongement de 25 p. c. mesuré sur les 100 millimètres comprenant le point de rupture.

d) On ne fait pas d'essais sur les barreaux entaillés.
e) On fait subir un essai de trempe au métal (l'acier ne doit pas prendre la trempe).

Est (4,833 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie un essieu par coulée au choc.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essais au choc. — L'essai au choc est effectué après celui des fusées pour le corps. La distance des points d'appui est de 1.50 mètre; le mouton de 1,000 kilogrammes tombe de 3.10, 3.50, 5, 5.50 mètres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suivant que le corps a au milieu un diamètre de 1.15, 1.20, 1.35 ou 1.40 mètre; dans cette position, l'essieu devra supporter deux flexions et deux redressements de 220 à 235 millimètres de flèche sans rupture.

On relèvera l'allongement pour cent des 300 millimètres de la fibre la plus fatiguée à la première flexion. L'essieu sera ensuite entaillé et rompu pour examiner la texture.

Fusées. — Chaque fusée devra supporter une flexion de 22 à 25 millimètres mesurée au congé du champignon. On relèvera exactement l'allongement des 100 millimètres suivant le congé du champignon à la fibre la plus déformée.

Les fusées seront tournées à la cote du dessin. Le mouton sera de 500 kilogrammes tombant de 0.90, 1.30, 1.50, 1.90, 2.10 et 2.50 mètres, suivant les dimensions des types de :

$$^{80}/_{160},\ ^{90}/_{180},\ ^{95}/_{200},\ ^{105}/_{200},\ ^{110}/_{230} \text{ et } ^{120}/_{220}.$$

Essai de traction. — Les éprouvettes seront découpées en long et à froid ; dans la portée de calage, les résultats demandés sont :

R. = 45 à 55 kilogrammes et Al. = 20 p. c.

de façon à donner toujours un total d'au moins 70.

Les dimensions des éprouvettes sont celles de la commission générale des méthodes d'essais :

$$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\ S.$$

b) Les essais sur barreaux entaillés sont à l'étude.

c) On procède, à titre de renseignements, à un pliage sur barreau carré et texture.

Chemin de fer du Nord (3,745 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie un essieu par coulée de cinquante essieux ou fraction de cinquante.

c) Les essais se font au choc.

Essai au choc. — Corps. — L'écartement des appuis non élastiques est de 1.500 mètre. Le poids du mouton est de 500 kilogrammes tombant de 3.600 mètres. Le nombre de coups de mouton à pleine hauteur nécessaire pour obtenir un allongement de 5 p. c. de la fibre extrême ne devra pas être inférieur à :

4 coups pour les essieux de 120 millimètres de diamètre au corps ;
5 — — — de 125 à 140 millimètres de diamètre au corps ;
6 — — — de 145 à 160 — — —
8 — — — de 165 millimètres ou plus de diamètre au corps.

Afin de ne pas dépasser la flèche ou l'allongement d'épreuve, on doit diminuer, s'il en est besoin, la hauteur de chute du mouton, pour parfaire, dans un coup supplémentaire, la flèche de pliage.

Il n'est point procédé à des essais de flexion des fusées ou à des essais de traction.

d) Il n'a point été fait d'essais sur les barreaux entaillés.

Chemin de fer du Midi (3,236 kilomètres).

Voitures et wagons

a et *b*) On essaie un essieu par coulée de vingt et un ;

c) Les essais se font au choc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essais au choc. — Corps. — L'essieu dégrossi aux cotes du dessin sur les portées de calage et les fusées sera soumis à trois coups d'un mouton de 1,000 kilogrammes, les deux premiers de 5 mètres de hauteur et le troisième d'une hauteur telle que, par l'effet des trois chocs réunis, l'allongement pour cent de la fibre qui travaille le plus soit égal à celui de la formule ci-dessous :

$$12 + \frac{170}{D}.$$

D. = Diamètre de l'essieu exprimé en millimètres.

La flèche prise par l'essieu sera relevée à titre de renseignement.

Distance des appuis, 1.50 mètre (choc au milieu).

L'allongement sera mesuré sur 200 millimètres, dont 100 millimètres de chaque côté du milieu de l'essieu divisé en fraction de 0.050.

Puis un redressement est opéré sous un nombre de coups de mouton au moins égal à celui ayant provoqué la première flexion, la hauteur de chute restant la même.

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) L'essai porte sur un essieu par cinquante et au moins un par coulée.

c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essais au choc. — Corps. — Sur le milieu du corps. Le mouton est de 500 kilogrammes, il tombe de 4.75 mètres. Les appuis sont distants de 1.05 mètre, de manière à produire, après trois coups, un allongement de 10 p. c. mesuré sur 200 millimètres sur la fibre extrême, à égale distance des deux points d'appui. La flèche totale produite par trois coups devra être de 110 millimètres.

L'essieu sera redressé puis ployé en sens inverse au moyen de trois ou quatre chocs de même importance (soit pour le redressement, soit pour le pliage en sens inverse), jusqu'à ce qu'il ait pris une contre-flèche de 110 millimètres.

On tranchera ensuite les fusées pour l'examen du grain.

Essai de traction :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres de longueur utile.

d) On procède à des essais sur les barreaux entaillés.

e) On procède à des essais de trempe et de pliage à chaud (crochets).

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Voitures et wagons.

a, *b* et *c*) On essaie au choc un essieu par coulée ou 2 p. c.

e) Des essais de pliage sont faits sur des morceaux laissés au bout.

d) On ne fait pas d'essais sur des barreaux entaillés.

Les essais ont lieu comme pour les locomotives.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Voitures.

a) On n'essaie pas toutes les coulées, mais seulement 2 p. c.
b) Les essais ont lieu au choc, à la traction et à la flexion.
c) Ils ont lieu également à l'élargissement.

Essai au choc. — *Corps.* — On emploie un mouton d'une tonne environ tombant de 9.140 mètres.
On demande six coups de mouton.
La distance des appuis est de 1.066 mètre.
Après chaque coup, l'essieu est retourné. L'essai est prolongé jusqu'à la rupture.

Essai de traction :

R. = 55 à 56 kilogrammes ;
Al. = 22 p. c. sur 101.5 millimètres de longueur utile.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.
Les éprouvettes sont prélevées près de la section de rupture.
d) Il n'est point fait d'essais sur les barreaux entaillés.

Wagons.

Essai au choc. — On demande six coups de mouton tombant de 6.100 mètres pour les essieux de 120 millimètres de diamètre et retournés à chaque coup.
Pour les essieux d'un autre diamètre, la hauteur de chute est calculée :

$$H = 20 \frac{D^3}{(4''\,3/4)^3}.$$

H est exprimé en pouces anglais.

La distance des appuis est de 1.067 mètre.
L'essai est prolongé jusqu'à la rupture.

Essai de traction :

R. = 50 à 53 1/2 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 22 p. c,

Distance entre repères, 101 millimètres.
Diamètre de l'éprouvette, 20.2 millimètres.
Les éprouvettes sont prélevées près de la fracture.

Voitures et wagons.

e) *Essai de pliage.* — Une barre de 203 × 25 × 25 millimètres, découpée à froid, doit pouvoir être pliée à bloc.

Essai d'élargissement. — Un trou de 15.8 millimètres, percé dans une plaque de 101 × 101 × 19 millimètres, doit pouvoir être élargi jusqu'à 38 millimètres.

North British Railway (2,144 kilomètres).

Voitures et wagons.

c) Les essais se font au choc et à la traction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai au choc. — Les essieux doivent pouvoir supporter les essais suivants : cinq coups d'un mouton de 906 kilogrammes tombant de 6.095 mètres, l'essieu étant placé sur des appuis distants de 1.067 et retourné après chaque coup. L'essai sera prolongé jusqu'à la rupture.

Essai de traction. — L'acier doit résister à un essai de traction de 63 à 55 kilogrammes par millimètre carré et Al. = 23 à 25 p. c. sur 76 millimètres.

a) Les essais ont lieu à raison de 1 pour 50.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Voitures et wagons.

c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essai au choc. — Le poids du mouton est de 906 kilogrammes.
L'essieu doit supporter cinq coups de mouton de 6 mètres de hauteur.
L'essieu est retourné à chaque coup.
Les points d'appui sont distants de 1.067 mètre.

Essai de traction. — Éprouvette de 20 millimètres de diamètre et de 51 millimètres de longueur. Elle doit résister à 63 kilogrammes par millimètre carré.

Al. = 25 p. c.

L'essai est prélevé au centre.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Voitures et wagons.

c) *Essai de traction :*

R. = 43 à 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 203.

c) On procède aussi à des pliages.
L'essai porte sur une partie quelconque de l'essieu.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) S'il est possible, on essaie un essieu sur cinquante faisant partie de la même coulée.

c) L'éprouvette de traction a 203 millimètres de longueur totale; son diamètre est de 20.26 millimètres sur 76 millimètres.

Les essais se font au choc et à la traction.

Choc. — Les essieux soumis à l'essai doivent subir cinq coups d'un mouton pesant 906 kilogrammes et tombant de 6 mètres, les appuis étant distants de 1.066 mètre.
L'essieu est retourné après chaque coup.

Traction. — Il faut que :

R. = 55 à 63 kilogrammes ;
Al. = 25 p. c. sur 76 millimètres.

d) On ne fait pas d'essais sur les barreaux entaillés.

e) *Pliage.* — L'éprouvette a 250 millimètres de longueur et 806 millimètres de section. Elle est, comme l'éprouvette de traction, découpée dans la portée de calage.
L'éprouvette de pliage subit un pliage de 120 degrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie un essieu sur cinquante.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

c) *Choc.* — L'essai a lieu au mouton.

Traction. — L'essai de traction se complète par un essai de cintrage à froid.

London South Western Railway (1,416 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On essaie chaque coulée.
b) On essaie 2 p. c. des essieux.
c) L'essai a lieu au milieu, mais non sur les fusées.
Les éprouvettes qui ont 51 × 20 millimètres sont prélevées dans les portées de calage.
On n'entaille pas les barreaux à essayer.

Essai au choc. — Chaque essieu doit pouvoir résister, sans rupture, à cinq coups d'un mouton de 906 kilogrammes tombant de 6.100 mètres sur l'essieu, qui sera posé sur des supports distants de 1.067 mètre et sera retourné à chaque coup.

Essai de traction :

R. = 42 à 55 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 p. c.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie un essieu par coulée.
Les essais se font au choc et à la traction.

Essai au choc. — L'essieu placé sur deux appuis distants de 1.065 mètre subit cinq coups d'un mouton de 906 kilogrammes tombant de 6.100 mètres.
Il est ensuite cassé pour permettre l'inspection de la cassure.

Essai de traction :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 76 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie 2 p. c. de chaque coulée.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essai au choc. — L'essieu doit pouvoir supporter cinq coups de mouton de 906 kilogrammes tombant de 6 mètres de hauteur sur l'essieu placé sur des supports écartés de 1.066 mètre, retourné après chaque coup. L'essai est prolongé jusqu'à la rupture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 76 millimètres.

L'éprouvette est prélevée dans l'épaulement de la fusée.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On n'essaie pas toutes les coulées, mais 1 p. c. environ.

c) *Par choc au milieu.* — Dix coups d'un mouton de 1.015 kilogrammes tombant de 5.500 mètres. La distance entre les appuis est de 1.066 mètre.

On retourne l'essieu après chaque coup.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie 2 p. c. des essieux présentés.

c) On essaie par choc au milieu et à la traction.

Essai de traction :

R. = 44.5 à 50 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c. sur 51 millimètres.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie deux essieux par coulée.

c) Les essais se font par choc et par traction.

Essai au choc. — Corps. — Doit résister à froid à cinq coups de mouton de 906 kilogrammes tombant de 6.100 mètres sur le milieu de l'essieu posé sur des appuis distants de 1.070 mètre et retourné après chaque coup.

Essai de traction :

R. = 55 à 63 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 28 p. c. sur 51 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

c) *Essai de pliage.* — Un morceau découpé à 19 millimètres carrés à angles légèrement arrondis doit pouvoir être plié à bloc à froid.

d) On ne fait pas d'essais sur les barreaux entaillés.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Voitures et wagons.

c) Les essais se font au choc et à la traction.

L'ingénieur chargé des essais choisit un essieu qui, placé sur des sommiers distants de 1.066 mètre, doit recevoir cinq coups d'un mouton de 1,015 kilogrammes tombant de 6 mètres.

On retourne l'essieu après chaque coup.

Comme essai de traction, il est spécifié :

R. = 47 à 51 kilogrammes ;
Al. = 25 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Furness Railway (274 kilomètres).

Voitures et wagons.

c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essai au choc. — Cinq d'un mouton de 1,015 kilogrammes tombant de 6.095 mètres sur le milieu de essieu placé sur deux appuis distants de 914 millimètres.
On retourne l'essieu après chaque coup.

Essai de traction. — Des éprouvettes prélevées dans l'essieu doivent satisfaire :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 51 millimètres.

a et *b*) Il est prélevé un essieu sur cinquante pour servir à l'essai.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie 2 p. c. de la commande.
Les essais se font au choc et à la traction.

c) *Essai de traction :*

R. = 44 à 51 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 51 millimètres.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie de toutes les coulées 2 p. c. Tous les essieux sont du meilleur acier Bessemer.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essais au choc. — *Corps.* — L'essieu doit supporter cinq coups de mouton de 906 kilogrammes tombant d'une hauteur de 6 mètres. L'essieu repose sur des appuis distants de 1.06 mètre. L'essai est prolongé jusqu'à la rupture.

Essai de traction :

R. = 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie deux essieux par coulée.
c) L'essai se fait au choc.
Un essieu placé sur des coussinets écartés de 1.066 mètre doit supporter, sans trace de cassures, cinq coups d'un mouton de 907 kilogrammes tombant d'une hauteur de 6 mètres.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) Les essais ont lieu à raison de une par cinquante et une pièces présentées.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai au choc. — Tout essieu de 152 millimètres au plus de diamètre au corps doit être placé sur deux appuis distants de 1.067 mètre. Il doit pouvoir supporter douze coups d'un mouton de 1,015 kilogrammes tombant librement de 9.145 mètres. L'essieu est retourné après chaque coup. Pour les essieux de 108 à 114 millimètres de diamètre au corps, la chute du mouton ne sera que de 6.100 mètres.

Essai de traction. — Éprouvette de 20 millimètres de diamètre et 101 entre repères.

Elle doit être découpée à froid dans l'essieu précédemment essayé au choc. Il faut que la résistance à la rupture :

R. = 53 à 60 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 à 22 p. c.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie un essieu par lot de cinquante ou au-dessous.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie au moins un essieu par coulée et pas moins de 2 p. c. sur le total.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essai au choc. — *Corps.* — Les chocs sont supportés au milieu, l'essieu étant retourné après chaque coup.

L'essieu placé sur deux supports distants de 914 millimètres doit recevoir, sans rupture, douze coups de mouton de 1,015 kilogrammes tombant de 5.50 mètres de hauteur.

Essai de traction. — L'éprouvette découpée à froid dans l'essieu ayant subi l'essai au choc doit répondre aux conditions :

R. = 50.4 à 58 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 à 25 p. c. sur 127 millimètres,

la section initiale étant de 322 millimètres.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie toutes les coulées et au moins 2 p. c. du total.
c) Les essais se font au choc et à la traction.
Le corps seulement est essayé au choc.

Essai au choc. — L'essieu placé sur des supports écartés de 1.066 mètre, fixés sur une chabotte d'au moins dix tonnes, devra recevoir, sans trace de cassure, dix coups d'un mouton de 1,016 kilogrammes tombant de 6 mètres. L'essieu est retourné après chaque coup.

Essai de traction :

R. = 47 à 55 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 45 p. c.

Éprouvette de 322 millimètres carrés de section.
d) Les barreaux entaillés sont cassés pour l'examen de la texture du métal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie toutes les coulées à raison de deux essieux pour cent.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essai au choc. — On prélève, pour essai, un essieu par coulée ou par lot de cinquante. L'essieu placé sur des appuis distants de 1.067 mètre doit supporter, en son milieu, dix coups d'un mouton de 1,015 kilogrammes tombant de 6.100 mètres.
L'essieu sera retourné après chaque coup.
L'essieu sera tranché au milieu et aux fusées pour examen des cassures.
On prélève un échantillon pour analyse chimique.

Essai de traction. — Il faut que :

R. = 50 à 58 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 76 millimètres ;
St. = 40 p. c.

Limite élastique, 27 kilogrammes par millimètre carré.
L'éprouvette aura une section de 150 millimètres carrés et 76 millimètres de longueur, découpée dans chaque essieu ayant subi l'essai de choc.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On essaie 2 p. c. des essieux présentés, mais pas moins d'un par coulée.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

Essai au choc. — L'essai au choc est fait au mouton, l'essieu est retourné après chaque coup.

Essai de traction. — Comme essais de traction, on demande :

Limite d'élasticité.	27.5 à 32 kilogrammes.
Charge de rupture.	50 à 58 kilogrammes par millimètre carré.
Allongement	25 p. c. sur 76 millimètres.

c) On prélève l'analyse chimique du métal.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) On fait un essai par cinquante essieux.
c) Les essais se font au choc et à la traction.
Choc sur le corps et la face.
Traction sur des éprouvettes de 200 millimètres de longueur utile.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b*) 2 p. c. des essieux présentés sont essayés.
c) Les essais se font au choc et à la traction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Choc. — L'essieu placé sur deux appuis distants de 1.50 mètre reçoit les chocs d'un mouton développant un travail de 2,000 kilogrammètres. Les chocs doivent produire une flèche de 140 millimètres au milieu du corps.

Traction. — De chaque essieu soumis à l'essai, on coupe à froid deux éprouvettes dont la résistance à la traction ne doit pas être inférieure à 50 kilogrammes par millimètre carré.

d) Il n'a pas été pratiqué d'essais sur barreaux entaillés.

PAYS-BAS (CONTINENT).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b)* Toutes les coulées sont essayées et 2 p. c.

c) Les essais se font au choc et à la traction.

Choc. — L'essieu est placé sur deux points d'appui fixes distants de 1.570 mètre. Le mouton de 600 kilogrammes tombe quatre fois d'une hauteur de 5 mètres sur le milieu de l'essieu qui est retourné après chaque coup.

Traction. — Les éprouvettes sont prélevées une au centre et une près de la surface. Longueur utile, 200 millimètres; diamètre, 20 millimètres.

d) Il n'est pas fait d'essai sur barreaux entaillés, ni de trempe.

Chemins de fer central néerlandais (102 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *b)* On essaie un essieu par cinquante.

c) L'essai se fait au choc sur le corps et sur la fusée.

d) On fait aussi des essais sur barreaux entaillés.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Les coulées d'essieux sont essayées dans les conditions normales.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

a et *b)* Environ 1 p. c. des essieux présentés.

c) Les essais se font au choc et à la traction.

Choc. — L'essai se fait sur le milieu du corps.

On prélève aussi des éprouvettes de traction sur les corps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

a) Aucune coulée n'est essayée et il n'y a pas de prescription en ce qui concerne le nombre d'essieux à essayer par coulée.

b) Les essais sont faits au choc sur le milieu du corps.

Aucune prescription n'est faite concernant le prélèvement des éprouvettes dont la longueur, à la traction, doit être de 200 millimètres et le diamètre d'environ 20 millimètres.

c) Des essais sont faits sur barreaux entaillés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXIII.

Résumé des conditions de réception

COMPAGNIES.	Nombre essayé par cent essieux ou par coulée.	Essais. Partie de l'essieu essayée.	Poids du mouton Pˢ.	Hauteur de chute ou puissance vive
Chemin de fer du Sud de l'Autriche	1 sur 100	Corps.	500 kg.	6,000 k
Société austro-hongroise privilégiée.	1 par 50	—	...	3,000 k
Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien	1 sur 75	—	...	3,000 k
— de l'Etat hongrois.	1 sur 20 à 60	—	...	3,000 k
— Mohacs-Fünfkirchen	—	—	...	3,000 k
Chemins de fer de l'État belge.	1 par 50	—	0.00318 Dˢ.	P. R.
— vicinaux belges	—	—	0.34 Dˢ.	P. R.
— de l'État danois	—	—	...	3,000 k
— de l'État français	—	—	500 kg.	P
— — —	...	Fusées.	500 kg.	P
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	1 par 25	Corps.	1,000 kg.	P
— — —	...	Fusées.	500 kg.	P
— de Paris-Orléans	1 par coulée ou 1 par 25 (creuset).	Corps.	600 kg.	P
— —		Fusées.	500 kg.	Variab
— de l'Ouest français	1 par coulée ou 1 par 20.	Corps.	400 kg.	P
— — —		Fusées.	400 kg.	P
— de l'Est français	1 par coulée.	Corps.	1,000 kg.	Suivant
— — —	...	Fusées.	500 kg.	-
— du Nord français	1 par 50	Corps.	500 kg.	P
— du Midi français	1 par 21	—	1,000 kg.	Variab
Chemins de fer départementaux français	1 par 50	—	500 kg.	P
Great Western Railway.	—	—	...	-
North Eastern Railway (voitures)	—	—	1,000 kg.	P
— — (wagons).	—	—	1,000 kg.	P
North British Railway	—	—	906 kg.	P

TABLEAU XXIII.

...aux en acier pour voitures et wagons.

Nombre de coups en flèche ou allongement pour cent de fibre extrême.	Nombre des pliages.	Nombre des redressements.	Essais à la traction. Emplacement de la prise d'essai.	Charge de rupture en kil. par mill. carré.	Allongement en pour cent.	Striction en pour cent.	Dimensions des éprouvettes L × S en millimètres et en millim. carrés.	Les barreaux entaillés ont-ils été essayés ?	Quels autres essais ont été imposés ?
Flèche de 400 mill.	2	2	Portée de calage.	50 60	M. Martin, Creusot.	40 35	S = 490	...	...
— 200 —	1	1	...	...	...	...	...	...	...
Flèche de 125 à 200 mill.	1	1	Corps.	50	...	30	...	Non.	Tourné aux deux bouts de l'essieu.
Flèche de 200 mill.	1	1	...	45 à 55	...	...	240 × 490	—	...
— —	1	1	...	45 à 55	...	...	240 × 490	—	...
Un seul coup.	1	0	...	...	...	...	...	...	...
Flèche de 175 mill.	1	1	...	...	...	...	...	...	...
Non indiqué.	1	0	...	50	20	...	L = 200	Non.	...
Allong. de 10 p. c.	1	1	Partie la moins fatiguée.	45	22	...	20) × 200	—	...
Flèche de 30 mill.	1	1	— —	...	...	...	...	...	...
— 220 —	2	2	Portée de calage.	45	25	...	$L = \sqrt{80}\,S.$	Non.	...
— 23 —	1	1	...	...	...	...	...	...	...
— 200 —	2	2	Portée de calage.	45 à 50	26 à 24	55 à 50	$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$	Non.	...
— 22 —	1	1	...	...	...	...	...	...	...
— 250 —	1	1	Portée de calage.	46	25	...	100 × 200	Non.	...
Allongement de 1/10.	1	1	...	...	...	...	...	...	...
De 220 à 225 mill.	2	2	Portée de calage	45 à 55	20	*Voir* détails.	$L = \sqrt{\frac{200}{3}}\,S.$	A l'étude.	...
De 22 à 25 mill.	1	1	...	...	...	...	...	...	...
Allongem. de 5 p.c.	1	...	*Voir* détails.	...	...	...	...	...	...
Allong. de $12 + \frac{170}{D}$	1	1	—	...	...	...	...	Non.	...
— 10 p. c.	1	1	—	...	...	...	...	—	...
—	...	...	—	55	20	...	L = 200	Oui.	Pliages à chaud.
6 coups.	1	Jusqu'à rupture.	—	...	...	...	...	Non.	Pliages.
—	1	—	Près rupture	55 à 56	22	...	L = 101′	—	Pliages et élargissement.
5 coups.		Retourné à chaque coup.	—	50 à 53	22	*Voir* détails.	101 × 314	—	...
			...	55 à 63	25 à 23	...	L = 76	—	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Nombre essayé par cent essieux ou par coulée.	Partie de l'essieu essayée.	Poids du mouton Ps.	Hauteur de chute en prenant pour unité la hauteur correspondant à la vitesse de 7m,67 par seconde.	Nombre de coups ou flèche ou allongement pour cent de la rupture extrême.	Nombre des plages.	Nombre des redressements.	Emplacement de la prise d'essai.	Charge de rupture en kilog. par mill. carré	Allongement en pour cent.	Striction en pour cent.	Dimensions des éprouvettes L × S en millimètres et en millim. carrés.	Les barreaux entaillés ont-ils été essayés ?	Quels autres essais ont été imposés ?
Midland Railway	Non indiqué.	Corps.	906 kg.	6,00	5 coups.	Retourné à chaque coup.		Au centre.	63	25	...	51 × 314	Non.	...
Caledonian Railway	—	—	...	..	...	..	...	Portée quelconque.	43 à 47	25	...	L = 203	—	Plianges.
Great Eastern Railway	1 par 50	—	906 kg.	6,00	5 coups.	Retourné à chaque coup.		...	...	...	...	76 × 325	—	—
Great Northern Railway	—	—	..	..	...	...	...	...	...	...	...	..	...	—
London & South Western Railway	—	—	905 kg.	6,10	5 coups.	Retourné à chaque coup.		Portée de calage.	42 à 55	15	..	51 × 314	Non.	...
Lancashire & Yorkshire Railway	1 par coulée.	—	906 kg.	6,10	—	1	Tranché.	Non indiquée.	55	20	...	76 × 314	—	...
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	1 par 50	—	906 kg.	6,00	—	Retourné à chaque coup.		Portée de calage.	55	25	...	L = 76	—	...
Great Northern Railway (Ireland)	1 par 100	—	1,015 kg.	5,30	10 coups.	—	—	Non indiquée.	44.5 à 50	30	...	L = 51	—	...
Midland Great Western of Ireland Railway	1 par 50	—	...	-	Non indiqué.	...	...	—	...	...	...	...	—	...
Great North of Scotland Railway	2 par coulée.	—	906 kg.	6,10	5 coups.	Retourné à chaque coup.		—	55 à 63	28	...	51 × 314	—	Plianges.
Belfast & Northern Counties Railway	Non indiqué.	—	1,015 kg.	6,00	—	—	—	—	47 à 51	27	...	...	...	...
Furness Railway	1 par 50	—	1,015 kg.	6,10	—	—	—	—	55	25	...	L = 51	Non.	...
Taff Vale Railway	—	Non indiqué.	...	-	...	...	...	...	44 à 51	25	..	—	—	...
London, Tilbury & Southend Railway	—	Corps.	905 kg.	6,00	5 coups.	Jusqu'à rupture.		...	47	25	...	...	...	...
Metropolitan Railway	—	—	1,015 kg.	9,14	12 coups.	Retourné à chaque coup.		Non indiquée.	53 à 60	25 à 22	...	101 × 314	Non.	...
New Zealand Government Railway	—	Non indiqué.	...	-	...	...	...	—	...	...	...	...	...	...
South Australia Government Railway	—	Corps.	1,015 kg.	5,30	12 coups.	Retourné à chaque coup.		—	50.4 à 58	25 à 20	...	127 × 322	Non.	...
Western Australia Government Railway	—	—	1,015 kg.	6,00	10 coups.	—	—	—	47 à 55	...	45	S = 322 mill.².	—	...
Natal Government Railway	—	—	1,015 kg.	6,10	—	Tourné tous les deux coups.		—	50 à 58	25	40	76 × 150	—	...
East Indian Railway	—	—	...	Non indiqué.	—	Retourné à chaque coup.		Élasticité.	27					
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	—	Corps et fusées.	Non indiqué.	2,00	—	...	...	...	50 à 58	25	...	L = 76	...	...
Réseau de l'Adriatique (Italie)	—	Corps.	...	7	Flèche de 140 mill.	...	...	Élasticité. Non indiquée.	27 à 22	...	...	L = 200	...	...
Chemins de fer de l'État néerlandais	—	—	600 kg	-	4 coups.	Retourné à chaque coup.		...	50	...	...	...	Non.	...
— néerlandais	—	Corps et fusées.	...	-	...	...	...	...	...	...	...	200 × 314	...	...
— de Vladicaucase (Russie)	Non indiqué.	...	...	-	—	...	...	...	...	...	...	...	Oui.	...
Chemin de fer Central suisse	1 par 100	Corps.	Non indiqué.	-	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...
— du Gotthard (Suisse)	Non indiqué.	—	...	-	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...
					—	...	...	Non indiquée.	...	...	...	L=200 D=20	Oui.	...

*

ANNEXE XXII.

—

Essieux. — Usinage.

Questionnaire.

—

a) Les essieux sont-ils tournés partout ou seulement aux portées de calage et aux fusées?
b) Les fusées sont-elles rodées avant la mise en service?
Sur coussinets ou non?

Réponses.

—

AUTRICHE.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés partout.
b) Les fusées sont rodées avant la mise en service.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux ne sont tournés qu'aux portées de calage et aux fusées.
b) Les fusées ne sont pas rodées avant la mise en service.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Depuis quelques années, les essieux sont tournés partout.
b) Les fusées sont rodées et les coussinets ajustés avant la mise en service.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés partout.
b) Les fusées sont rodées et les coussinets ajustés avant la mise en service.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés sur toute leur longueur.
b) Les fusées sont rodées à l'émeri avant la mise en service, mais elles ne sont pas rodées sur les coussinets.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés partout.
b) Les fusées sont rodées et les coussinets ajoutés avant la mise en service.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés aux portées de calage et aux fusées.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés aux portées de calage et aux fusées.
b) Les fusées ne sont pas rodées avant la mise en service.

ESPAGNE.

Chemins de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (293 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés aux portées de calage et aux fusées.
b) Les fusées sont polies.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,599 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux ne sont tournés qu'aux portées de calage et aux fusées.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps des essieux est brut de forge, mais bien paré.
Les fusées et les portées de calage sont tournées avec le plus grand soin.
b) Les fusées sont entièrement finies à la plane, mais ne sont pas rodées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés aux portées de calage, aux fusées et sur le collet raccordant la portée de calage à la fusée.

b) Les fusées ne sont pas rodées avant la mise en service.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés sur toute leur surface.

b) Les fusées sont rodées en service, les coussinets ayant préalablement été ajustés au minium sur les fusées.

Ouest (5,534 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les portées de calage et les fusées sont tournées, le corps reste brut.

b) On ne prescrit pas le rodage des fusées, mais celles-ci sont généralement rodées pour la mise en état, après montage des roues et avant ajustage des coussinets.

Est (4,833 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

b) Les fusées sont polies à l'émeri avant la mise en service.

On ne fait pas de rodage sur coussinets.

Nord (3,745 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

b) Les fusées sont rodées sur coussinets.

Midi (3,236 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

b) Les fusées sont rodées sur coussinets.

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres

Voitures et wagons.

a) Les corps des essieux sont bruts.

b) Le rodage a lieu en service.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les corps des essieux sont bruts de forge.

b) Le rodage a lieu en service.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux ne sont tournés qu'aux portées de calage, aux fusées et à leurs congés
b) Les fusées ne sont pas rodées avant la mise en service.

North British Railway (2,144 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut. On ne tourne que les fusées, les portées de calage et leurs collets.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les corps des essieux sont bruts de forge.
b) Les fusées ne sont pas rodées.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les corps des essieux sont bruts de forge.
b) Les fusées ne sont pas rodées.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les corps restent bruts de forge; les portées de calage et les fusées sont tournées
b) Les fusées ne sont pas rodées avant la mise en service.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

Voitures.

a) Les essieux sont tournés partout.

Wagons.

a) Les portées de calage et les fusées seulement sont tournées.

Voitures et wagons.

b) Les fusées ne sont pas rodées.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.
b) Les fusées ne sont pas rodées.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les corps restent bruts de forge.
b) Les fusées sont rodées sur coussinets.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés partout.

b) Les fusées ne sont pas rodées avant la mise en service, mais sur coussinets, aux trains de petite vitesse, jusqu'à ce qu'elles s'appliquent bien partout.

Great Northern of Ireland Railway (874 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

b) Les fusées ne sont pas rodées.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut de forge.

b) Les fusées ne sont pas rodées avant la mise en service.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

b) Les fusées ne sont pas rodées.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

b) Les fusées ne sont pas rodées.

Furness Railway (274 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

b) Les fusées ne sont pas rodées.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

b) Les fusées ne sont pas rodées.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

b) Les fusées ne sont pas rodées.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les corps des essieux restent bruts de forge.

b) Les fusées ne sont pas rodées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.
b) Les fusées ne sont pas rodées.

Cape Government Railway (3,098 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.
b) Les fusées ne sont pas rodées.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.
b) Les fusées ne sont pas rodées.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés partout.
b) Les fusées ne sont pas rodées.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.
b) Les fusées sont rodées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés seulement aux fusées et aux portées de calage.
b) Les fusées sont rodées sur coussinet avant la mise en service.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres)

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.
b) Les fusées sont rodées en service sur coussinets.

NORVÈGE.

Chemin de fer de Christiania à Eidsvold (68 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le corps de l'essieu reste brut.
b) Les fusées ne sont pas rodées.

PAYS-BAS (CONTINENT).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,104 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés partout.
b) Les fusées sont rodées, mais non sur les coussinets.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés partout.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux ne sont tournés qu'aux portées de calage et aux fusées.
b) Les fusées sont rodées à l'émeri, sur collier en bois, avant la mise en service

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés partout.
b) Les fusées sont rodées.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les essieux sont tournés partout.
b) Les fusées ne sont pas rodées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXIV.

Usinage des essieux de voitures et de wagons.

COMPAGNIES.	Les essieux sont-ils tournés sur toute leur surface?	Les fusées sont-elles rodées avant la mise en service?
Chemin de fer du Sud de l'Australie	Oui	Oui.
Chemins de fer de l'État autrichien	Non, au corps seulement.	Non.
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	Oui, depuis peu.	Oui.
— du Nord-Ouest autrichien	Oui.	—
Chemins de fer de l'État hongrois	...	—
— de Mohacs-Fünfkirchen	...	—
— de l'État belge	...	—
Chemin de fer de Liége à Maestricht	Non, au corps seulement.	...
Chemins de fer vicinaux belges	— —	Oui.
Chemin de fer de Médina à Zamora	— —	Non.
Chemins de fer de l'État danois	Oui.	...
— de l'État français	Non, au corps seulement.	Non.
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	— —	—
— de Paris-Orléans	Oui.	Oui.
— de l'Ouest français	Non, au corps seulement.	—
— de l'Est français	— —	Non.
— du Nord français	— —	Oui.
— du Midi français	— —	—
Chemins de fer départementaux français	— —	Non.
Great Western Railway	— —	—
North Eastern Railway	— —	—
— British Railway	— —	...
Midland Railway	— —	Non.
Caledonian Railway	— —	—
Great Eastern Railway	— —	—
— Northern Railway (voitures)	Oui.	—
— — (wagons)	Non, au corps seulement.	—
London & South Western Railway	— —	—
Lancashire & Yorkshire Railway	— —	Oui.
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	Oui.	Non.
Great Northern of Ireland Railway	Non, au corps seulement.	—
Midland Great Western of Ireland Railway	— —	—
Great North of Scotland Railway	— —	—
Belfast & Northern Counties Railway	— —	—
Furness Railway	— —	—
Taff Vale Railway	— —	—
London, Tilbury & Southend Railway	— —	—
Metropolitan Railway	— —	—
New South Wales Government Railway	— —	—
Cape Government Railway	— —	...
New Zealand Government Railway	— —	...
South Australia Government Railway	— —	Non.
Western Australia Government Railway	— —	—
Natal Government Railway	Oui.	—
East Indian Railway	Non, au corps seulement.	...
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	— —	Non.
Réseau de l'Adriatique (Italie)	— —	Oui.
Chemin de fer du Nord de Milan	— —	Non.
— de Christiania à Eidsvold	— —	—
Chemins de fer de l'État néerlandais	Oui.	Oui.
Chemin de fer Central néerlandais	—	...
— de Vladicaucase (Russie)	Non, au corps seulement.	Oui.
Central suisse	— —	—
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	— —	Non.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XXIII.

Roues. — Centres.

Questionnaire.

a) Appliquez-vous des centres de roues en acier matricé ou en acier moulé?
b) Quelle pression de calage demandez-vous?
c) Avez-vous un appareil enregistrant cette pression?

Réponses.

AUTRICHE.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie soit des roues en fer forgé, soit des roues à toiles en acier coulé, soit des roues en acier moulé à toiles ondulées, soit enfin des roues en fonte en coquille.
b) La pression de calage est de 60,000 à 70,000 kilogrammes pour les roues à rais ou à toiles pleines, et 30,000 à 40,000 kilogrammes pour les roues en fonte.
c) Cette pression est enregistrée par un appareil.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres de roues sont moulés en fer fondu Martin doux.
b) La pression de calage varie de 40,000 à 50,000 kilogrammes.
c) Cette charge de la presse n'est indiquée que par des manomètres.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Jusqu'en 1898, la préférence était accordée aux centres de roues en fer forgé; depuis 1899, on emploie des centres matricés ou en acier moulé.
b) La pression de calage est de 60,000 à 80,000 kilogrammes.
c) La charge indiquée par le manomètre est enregistrée par un appareil approprié.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie exclusivement des roues en acier moulé.
b) La pression de calage est de 45,000 à 50,000 kilogrammes.
c) On n'a pas d'enregistreur spécial de la pression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres de roues sont en acier moulé (acier Martin doux). On emploie aussi des centres formés de rails forgés ou de moyeu en fonte coulé en coquille. Dans ce dernier cas, le wagon ne devra pas être muni d'appareils de frein.
b) La pression de calage est au moins égale à 40,000 kilogrammes.
c) Il n'est pas employé d'appareil spécial enregistreur.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On autorise la fourniture des centres de roues en acier matricé.
b) La pression de calage est de 35,000 kilogrammes pour des fusées de 205 × 110 millimètres et 170 × 97 millimètres; elle est de 30,000 kilogrammes pour des fusées de 150 × 80 millimètres.
c) On emploie un appareil enregistreur de pression.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

Voitures et wagons.

b) La pression de calage est de 35,000 kilogrammes pour les roues à fusées de $^{13}/_{70}$.
c) On ne fait pas usage d'appareil enregistreur spécial.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) La pression de calage est de 25,000 à 50,000 kilogrammes.
c) On ne fait pas usage d'appareil enregistreur spécial.

ESPAGNE.

Chemins de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (393 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres de roues sont en acier matricé.
b) La pression de calage est de 60,000 kilogrammes.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État danois (1,699 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres de roues sont en fer forgé.
c) La pression de calage est déterminée de façon à obtenir une demi-tonne par millimètre du diamètre de calage de l'essieu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'applique pas les centres de roues en acier matricé ou en acier moulé
b) La prèssion de calage est de 35,000 à 45,000 kilogrammes.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On ne fait pas usage de centres de roues en acier matricé ou en acier moulé.
b) La pression de calage est de 20,000 kilogrammes au moins.
c) On ne fait pas usage d'appareil enregistreur spécial.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les roues sont en fer forgé matricé.
b) La pression de calage est de 40,000 à 50,000 kilogrammes.
c) On utilise les manomètres des presses à caler.

Ouest (5,534 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres de roues sont exclusivement en fer forgé matricé.
b) La pression de calage est de 25,000 à 35,000 kilogrammes.
c) On utilise les manomètres des presses à caler.

Est (4,833 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'emploie que les roues en fer forgé (types Arbel, Brunon, de Dietrich).
b) La pression de calage est de 25,000 à 35,000 kilogrammes.
c) On n'a pas d'appareil enregistreur spécial.

Nord (3,745 kilomètres).

Voitures.

a) On emploie les corps des roues en fer, à centres pleins, pour les voitures et fourgons, et les corps de roues en fer, à centres pleins et nervurés, système Arbel, pour les voitures à bogies.
b) La pression de calage est de 40,000 à 60,000 kilogrammes.

Wagons.

a) On emploie des centres à rayons en fer forgé ou rayons doubles en fer laminé, système Brunon.
b) La pression de calage est de 35,000 à 45,000 kilogrammes.

Midi (3,236 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les roues sont en fer matricé.
b) La pression de calage est de 25,000 à 35,000 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les roues sont en fer forgé.
b) La pression de calage est de 25,000 à 35,000 kilogrammes.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres)

Voitures.

a) On emploie les centres Mansell en fer ou en acier forgé.

Wagons.

a) Il n'est pas fait usage de l'acier.
b) La pression de calage est de 60,000 kilogrammes au moins.
c) On a employé un appareil enregistreur de pression.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres de roues sont en acier forgé à l'étampe.
b) La pression de calage doit être supérieure à 60,000 kilogrammes.

North British Railway (2,144 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Il n'est pas fait usage de centres en acier matricé ou en acier moulé.
b) La pression de calage doit être supérieure à 400 kilogrammes par millimètre de diamètre de l'essieu de calage.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Voitures.

a) Les centres sont en bois de teck avec moyeu en fonte.

Wagons.

a) On utilise les centres en fer forgé.

Voitures et wagons.

b) La pression de calage est de 50,000 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Voitures

a) Les centres sont en bois de teck.

Wagons.

b) Les centres sont en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voitures et wagons.

b) La pression de calage est de 400 kilogrammes par millimètre de diamètre d'essieu au calage.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'applique pas de centres de roues en acier matricé ou en acier moulé.
b) La pression de calage ne doit pas être inférieure à 51,000 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'emploie pas les centres de roues en acier matricé.

Voitures.

b) La pression de calage est de 70,000 kilogrammes.

Wagons.

b) La pression de calage est de 61,000 kilogrammees.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Voitures.

a) On utilise des centres en bois et des rayons en fonte.
Le bois est doublé de tôle d'acier.

Wagons.

a) Les roues sont à rayons en fer et moyeu en fonte.

Voitures et wagons.

b) La pression de calage est au moins égale à 40,625 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On utilise l'acier moulé pour les centres.
b) La pression de calage est de 50,800 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Voitures.

a) Les roues sont en bois de teck.

Wagons.

a) Les roues sont en fer forgé

Voitures et wagons.

b) La pression de calage est de 70,000 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres ne sont pas en acier matricé ou moulé.
b) La pression de calage varie de 400 à 500 kilogrammes pour millimètre de diamètre.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Voitures.

a) Les centres sont en teck.

Wagons.

a) Les centres sont en acier moulé.

Voitures et wagons.

b) La pression de calage est de 30,000 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Il n'est pas fait usage de l'acier matricé ou moulé.
b) La pression de calage est de 45,700 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Voitures.

a) On utilise les centres à disques pleins (système Histon).

Wagons.

a) Les centres sont en fer corroyé et matricé.

Voitures et wagons.

b) La pression de calage est de 50,800 kilogrammes.
c) On utilise un appareil enregistreur.

Furness Railway (274 kilomètres).

Voitures.

a) On utilise les centres en bois.

Wagons.

a) On utilise les centres en fer forgé.

Voitures et wagons.

b) La pression de calage est de 50,800 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

Voitures.

a) On utilise les roues à disques en bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Wagons.

a) On utilise des roues en fer corroyé.

Voitures et wagons.

b) La pression de calage est de 50,800 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

a) Il n'est pas fait usage de centres en acier matricé ou moulé.
Les rais et la jante sont en fer forgé.
Le moyeu est en acier moulé.
Les soudures doivent être parfaites.
b) La pression de calage varie de 40,640 à 30,480 kilogrammes.
c) La pression de calage est mesurée au manomètre seulement.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres de roues sont en fer forgé.

Rhymney Railway (122 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres sont en acier moulé.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres sont généralement en fer forgé.
b) La pression de calage est 60,940 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

Voitures.

a) On utilise les centres en fer corroyé pour les roues à rayons ou des centres en bois (Mansell) pour voitures parcourant les lignes côtières.

Wagons.

a) On utilise le fer corroyé pour les roues à rayons.

Voitures et wagons.

b) La pression de calage est de 400 kilogrammes par millimètre de diamètre d'essieu.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres sont en fer corroyé.
b) La pression de calage est de 25,400 à 30,470 kilogrammes.
c) On utilise un appareil enregistreur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie les centres en fer forgé avec rayons soudés.
b) La pression de calage est de 236 à 393 kilogrammes par centimètre carré de surface du trou au milieu de la roue.
c) On se sert du manomètre seulement.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres sont en fer forgé.
b) La pression de calage est de 61,000 à 70,000 kilogrammes.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'utilise pas les roues en acier.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les roues sont en acier doux d'une seule pièce laminée ou matricée.
On n'utilise pas l'acier moulé.
b) La pression de calage est de 70,000 à 80,000 kilogrammes.
c) Comme appareil enregistreur on utilise seulement le manomètre de la presse hydraulique et la soupape de sûreté.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les centres sont en acier matricé.
b) La pression de charge est de 60,000 kilogrammes.

NORVÈGE.

Chemin de fer de Christiania à Eidsvold (68 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Il n'est pas fait usage de l'acier.
b) La pression de calage est de 59,000 à 75,000 kilogrammes.

PAYS-BAS (CONTINENT).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les roues sont en acier doux ou en fer fondu matricé et laminé. Il faut que la résistance à la rupture soit au moins égale à 40 kilogrammes par millimètre carré et Al. 20 p. c.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) Le calage doit s'opérer à 75,000 kilogrammes.
c) Le manomètre de la presse hydraulique sert d'appareil enregistrant la pression de calage.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier matricé et l'acier moulé.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie exclusivement l'acier moulé pour les centres de roues.
b) La pression de calage est de 44 à 63,000 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur de pression.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie les roues pleines en fer fondu.
b) La pression de calage est de 45,000 kilogrammes.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres)

Voitures et wagons.

a) Les centres de roues sont en fer forgé.
b) La pression de calage est de 50 à 70,000 kilogrammes.
c) On emploie un appareil enregistreur de pression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXV.

Résumé de l'application de l'acier dans la confection des centres de roues pour voitures et wagons.

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.	Matières des centres.	Pression de calage en tonnes T	A-t-on un appareil enregistreur de pression?	
Chemin de fer du Sud de l'Autriche	Voitures et wagons.	Fer, fonte ou acier moulé.	60,000 à 70,000 k.	Appareil de la machine.	
— —	— —		30 à 40 (fonte)	—	—
Société austro-hongroise privilégiée	— —	Acier moulé.	40 à 50	—	—
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	— —	Fer et acier moulé.	60 à 80	—	—
— du Nord-Ouest autrichien	— —	Acier moulé.	45 à 50	—	—
Chemins de fer de l'État hongrois	— —	—	40	—	—
Chemin de fer de Mohacs-Fünfkirchen	— —	—	40	—	—
Chemins de fer de l'État belge	— —	—	30 à 35	—	—
Chemin de fer de Liége à Maestricht	— —	...	35	—	—
Chemins de fer vicinaux belge	— —	...	25 à 50	—	—
Chemin de fer de Medina à Zamora	— —	Acier matricé.	60	—	—
Chemins de fer de l'État danois	— —	Fer.	0.5 × D millim.	—	—
— de l'État français	— —	—	30 à 45	—	—
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	— —	—	20	—	—
— de Paris à Orléans	— —	—	40 à 50	—	—
— de l'Ouest français	— —	—	25 à 35	—	—
— de l'Est français	— —	—	25 à 35	—	—
— du Nord français	Voitures.	—	40 à 60	—	—
— —	Wagons.	—	35 à 45	—	—
— du Midi français	Voitures et wagons.	—	25 à 35	—	—
Chemins de fer départementaux français	— —	—	25 à 35	—	—
Great Western Railway	Voitures.	Bois.	60	—	—
— —	Wagons.	Fer.	60	—	—
North Eastern Railway	Voitures et wagons.	Acier étampé.	60	—	—
North British Railway	—	Fer.	0.4 × D millim.	—	—
Midland Railway	Voitures.	Bois.	0.4 × D millim.	—	—
— —	Wagons.	Fer.	0.4 × D millim.	—	—
Caledonian Railway	Voitures.	Bois.	0.4 × D millim.	—	—
— —	Wagons.	Fer.	0.4 × D millim.	—	—
Great Eastern Railway	Voitures et wagons.	—	51	—	—
Great Northern Railway	Voitures.	...	70	—	—
— —	Wagons.	...	61	—	—
London & South Western Railway	Voitures.	Bois.	40	—	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.	Matières des cendres.	Pression de callage en tonne T.	A-t-on un appareil enregistreur de pression?
London & South Western Railway	Wagons.	Fer et fonte.	40	Appareil de la machine.
Lancashire & Yorkshire Railway	Voitures et wagons.	Acier moulé.	51	— —
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	Voitures.	Bois.	70	— —
— — —	Wagons.	Fer.	70	— —
Great Northern Railway	Voitures et wagons.	Acier matricé ou moulé.	(0.4 à 0.5, D mill.	— —
— —	...		...	...
Midland Great Western of Ireland Railway	Voitures.	Bois.	30	Appareil de la machine.
— —	Wagons.	Acier moulé.	30	— —
Great North of Ireland Railway	Voitures et wagons.	...	45	— —
Belfast & Western Counties Railway	Voitures.	...	51	— —
— —	Wagons.	Fer.	51	— —
Furness Railway	Voitures.	Bois.	51	— —
—	Wagons.	Fer.	51	— —
Taff Vale Railway	Voitures.	Bois.	51	— —
— —	Wagons.	Fer.	51	— —
London, Tilbury & Southend Railway	Voitures et wagons.	Fer et acier moulé.	30 à 40	— —
Metropolitan Railway	— —	Fer.	...	...
Rhymney Railway	— —	Acier moulé.	...	...
New South Wales Government Railway	— —	Fer.	61	Appareil de la machine.
Cape Government Railway	Voitures.	Bois.	0.4 × D millim.	— —
— —	Wagons.	Fer.	0.4 × D millim.	— —
New Zealand Government Railway	Voitures et wagons.	—	25 à 30	— —
South Australia Government Railway	— —	—	236 à 393 kilog. par centim. carré de surface du trou des moyeux.	— —
East Indian Railway	— —	—	61 à 70	— —
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	— —	Pas en acier.	...	...
Réseau de l'Adriatique (Italie)	— —	Acier matricé.	70 à 80	Appareil de la machine.
Chemin de fer du Nord de Milan	— —	—	60	— —
— de Christiania à Eidsvold	— —	Pas en acier.	50 à 70	— —
Chemins de fer de l'État néerlandais	— —	Acier matricé.	75	— —
Chemin de fer Central néerlandais	— —	Acier forgé, acier moulé.	...	— —
Chemins de fer de Vladicaucase (Russie)	— —	Acier moulé.	44 à 63	— —
Central suisse	— —	Fer fondu.	45	— —
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	— —	Fer forgé.	50 à 70	— —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XXIV.

Bandages de roues pour voitures et wagons.

Questionnaire.

a) Quelle qualité employez-vous pour les bandages en acier ?
b) Essayez-vous toutes les coulées et combien de bandages par coulée ?
c) Quels essais faites-vous subir aux bandages par choc ?
A la traction sur éprouvettes ?
Où prélevez-vous les éprouvettes ?
d) Avez-vous pratiqué le procédé de double trempe sur les bandages ?
(Prière de joindre le cahier des charges relatif à la fourniture des bandages et la spécification relative à la fourniture des essieux montés.)

Réponses.

AUTRICHE.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier fondu au creuset ou l'acier Martin.
b et *c*) On essaie un bandage sur centre en lui faisant subir les mêmes essais que pour un bandage de locomotive.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont de la même qualité que ceux de locomotives et de tenders.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier Martin.
b) Les bandages sont groupés par lots de cinquante à soixante sur lesquels on en prélève un pour essais.

Essai au choc. — Le bandage soumis au choc d'un mouton développant 3,000 kilogrammes doit subir une déformation de 12 p. c. du diamètre intérieur primitif.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les essais de traction, il faut que :

R. = 45 à 55 kilogrammes par millimètre carré.

Les éprouvettes cylindriques sont découpées dans la partie la moins fatiguée du bandage ayant subi l'épreuve du choc.

Il n'est pas pratiqué de procédé de double trempe sur les bandages.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier fondu.

b) On essaie deux bandages servant au choc.

La force vive développée par le mouton est de 3,000 kilogrammes; on continue les chocs jusqu'à déformation de 12 p. c. du diamètre.

c) On prélève deux éprouvettes de traction sur le bord et une au milieu.

d) Il n'est pas pratiqué de procédé de double trempe.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier Martin.

b) L'essai se fait toujours sur des groupes formés de cinquante à soixante essieux.

Si la coulée est assez importante pour servir à la fabrication de cinquante à soixante bandages, chaque coulée est essayée séparément; dans le cas contraire, le groupe se compose de deux ou de plusieurs coulées.

c) Les bandages sont essayés comme ceux des locomotives.

d) Il n'a pas été procédé à la double trempe.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier Bessemer ou Martin de bonne qualité, dont la teneur en carbone n'est pas inférieure à 0,3 p. c.

On dose le carbone sur un dixième des bandages d'une même coulée.

b) On essaie un bandage par coulée.

c) Les facteurs de l'essai au choc doivent satisfaire à la relation suivante :

p = poids du mouton;
h = hauteur de chute;
l = largeur en millimètres;
e = épaisseur en millimètres.

Voitures.

$p = 0.01286 \, . \, b.e^2$.

Trois coups de mouton, avec une déformation de $^1/_7$ après le deuxième coup.

Wagons.

$p = 0.01119 \, . \, b.e^2$.

Un coup de mouton.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voitures et wagons.

d) Il n'est pas pratique d'essai de traction ni de double trempe.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Martin-Siemens.
b) On essaie un bandage par coulée de cinquante ou fraction de cinquante.

c) *Essai au choc.* — On demande trois coups de mouton d'une puissance vive de 4,000 kilogrammètres. Après le deuxième coup, la diminution du diamètre intérieur vertical doit être inférieur à $^1/_8$.
Il n'est pas fait d'essai de traction.
d) On n'a pas essayé le procédé de la double trempe.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On spécifie l'acier Martin-Siemens, obtenu exclusivement par le procédé acide avec des fontes, des fers et des aciers de toute première qualité.
b) Les épreuves de réception sont faites à raison d'une pièce par lot de cinquante semblables présentées à la réception, ou fraction de cinquante.
c) Le bandage d'essai est d'abord chauffé à 3,000°, puis plongé dans l'eau à 18 degrés.

Essai au choc. — Le mouton de 1,000 kilogrammes tombe de 10 mètres pour un bandage de 65 millimètres d'épaisseur, six coups sans rupture.
L'épaisseur augmentant ou diminuant de 1 millimètre, la hauteur de chute augmentera ou diminuera de 100 millimètres.

Essai de traction. — Une éprouvette est prélevée dans la partie la moins fatiguée par l'épreuve au choc. Elle doit satisfaire aux conditions :

R. = 65 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 à 18 p. c.

200 millimètres entre les repères.
d) Il n'est pas procédé à la double trempe sur les bandages.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les lingots pour la fabrication des bandages sont composés d'acier fondu sur sole fabriqué par les procédés Martin-Siemens ou Martin-Pernot.
Le mode de coulée à la poche est seul admis, à l'exclusion du mode de coulée dit « à la baguette » et de tout autre mode de coulée.
Les lingots obtenus sont martelés, bigornés et laminés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les bandages sont tous soumis à un recuit effectué à la volée ou à la chute de température.

Le fournisseur est tenu de mouler, dans chaque coulée, un ou plusieurs lingots qui sont marqués au poinçon du numéro de la coulée; ces lingots sont chauffés et étirés au marteau en barres carrées dont la section est $^1/_8$ de la section du lingot. Ces barres sont ensuite recuites à la volée au rouge orange clair. Dans les barres ainsi préparées on découpe, à la machine-outil ou au tour, des éprouvettes ayant les dimensions indiquées ci-après, ces éprouvettes sont essayées à la traction.

b) Les agents de la Compagnie choisissent un bandage par lot de vingt-cinq au plus pour être soumis aux épreuves de réception; dans le cas où le lot est composé de bandages provenant de plusieurs coulées, ces agents prennent à leur choix le bandage d'épreuve dans une quelconque des coulées qui composent le lot.

c) *Épreuves au choc.* — On fait tomber de 4.500 mètres un mouton de 600 kilogrammes sur le sommet du bandage placé de champ.

Pour cette épreuve, le poids P du marteau pourra être augmenté jusqu'à 100 kilogrammes au maximum; dans ce cas, la hauteur de chute sera réduite de manière que le produit P × H soit toujours égal à 2,700 kilogrammètres.

Les bandages doivent supporter, sans se rompre, trois chocs identiques; l'épreuve est ensuite prolongée jusqu'à la rupture.

Épreuves de traction. — Dans la partie de bandage la moins fatiguée par l'épreuve au choc, on découpe un tronçon qui est chauffé et étiré au marteau en une barre carrée, dont la section est $^1/_8$ de la section du bandage.

Cette barre est ensuite recuite à la volée.

Dans cette barre on découpe une éprouvette, dont la section utile est de 500 millimètres carrés environ avec 200 millimètres entre les repères. Quelle que soit la destination des bandages, l'éprouvette doit présenter à la rupture une résistance comprise entre 70 à 78 kilogrammes par millimètre carré de la section primitive et un allongement de 15 p. c.

d) Il n'est pas employé de procédé de double trempe.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier dur.

b) On essaye un bandage par coulée.

c) Pour les bandages de 73 millimètres d'épaisseur, on spécifie trois coups d'un mouton de 600 kilogrammes tombant de 6 mètres de hauteur et quatre coups pour bandages de 78 millimètres d'épaisseur.

Essai de traction. — Les conditions sont :

R. = 65 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 19 p. c.;
St. = 35 p. c.

On prélève les éprouvettes dans les parties les moins fatiguées par l'essai au choc et vers le roulement: une éprouvette au-dessous du boudin, une deuxième au-dessous du roulement, une troisième vers l'intérieur.

d) Il n'est pas employé de procédé de double trempe.

Chemin de fer de l'Ouest (5,534 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier satisfaisant à :

R. = 55 kilogrammes par millimètre;
Al. = 18 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) On essaie toutes les coulées, à raison de un bandage par cinquante ou fraction de cinquante bandages.

c) *Essai au choc.* — On demande trois coups d'un mouton de 1,000 kilogrammes tombant de 4 mètres de hauteur.

Essai de traction. — On prélève à froid une éprouvette dans la partie la moins fatiguée du bandage essayé.

d) Il n'est pas fait usage de la trempe ou de la double trempe.

Chemin de fer de l'Est (4,833 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On utilise l'acier Bessemer ou Martin.

b) Un bandage d'essai est prélevé par coulée et au minimum sur cinquante bandages présentés.

c) *Essai au choc.* — On demande quatre chocs sans rupture. Le mouton, qui pèse 1,000 kilogrammes, tombe de 5 mètres pour les bandages de 65 millimètres, après chauffage et trempe comme pour l'embattage.

Essai de traction. — Les éprouvettes sont découpées à froid dans le sens du laminage. Elles doivent satisfaire aux conditions :

R. moyenne = 52 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. moyen = 20 p. c.

On prélève l'éprouvette dans la partie la moins fatiguée du bandage essayé au choc et généralement vers le roulement.

d) On n'emploie pas le procédé de double trempe.

Nord (3,745 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Martin à sole acide ou basique.

b) Il est essayé un bandage par coulée, et au minimum un bandage par cinquante ou fraction de cinquante bandages présentés.

c) *Essai au choc.* — Le bandage est placé de champ sur point d'appui très résistant. On utilise un mouton de 1,000 kilogrammes avec une hauteur de chute de 4,400 mètres.

Le bandage doit supporter trois coups de mouton ; l'essai est ensuite continué jusqu'à rupture du bandage, qui est entaillé au besoin.

La texture doit être homogène.

Essai de traction. — On prélève sur les morceaux des éprouvettes de traction cylindriques de 15 millimètres de diamètre et de 100 millimètres entre les repères. Elles doivent satisfaire aux conditions :

R. = 55 à 60 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 18 à 16 p. c.

Les éprouvettes sont prélevées dans les parties les moins fatiguées par le choc et dans le voisinage du cercle de roulement.

d) Les bandages sont simplement recuits à la volée sans trempe.

Midi (3,236 kilomètres).

Voitures et wagons.

b) Toutes les coulées sont essayées à raison de un bandage par cinquante et un au plus.

c) *Essai de déformation et de choc.* — Le bandage tourné intérieurement à 46 millimètres d'épaisseur,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

après avoir été, sous une pression de 30,000 kilogrammes, aplati à la presse de 17 p. c. de son diamètre intérieur primitif, est soumis, dans le sens de son grand diamètre, au choc du mouton de 1,000 kilogrammes tombant, le premier coup, d'une hauteur de 5 mètres et les autres coups d'une hauteur telle que, par l'effet des trois coups réunis, le diamètre intérieur vertical de l'ellipse soit réduit aux quatre-vingt-trois centièmes du diamètre intérieur du bandage après l'alésage.

Essai de traction. — On ne procède à cet essai qu'à titre de renseignement. Les éprouvettes sont prélevées dans l'endroit qui a le moins souffert des essais à la presse et des essais au choc.

d) Il n'est pas fait usage de la trempe.

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

Voitures et wagons.

b) On essaie un bandage par coulée au moins.

c) *Essai au choc.* — On utilise un mouton de 1,000 kilogrammes tombant d'une hauteur de 2.50 mètres; la flèche produite par ce dernier choc devra être comprise entre 25 et 30 millimètres. Le bandage doit ensuite supporter deux autres coups du même mouton tombant d'abord de 2.50 mètres et ensuite de 5 mètres.

Ces conditions sont appliquées à un bandage de 586 millimètres de diamètre intérieur et 52 millimètres d'épaisseur.

Pour le bandage de 616 millimètres de diamètre et 52 millimètres d'épaisseur, le mouton de 1,000 kilogrammes doit tomber d'abord d'une hauteur de 2,600 mètres produisant une flèche de 32 millimètres. Les deux autres chocs du même mouton tomberont de 5 mètres de hauteur.

Essais de traction. — Les conditions sont :

R. = 60 à 67 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 17 p. c. sur 100 millimètres entre les repères.

Section initiale, 200 millimètres.

Ces éprouvettes sont prélevées à l'endroit le moins fatigué par l'essai au choc et le plus près possible du roulement.

d) Il n'est pas fait usage de la double trempe.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Voitures.

a) On spécifie des bandages à haute teneur en carbone.

Wagons.

a) On spécifie des bandages en acier Martin.

Voitures et wagons.

b) On essaye 2 p. c. des bandages environ.
c) Les essais ont lieu au choc et à la traction.
d) Il n'est pas fait usage de la double trempe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Voitures et wagons.

b) On n'essaye pas toutes les coulées.

c) *Essais de déformation.* — Ces essais ne portent que sur 2 p. c. de la fourniture.
La déformation demandée est d'un sixième du diamètre intérieur, soit à la presse hydraulique, soit au choc d'un mouton de 1,000 kilogrammes environ tombant de 3.050 mètres avec augmentation de 1.520 mètre de hauteur par choc.
Diamètre de l'éprouvette, 20.2 millimètres.

Essai de pliage. — Pliage à 90° d'une barre de 25 × 25 × 203 millimètres.

Essai d'élargissement. — Un trou de 16 millimètres percé dans une plaque de 101 × 101 × 19 millimètres doit pouvoir être élargi jusqu'à 38 millimètres à l'aide d'un marteau conique. La double trempe n'est pas pratiquée.

Voitures.

Essai d'analyse chimique. — L'analyse doit accuser une composition comme ci-dessous :

0.2 p. c. de silicium au plus ;
0.05 p. c. de soufre ou de phosphore au plus ;
0.4 à 0.45 p. c. de carbone au moins.

Essai de traction. — On spécifie les conditions suivantes.

R. = 63 à 66 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 101 millimètres entre repères.

Diamètre de l'éprouvette, 20.2 millimètres.

Wagons.

Essai d'analyse chimique. — Il faut que l'analyse accuse :

0.1 p. c. de silicium au plus ;
0.05 p. c. de soufre et de phosphore au plus ;
0.3 de carbone au moins.

Essai de traction. — On spécifie les conditions :

R. = 59.6 kilogrammes à 66 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 16 à 20 p. c. sur 101 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20.2 millimètres.

North British Railway (2,144 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Siemens-Martin ou Bessemer.
b) Il est prélevé pour les essais un bandage sur cinquante pièces présentées.

c) *Essai à la déformation.* — Les bandages doivent résister à une compression d'un sixième de son diamètre, à l'aide de la presse hydraulique.
L'essai doit être prolongé jusqu'à la rupture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — On spécifie comme conditions :

R. = 55 à 63 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 à 23 sur 76 millimètres.

On prélève l'éprouvette n'importe où dans le bandage brisé.
d) Il n'est pas fait usage de la double trempe.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer.
b) Les essais portent sur deux bandages pour cent.
L'essai doit provenir de fonte hématite.

c) Essai à la déformation. — Chaque bandage doit supporter, sans rupture, l'essai consistant à le déformer de 167 millimètres à la presse hydraulique par mètre de diamètre intérieur des bandages.
La déformation sera continuée jusqu'à la rupture ou l'aplatissement.

Essai de traction. — A la traction les éprouvettes doivent donner :

R. = 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 51 millimètres.

L'éprouvette est prélevée au milieu.
d) On n'emploie pas la double trempe.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer ou Siemens.
b) On essaye un bandage sur cinquante.

c) Essai à la déformation. — L'essai consiste en une compression à la presse hydraulique. Le bandage doit pouvoir être déformé sur le grand axe de l'ellipse formé de $^1/_6$ de son diamètre extérieur
L'essai sera poussé jusqu'à l'aplatissement ou la rupture.

Essai de traction. — On spécifie comme conditions :

R. = 55 à 59.5 kilogrammes par millimètre carré.

L'éprouvette est prélevée sur une partie quelconque du bandage.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier Bessemer ou Siemens-Martin à sole acide.
c) Essai à la déformation. Une compression est faite à la presse hydraulique jusqu'à déformation de 10 p. c. du diamètre intérieur.
L'essai continue jusqu'à la rupture.

Essai de traction. — Il faut que :

R. = 63 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 76 millimètres.

d) Le système de la double trempe n'est pas employé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier Siemens-Martin.
b) On essaye 2 p. c. des bandages présentés.
c) On procède à un essai de compression au mouton ou à la presse hydraulique, ainsi qu'à des essais de traction sur des éprouvettes prélevées au milieu.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer ou Siemens.

c) *Essai à la déformation.* — Le bandage est pressé à froid dans une forme ovale, afin de produire une déformation de 51 par 305 millimètres de diamètre intérieur.

Essai de traction. — On demande comme conditions :

R. = 60 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c. sur 51 millimètres de longueur utile.

Les éprouvettes sont prélevées dans une des parties droites du bandage après la compression.
d) Il n'est pas fait usage de la double trempe.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Siemens-Martin.
b) On procède à un essai par coulée.

c) *Essai à la déformation.* — On comprime le bandage à la presse jusqu'à déformation de 101.6 millimètres ; l'essai est prolongé jusqu'à la rupture.

Essai de traction. — Il faut obtenir :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 76 millimètre.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.
Les éprouvettes sont prélevées aux parties les moins fatiguées par l'essai au choc.
d) Il n'est pas fait usage de la double trempe.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Voitures.

a) Les bandages des voitures sont en acier Bessemer ou en acier Vickers.

Wagons.

c) Les bandages des wagons sont en acier Bessemer.

Voitures et wagons.

c) *Essai à la déformation.* — Les bandages sont comprimés à la presse hydraulique de 127 millimètres. On continue jusqu'à la rupture ou l'aplatissement. L'essai porte sur un bandage par coulée ou un pour cinquante bandages.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — On spécifie les conditions :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 76 millimètres.

Great Northern Railway (874 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier Siemens-Martin.

c) *Essais à la déformation.* — On essaye 2 p. c. des bandages qui sont comprimés à la presse hydraulique jusqu'à extension de 101.5 millimètres.

Essai de traction. — On spécifie comme conditions :

R. = 63 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

d) Il n'est pas fait usage de la double trempe.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer ou Siemens.
b) On essaye un essieu par lot de cinquante au moins.
d) Il n'est pas fait usage de la double trempe.

c) *Essai à la déformation.* — Le bandage doit pouvoir résister à une compression de 51 pour 305 millimètres de diamètre intérieur, par pression hydraulique. La compression doit ensuite être poussée jusqu'à rupture ou aplatissement.

Essai de traction. — On spécifie comme conditions :

R. = 44 à 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 30 p. c. sur 51 millimètres.

Diamètre de l'éprouvette, 20 millimètres.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Voitures et wagons.

c) *Essai au choc.* — On utilise un mouton de 1,015 kilogrammes tombant d'une hauteur de 610 millimètres, avec un accroissement de 610 millimètres à chaque coup jusqu'à déformation de 51 millimètres pour 304 millimètres de diamètre intérieur (soit $^1/_6$).

La déformation après six coups ne doit pas être inférieure à 127 millimètres ni supérieure à 203 millimètres.

Essai de traction. — On demande :

R. = 55 à 63 kilogrammes par millimètre carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Furness Railway (274 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer.
b) On essaie un pour cinquante au moins.

c) *Essai au choc.* — On demande cinq coups de mouton de 1,015 kilogrammes tombant de 6.100 mètres. Ensuite, à la compression hydraulique jusqu'à rupture ou aplatissement.

Essai de traction. — On spécifie :

R. = 63 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 51 millimètres.

On prélève l'éprouvette sur n'importe quelle partie du bandage brisé.
d) La double trempe n'est pas pratiquée.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

Voitures.

a) Les bandages des voitures sont en acier Siemens.

Wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer.

Voitures et wagons.

b) On essaie 2 p. c. de la commande.

c) *Essai de traction.* — On essaie à la traction, il faut que :

R. = 63 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 16 p. c. sur 76 millimètres.

On procède aussi à des essais de choc.
d) Il n'est pas fait usage de la double trempe.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier spécial Bessemer.
b) On essaie toutes les coulées, soit 1 p. c.

c) *Essai à la déformation.* — Le bandage doit résister à une compression hydraulique de 51 sur 500 millimètres de diamètre intérieur ; à froid dans une forme ovale. L'essai est prolongé jusqu'à la rupture.

Essai de traction. — Il est spécifié comme condition :

R. = 66 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer.

c) *Essai à la déformation.* — On comprime le bandage jusqu'à déformation de $^1/_6$ sur le diamètre.

Essai de traction. — On spécifie comme conditions :

R. = 68 à 70 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c. sur 127 entre les repères.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rhymney Railway (122 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande les bandages en acier au creuset.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages, comme pour ceux des locomotives, doivent provenir d'acier sur sole produit à l'aide de fonte hématite.

b) Les essais sont prélevés à raison de un par lot de cinquante bandages.

c) *Essai au choc.* — Le bandage choisi placé verticalement sur un bloc d'un poids de 10,150 kilogrammes doit pouvoir supporter, sans se rompre, le choc d'un mouton de 1,050 kilogrammes tombant de 3, 4.570, 6.10 et 7.610 mètres ou plus, jusqu'à déformation de $^1/_6$ de son diamètre intérieur.

Pour les petits bandages de bogies de moins de 914 millimètres de diamètre extérieur, la déformation demandée ne sera que de $^1/_8$ du diamètre intérieur.

Essai de traction. — Sur les bandages essayés au choc sont découpées, à froid, des éprouvettes ayant un diamètre de 20 et 51 millimètres entre les repères. Il faut que :

R. = 72 à 78 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 p. c.;
St. = 25 p. c.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Voitures et wagons.

L'essieu provient d'un fournisseur connu. On procède à un essai par coulée.

c) *Essai au choc.* — On utilise un mouton de 1,000 kilogrammes tombant d'une hauteur de 610 millimètres avec accroissement de 610 millimètres à chaque coup, jusqu'à déformation de $^1/_6$ du diamètre intérieur.

Essai de traction. — Il est demandé comme conditions :

R. = 75 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 p. c. sur 51 millimètres;
St. = 25 p. c.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en meilleur acier fondu au creuset Siemens-Martin ou l'acier Vickers marque « Australia ».

b) On essaie un bandage par coulée ou au moins 2 p. c. sur le nombre total.

c) *Essai au choc.* — On essaie un bandage supplémentaire par lot. Si le lot contient plusieurs coulées, on forge un bandage d'essai par coulée.

Le bandage sera placé dans la position de roulement sur une fondation solide; il subira sans rupture le choc d'un mouton de 1,015 kilogrammes tombant de 3.04, 4.56, 6.09 et 7.61 mètres et au delà, jusqu'à ce que les bandages se déforment de $^1/_8$ de leurs diamètres, si ceux-ci sont inférieurs à 914 millimètres, et $^1/_6$ pour les diamètres supérieurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai de traction. — Deux éprouvettes découpées à froid dans la partie la moins fatiguée doivent donner :

R. = 71 à 79 kilogrammes par millimètre carré.

S'il s'agit de bandages marqués « Vickers » :

R. = 74.4 à 82 kilogrammes ;
Al. = 12.5 p. c. sur 51 millimètres.

Section initiale de l'éprouvette, 322.5 millimètres.
d) Il n'est pas fait usage du procédé de la double trempe.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Siemens-Martin, procédé acide.
b) On essaie un bandage de chaque coulée ou de chaque cinquantaine, si la coulée est plus importante.
c) Essai au choc. — Le bandage est placé debout sur une chabotte de 10,160 kilogrammes au moins, et un mouton du poids de 1,015 kilogrammes tombe librement sur le cercle de roulement d'une hauteur initiale de 610 millimètres ; on augmente H de 610 millimètres après chaque coup, jusqu'à la déformation du bandage de $^1/_6$ de son diamètre intérieur.

Essai de traction. — On demande :

R. = 75.5 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 11 p. c.

Les éprouvettes sont prélevées dans le corps du bandage.
Elles ont 51 millimètres de longueur utile et 322 millimètres carrés de section initiale.
d) Il n'est pas fait usage de la double trempe.

Natal Government Railway 647 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer.
b) On essaie un bandage par coulée.
c) Essai au choc. — Un bandage pris au hasard et dans chaque coulée doit être placé verticalement sur un support solide et résister, sans signe de rupture, aux chocs d'un mouton de 1,015 kilogrammes tombant de 3.050 mètres, jusqu'à déformation de $^1/_8$ du diamètre intérieur.
Des échantillons seront analysés à la chimie.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Voitures et wagons.

b) On essaie 2 p. c., mais pas moins d'un essieu par coulée.
c) Essai au choc. — L'essai se fait au mouton jusqu'à déformation d'un sixième du diamètre intérieur.
Essai de traction. — On demande : R. = 74.4 à 82 kilogrammes par millimètre carré.
d) Il n'est pas fait usage de la double trempe.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Martin-Siemens.
b) On prélève un essai par lot de quatre-vingts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) On opère un aplatissement de deux cinquièmes du diamètre intérieur. On prélève ensuite des éprouvettes de traction.

d) Les bandages sont soumis à la trempe simple.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Martin ou en acier Bessemer.

b) On essaie 2 p. c. des bandages.

c) Les bandages à essayer sont placés verticalement sur un appui non élastique et soumis aux coups d'un mouton développant un travail de 4,000 kilogrammètres.

Ils doivent subir, après cinq coups, un aplatissement correspondant à un tiers de leur diamètre intérieur, sans présenter encore indice de rupture.

L'essai doit être continué, en pratiquant si cela est nécessaire une entaille sur le bandage, jusqu'à la rupture.

La cassure doit être à grain fin, serré et homogène, sans soufflures ou autres défauts; au contraire, elle doit présenter des arrachements accusant la ténacité de l'acier.

Dans chaque bandage cassé à l'essai au choc, on découpe à froid, dans la partie la moins fatiguée, deux éprouvettes dont la résistance à la traction ne doit pas être inférieure à 60 kilogrammes.

d) Il n'a pas été procédé à des essais de double trempe.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier Bessemer pour les bandages.

c) On ne fait pas d'essais.

NORVÈGE.

Chemin de fer de Christiania à Eidsvold (68 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Bessemer ou Martin.

b) On n'essaie pas toutes les coulées.

c) Le constructeur suit généralement les conditions imposées par l'Administration des chemins de fer de l'État.

PAYS-BAS (CONTINENT).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Siemens-Martin à sole acide ou basique.

b) On essaie 2 p. c. des bandages présentés et au minimum un bandage par coulée.

c) *Essai au choc.* — On demande quatre coups d'un mouton pesant 600 kilogrammes et tombant de 4 mètres de hauteur.

Essai de traction :

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré au moins.
Al. = 16 p. c. sur 200 millimètres.
St. = 25 p. c.

L'emplacement où sont prélevées les éprouvettes est aussi au choix du constructeur.

d) Il n'a pas été procédé à des essais de double trempe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres)

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier Martin ou en acier fondu au creuset.
b) On essaie un bandage sur cinquante à la traction et au poinçonnage.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les bandages sont en acier de qualité normale.
c) La réception se fait dans des conditions normales.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Voitures et wagons.

b) On essaie 1 p. c. de la commande.

c) *Essai au choc.* — Le bandage est soumis au choc d'un mouton produisant une force vive de 3,000 kilogrammes.
Les chocs sont répétés jusqu'à la déformation de 12 p. c. de diamètre intérieur.

Essais de traction. — Les conditions sont :

R. = 68 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 14 p. c. sur 200 millimètres.
R. × Al. = 1,000.

d) On n'a pas employé la double trempe.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Voitures.

a) Les bandages des voitures sont en acier fondu au creuset.

Wagons.

a) Les bandages des wagons sont en acier Bessemer ou Martin.

Voitures et wagons.

b) Il n'existe pas de prescription à cet égard.

c) *Essai au choc.* — P. × H. = 3,000 kilogrammes. Chocs répétés jusqu'à ovalisation de 12 p. c du diamètre primitif.

Essais de traction. — Les conditions sont :

R. = 68 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 14 p. c.
A. × R. = 1,000.

Il n'existe pas de prescription en ce qui concerne le prélèvement des éprouvettes.
d) Il n'est pas pratiqué de procédé de double trempe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXVI.

Résumé des conditions de réception

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.	Qualité du métal employé.	Proportion des essais.	Poids du mouton en K.	Hauteur de chute ou force vive en kg.
Chemin de fer du Sud de l'Autriche	Voitures et wagons	Martin.	1 pour 100	...	3,000 kg
Société austro-hongroise privilégiée	— —	—	—	500	6m
— — —	— —	Creuset.	—	500	6m
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	— —	Martin.	...	...	3,000 kg
— du Nord-Ouest autrichien	— —	—	1 par 50	...	3,000 –
Chemins de fer de l'État hongrois	— —	—	1 par 50 ou 60	...	3,000 –
— de l'État belge	Voitures.	Bessemer ou Martin.	1 par coulée.	P =	0,0125m
— —	Wagons.	— —	— —	P =	0,0125m
Chemin de fer de Liége à Maestricht	Voitures et wagons.	Bessemer.	...	...	..
Société nationale des chemins de fer vicinaux	— —	Martin.	1 par 50	...	4,000 kg
Chemins de fer de l'État danois	— —	—	—	...	3,000 kg
— — français	— —	Martin acide.	—	1,000	10m
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	— —	Martin.	1 par 25	600	4m
— de Paris à Orléans	— —	—	1 par coulée.	600	6m
— de l'Ouest français	— —	...	— —	1,000	4m
— de l'Est français	— —	Bessemer ou Martin.	— —	1,000	3m
— du Nord français	— —	Martin basique.	1 par 50	1,000	4m
— du Midi français	— —	Martin.	1 par coulée.	Presse.	30,000 k
— —	... ...	...	...	1,000	5m + 3 –
Chemins de fer départementaux	Voitures et wagons.	...	1 par coulée.	1,000	2m50 – 2m
Great Western Railway	Voitures.	Acier ou carbone.	1 par 50	...	...
— —	Wagons.	Martin.	—	...	...
North Eastern Railway	Voitures.	Analyse.	—	1,000	3.05 + 1.22
— —	Wagons.	—	—	1,000	3.05 + 1.22
North British Railway	Voitures et wagons.	Martin-Bessemer.	—	Presse.	Hydrau
Midland Railway	— —	Bessemer.	—	Presse.	—
Caledonian Railway	— —	Bessemer ou Siemens.	—	—	—
Great Eastern Railway	— —	Bessemer ou Siemens (acide).	—	—	—
Great Northern Railway	— —	Martin.	—	—	Ch

TABLEAU XXVI.

Résumé des conditions de réception des bandages de voitures et de wagons.

Nombre de coups ou flèche demandée.	Essais de traction. Charge en K et millimètres carrés R.	Allongement pour cent A.	Striction pour cent St.	Dimensions des éprouvettes. L × S en millimètres et en millimètres carrés.	Emplacement de la prise d'essai.	Autres essais.	La double trempe est-elle pratiquée?
3 coups.	...	...	...	...	...	Néant.	Non.
4 coups.	60	...	35	...	Redressé à chaud au roulement.	—	—
6 coups.	70	...	25	S = 490	— —	—	—
0.12 D	45 à 55	...	...	...	Redressé à chaud au roulement moins fatigué.	—	—
0.12 D	...	...	...	...	Bord et au milieu.	—	—
0.12 D	55	...	...	...	Boudin milieu.	—	—
...ps pour déformation de 0.143 D.	...	...	...	...	...	—	—
...u 1er coup 1 coup.	...	...	...	...	...	—	—
...	...	...	...	...	...	...	...
...ps pour déformation de 0.125 D.	Non imposé.	..	...	...	...	Néant.	Néant.
0.12 D.	50	16	...	200 × 514	...	—	—
6 coups.	65	15	...	200 × 200	Moins fatigué.	...	—
3 coups.	70 à 78	15	...	200 × 500	Barreau étiré.	...	—
3 et 4 coups.	65	19	35	$L = \sqrt{\frac{200}{3} S}$.	Moins fatigué.	Néant.	—
3 coups.	55	18	...	$L = \sqrt{\frac{200}{3} S}$.	—	—	—
4 coups.	52	20	...	$L = \sqrt{\frac{200}{3} S}$.	—	...	—
3 coups.	55 à 60	18 à 16	...	100 × 175	—	Néant.	—
...formation de 0.170 D.	Non.	Imposé.	...	...	—	—	—
Flèche de 0.170 D.	...	...	...	...	...	...	...
...èche de 25 à 30 millim. au 1er coup.	60 à 67	17	...	100 × 200	Moins fatigué.	Néant.	Néant.
...	...	...	...	...	...	...	Néant.
...	...	...	...	...	...	...	...
Flèche de 0.167 D.	63 à 68	20	...	101 × 325	...	Plage.	Néant.
— —	60 à 66	20 à 16	...	101 × 325	...	Élargissement.	—
— —	55 à 63	25 à 23	...	L = 76	...	Néant.	—
— —	47	25	...	L = 51	Milieu.	—	—
0.100 D	55 à 59,5	...	...	...	N'importe où.	—	—
...	63	20	...	L = 76	...	—	—
...	...	...	...	...	N'importe où.	—	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.	Qualité du métal employé.	Proportion des essais.	Poids du mouton en K.	Hauteur de chute ou force vive en K.
London & South Western Railway	Voitures et wagons.	Bessemer ou Siemens.	1 par coulée.	Presse.	Hydrauliq
Lancashire & Yorkshire Railway	— —	Martin.	—	—	—
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	Voitures.	Bessemer ou Vickers.	—	—	—
— — — —	Wagons.	Bessemer.	—	—	—
Great Northern Railway (Ireland)	Voitures et wagons.	—	—	...	...
Midland Great Western of Ireland Railway	— —	Martin.	1 pour 50	Presse.	Hydrauliq
Great North of Scotland Railway	— —	Bessemer ou Siemens.	1 — 50	—	—
Belfast & Northern Counties Railway	— —	...	...	1,015	610 millimètres tation de 610
Furness Railway	— —	Bessemer.	1 par 50	1,015 Poids compris	6 jusqu'à rupt
Taff Vale Railway	Voitures.	Siemens.	—	Non.	Impos
— —	Wagons.	Bessemer.	—	—	—
London, Tilbury & Southend Railway	Voitures et wagons.	—	...	Presse.	Hydrauliq
Metropolitan Railway	— —	—	...	—	—
New South Wales Government Railway	— —	Martin.	1 par 50	1,015	3,000 — 4,5 6.100, etc.
New Zealand Government Railway	— —	Fabricant connu.	1 par coulée.	1,000	0,610 + 1,5 1.830, etc.
South Australia Government Railway	— —	Siemens.	1 par 50	1,015	3,000 — 4,5 6.100, etc.
— — —	— —	Vickers.	—	1,015	3,000 — 4,5 6.100, etc.
Western Australia Government Railway	— —	Martin acide.	—	1,015	0,610 — 1,5 1.830, etc.
Natal Government Railway	— —	Bessemer.	1 par coulée.	1,015	3
East Indian Railway	— —	Non indiqué.	—	...	...
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	— —	Martin.	1 par 80	...	...
Réseau de l'Adriatique (Italie)	— —	Bessemer ou Martin.	1 par 50	...	4,000 kilogram
Chemin de fer du Nord de Milan	— —	Bessemer.	...	...	...
— de Christiania à Eidsvold	— —	Bessemer ou Martin.	...	...	...
Chemins de fer de l'État néerlandais	— —	Martin.	1 par 50	600	6
Chemin de fer Central néerlandais	— —	Martin ou Creuset.	1 — 50	...	...
Chemins de fer de Vladicaucase (Russie)	— —	Non indiquée.	...	...	...
Central suisse	— —	...	1 par 100	...	3,000 kilogram
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	Voitures.	Acier ou creuset.	Non indiquée.	...	...
— —	Wagons.	Bessemer ou Martin.	—	...	...

Essais de traction.						Autres essais.	La double trempe est-elle pratiquée?
Nombre de coups ou flèche demandée.	Charge en K et millimètres carrés R.	Allongement pour cent A.	Striction pour cent St.	Dimensions des éprouvettes L×S en millimètres et en millimètres carrés.	Emplacement de la prise d'essai.		
Flèche de 0.167 D.	60	15	...	L = 51	Partie droite.	Néant.	Non.
Flèche de 101.6 millim.	55	25	...	3 = 314	Moins fatiguée.	—	—
— 127 —	55	25	...	L = 76	—	—	—
— 127 —	55	25	...	L = 76	...	—	—
...	...	...	...	...	...	—	—
Flèche de 101.6 millim.	63	20	...	...	...	—	—
Flèche de 0.167 D.	44 à 47	30	...	51 × 314	...	—	—
— 0.167 D.	55 à 63	...	...	...	...	—	—
5 coups.	63	25	...	L = 51	N'importe où.	—	—
...	63	16	...	L = 76	...	—	—
...	63	16	...	L = 76	...	—	—
Flèche de 0.102 D.	63	20	...	...	...	—	—
— 0.167 D.	68 à 70	15	...	L = 127	...	—	—
— 0.167 D.	72 à 78	15	25	...	...	—	—
— 0.167 D.	75	15	25	...	...	—	—
Flèche (0.167 à 0.125) D.	71 à 79	...	...	51 × 322	...	—	—
— (0.167 à 0.125) D.	74.4 à 82	12.5	...	51 × 322	...	—	—
Flèche de 0.167 D.	75.5	11	...	51 × 322	...	—	—
— 0.125 D.	...	...	...	...	...	—	—
— 0.167 D.	74.4 à 82	...	...	...	...	—	—
— 0.400 D.	...	...	...	...	...	—	Trempe simple.
4 coups pour produire flèche de 0.370.	60	...	...	...	Moins fatiguée.	—	Non.
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
4 coups.	55	16	25	51 × 322	Quelconque.	Néant.	Non.
...	...	...	...	51 × 322	...	Poinçonnage.	...
...	...	...	...	...	...	...	...
0.12 D.	68	14	RA = 1,000	51 × 322	...	Néant.	Néant.
...	68	14	RA = 1,000	Non indiqué.	Quelconque.	—	—
...	68	14	RA = 1,000	—	—	—	—

ANNEXE XXV.

Châssis.

Questionnaire.

a) Employez-vous l'acier de préférence au bois et au fer pour la construction du châssis?
De quelle qualité?
Douce, demi douce, dure?
(Indiquer les conditions du cahier des charges.)
b) Quelle proportion de barres d'acier laminé essayez-vous pour cent?
c) Quels essais faites-vous subir à ces aciers?
d) Autorisez-vous le poinçonnage des trous de rivets?
Avec ou sans alésage?
e) Les rivets sont-ils en acier?

Réponses.

AUTRICHE.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Voitures et wagons.

d) Le poinçonnage des trous de rivets n'est pas autorisé.
e) Les rivets ne sont pas en acier.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Depuis assez longtemps les châssis ne sont construits qu'en fer fondu Martin.
On emploie l'acier, la charge de rupture demandée étant au minimum 40 kilogrammes par millimètre carré et la contraction 55 p. c.
d) Les trous de rivets sont tous percés dans les fers profilés.
e) Les rivets sont en fer.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Actuellement les brancards sont en fer fondu.
On n'impose point de conditions spéciales pour la qualité; en général le métal devra être doux.
c) En principe, on ne soumet pas les brancards à des épreuves de choc.
d) Tous les trous de boulons et de rivets sont percés au foret.
e) Les rivets sont en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) L'acier doux est préféré au bois et au fer.
c) Pour les essais de traction on impose :

R. = 38 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 45 p. c.;
Al. = 20 p. c.

d) Le poinçonnage n'est pas autorisé.
e) Les rivets sont en fer.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Pour la construction du châssis on emploie principalement le fer.
b) Le nombre des éprouvettes est de une pour 1,000 mètres courants.
c) Il est en outre prescrit de procéder à des essais de choc, de poinçonnage et d'alésage, ainsi qu'à des pliages à chaud, à des essais de soudure.

Le fer fondu devra se laisser redresser au rouge, se laisser forger en barres minces et se laisser percer. Dans aucun cas, il ne devra se produire de fentes.

Les cornières devront se laisser cintrer au rouge, une aile formant un cylindre complet, l'autre une collerette perpendiculaire.

Le diamètre intérieur est égal à trois fois la longueur d'une aile. Les fers à T, I, ⊐ devront subir un cintrage, l'extrémité inférieure formant un quart de cercle de rayon égal à cinq fois la hauteur du fer en question.

d) Les trous de rivets sont alésés.
e) Les rivets sont en acier.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Voitures.

a) On emploie le fer ou l'acier extra-doux. L'emploi de l'acier est prescrit pour les voitures à trois essieux et les ambulants pour la poste. Pour les voitures à bogies, on emploie le bois, le fer ou l'acier.

Wagons.

On emploie le fer ou l'acier. L'acier est prescrit pour les traverses de tête.

Voitures et wagons.

c) La proportion de barres d'acier à essayer pour cent est indéterminée.
On procède à l'essai au choc d'un mouton de 50 kilogrammes tombant de 1 mètre sur l'aile des fers profilés.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le châssis est de préférence en acier.
d) Le poinçonnage n'est pas autorisé.
e) Les rivets sont en fer fin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Tous les fers profilés sont en acier doux d'une qualité déterminée par les conditions suivantes :

c) *Essai de traction :*

R. = 42 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c.

Tolérance de 1 1/2 p. c. d'allongement pour 1 kilogramme de charge au moins jusqu'à 2 kilogrammes au maximum.

Pliage à chaud. — Le pliage a lieu à bloc, l'aile étant appliquée contre l'autre aile ou l'âme du profilé; l'aile doit s'ouvrir dans le prolongement de l'âme ou de l'autre aile.

Pliage après trempe. — A 180° sur mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur.

d) Le poinçonnage n'est pas autorisé;

e) Les rivets sont en acier.

ESPAGNE.

Chemins de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (51 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Presque tous les châssis sont en fer.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Voitures.

a) Les châssis sont faits en fer.

Wagons.

a) Les châssis sont tantôt en fer et tantôt en bois.

Voitures et wagons.

e) Pour les voitures comme pour les wagons, les rivets sont en fer.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres)

Voitures.

a) Les vingt-trois dernières voitures ont leurs châssis en acier.

c) Pour les épreuves de traction, on demande comme conditions :

R. = 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 25 à 22 p. c.;
St. = 55 à 60 p. c.

d) Tous les trous à pratiquer dans les barres profilées et les tôles, peuvent être poinçonnés à la condition

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que leur diamètre soit d'au moins un demi-millimètre inférieur au diamètre exigé par les dessins afin de pouvoir aléser et rectifier les trous sur place.

e) Les rivets sont en acier.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie le fer même pour les rivets.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie uniquement l'acier doux.

b) L'essai a lieu généralement sur 2 p. c. des barres.

c) On impose les conditions suivantes :

R. = 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 27 à 31 p. c.;
St. = 60 à 55 p. c.

L'éprouvette répond à la relation :

$$L = \sqrt{66.67}.$$

On impose aussi des essais de pliage à bloc en long.

e) Les rivets sont en acier.

Ouest (5,534 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Pour les châssis on emploie de préférence l'acier doux fournissant à la traction une résistance :

c) R. = 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c.,

l'éprouvette étant établie suivant la relation :

$$L = \sqrt{66.67\ S}.$$

b) On essaie toutes les coulées, à raison d'une barre par lot de 40 barres ou fraction de 40.

e) Les rivets sont en fer.

Est (4,833 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) L'emploi du bois est aujourd'hui complètement abandonné pour la construction du châssis.
Les commandes laissent en général aux fournisseurs le choix entre le fer et l'acier ; ce dernier métal est aujourd'hui adopté par eux dans la plupart des cas.

b) L'essai porte sur une barre par cinquante.
On pratique aussi des essais à chaud de pliage, à froid de texture, pliage, mandrinage, comme il est dit.

c) Les résultats demandés sont :

R. = 42 kilogrammes (38 à 46) ;
Al. = 27 p. c.

d) Le poinçonnage des trous de rivets est autorisé sous la condition qu'il ne produise pas de déformations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'alésage n'est pas obligatoire ; il est généralement employé pour rectifier les trous dont la coïncidence n'est pas parfaite.

e) Les rivets sont en fer.

Nord (3,745 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Dans les voitures de deuxième et troisième classes, les fourgons et les wagons à marchandises, les brancards sont indistinctement en fer ou en acier laminé. Le bois est conservé pour le matériel de première classe de luxe à deux essieux.

c) On utilise l'acier Bessemer basique satisfaisant à :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 24 p. c.,

ainsi qu'à une épreuve à chaud qui consiste à fendre à froid et au moyen de la cisaille ou de la scie l'extrémité d'une barre prise au hasard dans la livraison.

La fente divise longitudinalement l'âme en deux parties égales sur une longueur égale à trois fois la hauteur de l'acier, et on perce un trou à l'extrémité de cette fente pour l'empêcher de s'étendre. On redresse ensuite l'une des branches à 90°, en la manchonnant régulièrement à chaud et on termine en la pliant complètement.

d) Le poinçonnage est interdit en principe, même pour le fer.

e) Les rivets sont en fer.

Midi (3,636 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier doux de préférence au bois.

c) Cet acier est spécifié par un essai de traction pouvant fournir :

R. = 38 à 48 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.

Distance entre les repères, L = 100 S.
Il faut de plus que :

$$R = A\,66.$$

d) Le poinçonnage est autorisé à un diamètre plus faible pour permettre un alésage après assemblage.

e) Les rivets sont en fer.

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie le fer en général et l'acier pour les longerons des bogies.

c) Les essais portent sur des tractions (longerons de bogies).

d) On autorise le poinçonnage avec alésage dans les âmes des fers profilés.

e) Les rivets sont en fer.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier fondu pour le châssis.

b) On essaie 2 p. c. des barres d'acier laminé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) Les conditions sont les mêmes que pour les locomotives.
d) On autorise le poinçonnage s'il est suivi d'un alésage.
e) Les rivets sont en fer fondu.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres)

Voitures et wagons.

a) On demande de l'acier demi dur.
b) On essaie chaque coulée.

c) *Essai de traction :*

R. = 55 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 25 p. c. sur 1[0]1 millimètres.

Essai de pliage. — Pliage à bloc d'un morceau de 25 × 25 × 203 millimètres.
d) Les trous de rivets sont percés dans la plupart des cas.

North British Railway (2,144 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On utilise le chêne blanc d'Amérique de première qualité.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Voitures.

a) On utilise le bois et l'acier Bessemer ordinaire.
On procède à un essai de temps à autre sur les aciers.
d) Tous les trous de rivets sont percés.
e) Les rivets sont en acier.

Wagons.

a) On utilise uniquement le bois.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres)

Voitures.

a) On utilise l'acier doux Siemens pour les châssis.
d) Tous les trous sont percés.
e) Les rivets sont en fer.

Wagons.

a) Ils s'exécutent entièrement en bois.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les châssis de tous les wagons et beaucoup de châssis de voitures se font maintenant en acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) Ils sont de qualité connue comme l'acier Bessemer ou Martin et répondent aux conditions :

R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

On procède à des essais de traction, de pliage à froid et de texture.
b) On essaie environ 2 p. c. des barres, cornières et fers à U.
d) Le poinçonnage des trous de rivets est autorisé, sans alésage où cela convient.
e) Les rivets sont en acier.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On utilise le bois.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Voitures.

a) On préférerait l'acier, mais on utilise le bois et les tôles d'acier.

Wagons.

a) Les wagons sont en acier.
d) Tous les trous de rivets sont percés.
e) Les rivets sont en fer.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier.
b) Mêmes conditions que pour les tôles de chaudières, c'est-à-dire que toutes les tôles sont essayées individuellement ; elles doivent provenir de l'acier Siemens et contenir le moins possible de silicium, de soufre et de phosphore.
c) Comme essais de traction, on demande les conditions suivantes :

R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

Largeur de l'éprouvette, 38 millimètres.

Essai de pliage. — Les éprouvettes sont de 152 × 38, prélevées en long et en travers, chauffées au rouge cerise sombre et trempées dans de l'eau à 28°.
Elles doivent supporter un pliage à 180° sur un mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur.

Essai d'élargissement. — Un trou de 16 millimètres de diamètre est poinçonné dans une plaque de 89 millimètres et élargi au poinçon conique jusqu'à un diamètre de 38 millimètres.
d) Les trous de rivets sont percés.
e) Les rivets sont en acier.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Il n'est pas fait usage de l'acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie le bois.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Voitures.

a) Le bois et la tôle d'acier sont employés.
b) On n'essaie pas les barres d'acier.

Wagons.

a) On utilise uniquement le bois.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On préfère l'acier demi dur au bois.
c) L'acier du châssis doit répondre aux conditions suivantes :

Traction :

R. = 40 à 47 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

Pliage. — Un plat de 76 millimètres de largeur doit pouvoir se plier à bloc à froid avec un rayon intérieur de l'épaisseur du plat.
d) Les trous sont percés.
e) Les rivets sont en acier.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les brancards sont en acier profilé en ⊏ ; les autres parties sont en chêne.
e) Les rivets sont en acier.

Furness Railway (274 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'a pas encore employé l'acier pour les châssis.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On utilise l'acier doux et le fer au bois.
d) Tous les trous de rivets sont percés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'emploie pas l'acier.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'a pas encore employé de châssis en acier.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres)

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier doux.
d) Le poinçonnage des trous de rivets est autorisé.
e) Les rivets sont en fer ou en acier.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie exclusivement l'acier laminé demi dur.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie les brancards en fer et l'entrecoisement en bois.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres

Voitures et wagons.

a) L'acier est préféré.
b) On essaie environ 2 p. c. de barres laminées.
c) On procède à des essais de traction et de pliage après trempe.
L'acier doit répondre aux conditions de traction :

R. = 42.5 à 48 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres entre les repères.

Les aciers en barres ou plats doivent pouvoir résister à une traction :

R. = 42.5 à 48.8 kilogrammes par millimètre carré.

Dans n'importe quel sens :

Al. = 20 p. c. sur 203 millimètres.

Pliage. — On procède à un essai après trempe au rouge cerise naissant, sur mandrin d'un diamètre égal à trois fois l'épaisseur de la pièce à essayer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d) Tous les trous de rivets sont poinçonnés.
e) Les rivets sont en fer.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Voitures.

a) On emploie l'acier pour tout le châssis.

Wagons.

a) On n'utilise l'acier que pour les brancards.

Voitures et wagons.

a) L'acier Bessemer n'est pas employé.
b) Un essai a lieu pour 10,160 kilogrammes environ.
c) L'acier doit répondre aux conditions de traction de :

R. = 44 à 48 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 40 p. c.

Pliage à froid sur un mandrin d'un diamètre égal à l'épaisseur de l'éprouvette.
d) Tous les trous sont percés.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie l'acier doux.
d) On autorise le poinçonnage des trous de rivets avec alésage.
e) Les rivets sont en acier.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Voitures et wagons.

a et *c*) On utilise l'acier doux préparé au four sole acide ou basique répondant aux conditions de traction :

R. = 44 à 48.7 kilogrammes par millimètre carré.

e) Les rivets sont en même métal.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On utilise l'acier doux spécifié par l'essai de traction :

R. = 38 à 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c. sur 200 millimètres.

d) Les trous sont percés au foret.
e) Les rivets sont en fer.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie exclusivement l'acier (fer fondu) pour les parties de châssis.
c) L'acier répond aux conditions :

R. = 40 à 48 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 25 p. c.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Le châssis est en acier doux.
d) On autorise le poinçonnage à un diamètre inférieur de 2 millimètres à celui du rivet.
e) Les rivets sont en fer.

LUXEMBOURG.

Chemin de fer et minières Prince Henri (163 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On utilise le fer laminé.

NORVÈGE.

Chemin de fer de Christiania à Eidsvold (68 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les conditions observées sont généralement celles du chemin de fer de l'État

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Voitures et wagons

a) On emploie le fer fondu pour la constitution du châssis.
b) On laisse 2 p. c. des barres plus longues pour découper un morceau destiné aux essais.
On procède à des essais de traction et de flexion.
c) Les conditions d'essai à la traction sont :

R. = 36 à 40 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 20 à 25 p. c.

d) On n'autorise pas le poinçonnage des trous de rivets.
e) Les rivets sont en fer.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie le bois et l'acier demi doux.
d) Les trous de rivets sont percés au foret.
e) Les rivets sont en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie exclusivement le fer fondu de qualité normale.
d) Le poinçonnage n'est pas autorisé.
e) Les rivets sont en fer fondu.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On utilise le fer fondu laminé.
d) On n'accepte pas le poinçonnage.
e) Les rivets sont en fer forgé.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Voitures et wagons

a) On emploie le fer et l'acier demi doux.
b) On en essaie de 1 à 4 p. c.
c) Essais de traction et de flexion.
d) Le poinçonnage n'est pas autorisé. Les trous de rivets sont alésés.
e) Les rivets sont en acier doux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXVII.

Résumé des conditions d'emploi de l'acier et du fer

COMPAGNIES.	Voitures et wagons.	Matières employées. Nature.	Qualité.	Nombre de barres pour
Chemin de fer du Sud de l'Autriche	Voitures et wagons.	Acier.	...	...
Société austro-hongroise privilégiée	— —	Martin.	Extra-doux.	...
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	— —	Fer fondu.	Doux.	...
— du Nord-Ouest autrichien	— —	Acier.	—	...
Chemins de fer de fer de l'Etat hongrois	— —	Fer fondu.		...
— de Mohacs Fünfkirchen	— —	—	—	...
— de l'État belge	— —	Fer ou acier.	—	...
Chemin de fer de Liége à Maestricht	— —	Acier.	...	...
Chemins de fer vicinaux belges	— —	—	Doux.	...
Chemin de fer de Medina del Campo à Zamora	— —	Fer.	...	...
Chemins de fer de l'État danois	Voitures.	—	...	...
— —	Wagons.	Fer et bois.	...	...
— de l'Etat français	Voitures.	Acier.	Doux.	...
— —	Wagons.	Non en acier.	...	...
Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée	Voitures et wagons.	Fer.	...	...
— de Paris à Orléans	— —	Acier.	Doux.	1 par 5
— de l'Ouest français	— —	—	—	1 par 6
— de l'Est français	— —	—	—	1 par 5
— du Nord français	— —	Bessemer et basique.	—	...
— du Midi français	— —	Acier.	—	...
Chemins de fer départementaux	— —	—	Pour longerons seulement.	...
Great Western Railway	— —	—	Extra doux.	1 pour 5
North Eastern Railway	— —	—	Demi dur.	1 par roue
— British Railway	—	Bois.	...	...
Midland Railway	Voitures.	Bois et acier.	Bessemer.	...
—	Wagons.	Bois.	...	...
Caledonian Railway	Voitures.	A. Siemens.	Doux.	...
—	Wagons	Bois.	...	1 par 5
Great Eastern Railway	Voitures et wagons.	Acier.	Doux.	...
Great Northern Railway	...	Bois.	...	...
London & South Western Railway	Voitures. Wagons.	Bois et tôles. Acier.	...	...
Lancashire & Yorkshire Railway	Voitures et wagons.	Acier.	Doux.	...

TABLEAU XXVII.

la construction des châssis de voitures et de wagons.

Essais à la traction. Charge kilogrammes par mm. carré.	Allongement pour cent.	Striction pour cent.	Essais divers.	Trous des rivets. Percés avec ou sans alésage.	Poinçonnés avec ou sans alésage.	Les rivets sont-ils en acier?
...	...	...	...	Percés.	...	Fer.
40	...	55	...	—	..	—
...	...	...	Choc.	—	...	—
38	20	45	...	—	...	—
34 à 47	18	...	(Voir détails.)	...	Alésés.	Acier.
34 à 47	18	...	—	...	—	—
...	...	...	Choc.	Percés et alésés.	...	Fer ou acier.
...	...	...	...	Percés.	...	Fer.
42	20	...	Pliage à chaud.	—	...	Acier.
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	Fer.
...	...	...	...	...	...	...
40 à 45	25 à 22	55 à 60	...	...	Poinçonnés avec $^1/_2$ mill. d'alésage.	Acier.
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
40 à 45	27 à 31	60 à 55	Pliage.	...	Poinçonnés avec alésage	Acier.
45	25	...	...	...	...	Fer.
42	27	...	(Voir détails.)	...	Poinçonnés.	—
40	24	...	Pliage.	Percés.	...	—
38 à 46	20	...	...	...	Poinçonnés avec alésage.	—
...	...	...	...	...	...	—
37 à 44	25 à 20	...	...	...	—	Fer fondu
35	25	...	Pliage.	Percés.	...	..
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	Percés.	...	Acier.
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	Percés.	...	Fer.
40 à 47	...	...	...	...	...	...
...	20	...	Pliage.	...	Poinçonnés.	Acier.
...	...	...	...	...	...	...
38 à 47	...	...	...	Percés.	...	Fer.
...	20	...	Pliage. Elargissement.	—	...	Acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.	Matières employées. Nature.	Qualité.	Nom de barre pour m
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	Voitures et wagons.	Non en acier.	...	
Great Northern Railway (Ireland)		Bois	...	
Midland Great Western of Ireland Railway	Voitures.	Bois et tôles d'acier.	...	
— —	Wagons.	Bois.	...	
Great North of Scotland Railway	Voitures et wagons.	Acier.	Demi dur.	
Belfast & Northern Counties Railway	—	—	Pour brancards seuls	
Furness Railway	— —	Non en acier.	...	
Taff Vale Railway	— —	Acier.	Doux.	
London, Tilbury & Southend Railway	— —	Non en acier.	...	
Metropolitan Railway	— —	—	...	
New South Wales Government Railway	— —	Acier.	Doux.	
Cape Government Railway	— —	—	Demi dur.	
New Zealand Government Railway	— —	Fer ou bois.	...	
South Australia Government Railway	— —	Acier.	...	1 pa
Western Australia Government Railway	— —	—	...	1 par lit
Natal Government Railway	— —	—	Doux.	
East Indian Railway	— —	—	—	
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	— —	—	—	
Réseau de l'Adriatique (Italie)	—	—	...	
Chemin de fer du Nord de Milan	—	—	Doux.	
— du Prince Henri.	—	Fer.	..	1 pa
Chemins de fer de l'État néerlandais	— —	Fer fondu.	...	
Chemin de fer Central néerlandais	— —	Bois ou acier.	Doux.	
Chemins de fer de Vladicaucase (Russie).	— —	Fer fondu.	..	
Central suisse	— —	—	...	1 p
Chemin de fer du Gothard (Suisse).	— —	Fer et acier.	Demi doux.	

Essais à la traction. Charge en kilogrammes par millim. carré.	Allongement pour cent.	Striction pour cent.	Essais divers.	Trous des rivets. Percés avec ou sans alésage.	Poinçonnés avec ou sans alésage.	Les rivets sont-ils en acier ?
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
40 à 47	20	...	Pliage.	Percés.	...	Acier.
...	...	...	...	...	...	—
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	Percés.	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	Poinçonnés.	Fer ou acier.
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
42 à 48	20	...	Pliage.	...	Poinçonnés.	Fer.
44 à 48	...	40	—	Percés.	...	...
...	...	...	...	...	Poinçonnés avec alésage.	Acier.
44 à 48	...	...	...	...	...	—
38 à 45	20	...	...	Percés.	...	Fer.
40 à 48	18	...	Pliage.	Percés avec alésage	...	Acier.
...	...	...	...	...	Poinçonnés avec 2 millim. d'alésage.	Fer.
...	...	...	...	...	...	...
36 à 40	20 à 25	...	Flexion.	Percés.	...	Fer.
...	...	...	...	—	...	—
...	...	...	...	...	...	—
...	...	...	...	Percés.	...	
...	...	...	Flexion.	Alésés.	...	Acier.

ANNEXE XXVI.

Suspension.

Questionnaire.

a) De quelle qualité sont les ressorts de suspension ?
(Indiquer l'allongement élastique imposé.)
b) Essayez-vous les lames isolées ?
Combien sur cent ?
c) Essayez-vous les ressorts finis ?
Sous quel allongement élastique ?
d) Employez-vous des aciers spéciaux au volfram ou autres ?
(Prière de joindre le cahier des charges pour la fourniture des ressorts.)

Réponses.

AUTRICHE.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension sont de la même qualité que ceux des locomotives.
c) Tous les ressorts sont essayés.
d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension sont de la même qualité que ceux des locomotives.
d) On n'emploie pas d'aciers spéciaux au volfram, etc.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension sont tous à lames en acier fondu au creuset comme pour les ressorts de locomotives.
d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Pour les ressorts on emploie l'acier fondu au creuset répondant aux conditions :

Traction	non trempé	R.	= 65 à 75 kilogrammes par millimètre carré ;
		St.	= 45 à 50 ;
		Al.	= 24 à 14.
	trempé	R.	= 110 à 130 ;
		St.	= 15 à 25 ;
		Al.	= 6 à 8.

On procède à des essais de rupture à chaud sur des barreaux entaillés.

c) La charge de balancement est celle de service, et la charge de repos est double de celle de service.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts sont en acier extra-supérieur pour les voitures et supérieur ou ordinaire pour les wagons.

b) L'allongement élastique n'est pas prescrit.

Sur chaque lot de 2,000 lames, on prélève une éprouvette devant servir aux essais de traction, de pliage et de choc.

c) On essaie à la charge de 2,000 kilogrammes pour les ressorts de suspension à spirale correspondant à une déformation moyenne de 1.1 millimètre pour 50 kilogrammes (charge au repos).

Pour ces 2,000 kilogrammes comme charge de balancement le ressort doit être comprimé à froid.

Les essais de flexion sont répartis comme suit :

Avec charge totale, 1 pour 10 ;
— partielle, 1 pour 20 ;
— de balancement, 1 pour 50.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts sont en acier fondu de tout premier choix.

b) L'allongement élastique n'est pas imposé.

On essaie 2 p. c. des lames qui doivent fournir à la traction :

R. = 70 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 12 p. c. sur 200 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essai au choc. — Après trempe et recuit, distance des appuis, 250 millimètres. Poids du mouton tombant d'une hauteur :

$$H = \frac{be}{43};$$

b = largeur ;
e = épaisseur.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension sont en acier fondu.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1.354 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension sont en acier fondu.
b) On fait des essais de choc sur des lames isolées.
Une lame quelconque de ressort doit être essayée au choc, elle repose sur deux appuis distants de 250 millimètres; le poids du mouton est de 50 kilogrammes et la hauteur de chute est calculée par la formule :

$$H = \frac{S}{6}.$$

La section est exprimée en millimètres carrés, et la hauteur de chute en centimètres.
c) Tous les ressorts doivent être essayés à des flexions réitérées jusqu'à aplatissement complet; il ne doit pas se produire de déformation permanente.
d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

ESPAGNE.

Chemins de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (293 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension sont en acier fin.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension sont en acier au creuset.
b) Les lames isolées ne sont pas essayées.
c) Tous les ressorts sont essayés à une fois et demie la charge en service.
d) On n'utilise pas d'aciers spéciaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) La qualité de l'acier employé répond à un allongement élastique de 0.0075 pour les barres isolées et de 0.0065 pour les ressorts montés.

b) Les barres d'acier destinées à la fabrication des ressorts sont essayées dans la proportion de 2 p. c.

1° Deux éprouvettes, l'une trempée et recuite comme les lames et l'autre non trempée;

2° Un essai de flexion sur barre de 1 mètre.

Traction. — L'éprouvette trempée et recuite doit résister :

R. = 140 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 7 p. c.

L'éprouvette non trempée doit résister à :

R. = 80 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 15 p. c.

Flexion. — Une barre de 1 mètre est cintrée à 100 millimètres de flèche; elle est trempée, recuite et soumise, en son milieu, à un poids :

$$P = \frac{4\,M\alpha}{eL} \qquad M = \frac{Eal^3}{12},$$

α = allongement de l'acier;
e = épaisseur de la feuille;
L = demi-longueur développée;
M = moment d'élasticité;
E = coefficient d'élasticité = 2.10^{10};
a = largeur de la feuille;
P = poids suffisant pour obtenir un allongement de 0.0075 à la fibre extrême.

La perte de flèche permanente ne devra pas être supérieure à 0.01 de la flèche correspondant à l'allongement exigé. Après un nouvel essai, dans les mêmes conditions, la même barre ne doit plus conserver de flèche permanente. La flèche f donnant l'allongement d'une barre isolée sera déterminée par la formule :

$$f = \frac{2}{3}\frac{L^2\alpha}{e}.$$

La charge sera augmentée progressivement jusqu'au double sans produire de rupture.

c) Les ressorts finis sont tous essayés.

1° Le ressort, posé sur ses extrémités, est soumis pendant cinq minutes à un poids :

$$P = \frac{4\,nM\alpha}{eL},$$

n = le nombre total des feuilles. Dans cette formule on pose $\alpha = 0.0065$.

La perte de flèche permanente ne doit pas excéder 2 p. c. de la flèche correspondant à l'application de la charge d'essai.

2° Replacées sous charge correspondant à $^1/_5$, puis $^2/_5$, $^4/_5$ et enfin $^5/_5$ de la charge du premier essai, les flèches doivent être proportionnelles aux charges, avec une perte d'au plus 0.01 de la flèche correspondant à la charge d'essai.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Rechargé d'un poids égal aux $^4/_5$ de celui qui aura produit la flexion d'essai, on imprimera au ressort cinquante oscillations dont les amplitudes seront réglées aux limites de la flexion d'essai ; s'il y a perte de flèche permanente, le ressort sera rebuté. Les flexions seront calculées pour les ressorts montés par la formule :

$$f = \frac{2 n \varkappa L^2}{3 e} \times \left(\frac{2 L^3 + (L - L_1)^3}{2 n L^3 + n' (L - L_1)^3} \right).$$

L_1 = demi-longueur de la prismatique de la dernière feuille ;
n' = nombre de feuilles de la longueur 2 L et non amincies ;

4° Un ressort par cinquante sera soumis à une nouvelle charge :

$$P' = 1.5\ P.$$

sous laquelle il devra se déformer sans produire de rupture.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On utilise trois qualités d'acier spécifiées par les allongements élastiques ci-dessous :

0.0073 pour l'acier supérieur ;
0.0068 — — ordinaire d'Allevard ;
0.0066 — — ordinaire.

b) Les lames isolées sont essayées à raison d'une barre par lot de 1,000 kilogrammes.

c) Les ressorts finis sont essayés à la flexion. L'allongement proportionnel à la surface des lames dans la section la plus fatiguée est de 0.006.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres .

Wagons.

a) Les ressorts de suspension des wagons sont en acier Martin.
L'allongement élastique est de 0.007 à 0.0065.

b) Cet allongement élastique est vérifié par des essais de flexion pratiqués sur 2 p. c. environ des barres isolées présentées en réception.

c) Les ressorts finis sont tous essayés à un allongement élastique variant de 0.006 à 0.0055.

Voitures.

a) Les ressorts de suspension des voitures sont exécutés en acier au volfram au creuset.
L'allongement élastique demandé sur barres isolées est de 0.0075 à 0.0070.

b) L'essai est exécuté sur 2 p. c. des barres.

c) Tous les ressorts finis sont essayés à un allongement élastique de 0.006 environ.

Ouest (5,534 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension en acier doivent donner 0.0073 d'allongement élastique en feuilles isolées.

b) On essaie les barres d'acier, trempées et recuites dans les conditions ordinaires de fabrication des ressorts, à la flexion et au choc, à raison de trois barres par cent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) Tous les ressorts finis sont essayés individuellement et doivent avoir une flexibilité correspondant à un allongement élastique de 0.0063.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Est (4,833 kilomètres).

Voitures.

a) Les qualités d'aciers à ressort des voitures sont celles représentées par les qualités AE, AS.

(AE répond à l'allongement élastique minimum, 0.008 millimètres.)
(AS — — — — 0.007 — .)

Les résultats de l'acier AS ne sont pas encore acquis.

Wagons.

a) Pour les wagons, les ressorts répondent à la qualité de l'acier AO, qui répond à l'allongement élastique minimum 0.005.

Voitures et wagons.

b) Les barres sont essayées à l'état de laminage dans les proportions ci-dessous :

Pour la flexibilité AE et AS	$\frac{1}{50}$	AO : $\frac{1}{75}$
Pour le choc	— $\frac{1}{100}$	— $\frac{1}{150}$.
Pour la traction	— $\frac{1}{200}$	— $\frac{1}{300}$.

c) Pour les ressorts finis, on essaie un sur dix ressorts, oscillations 1 sur 50, $d = 0.005$.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Nord (3,745 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts proviennent de deux qualités d'acier spécifiées comme ci-dessous :

Première qualité. — Allongement pratique en service, 0.0025; allongement élastique imposé à l'essai, 0.006.

Qualité supérieure. — Allongement pratique en service, 0.003; allongement élastique imposé à l'essai, 0.007.

b) On essaie 1 p. c. des lames présentées avec minimum de deux lames isolées.

c) On essaie 10 p. c. des ressorts finis sous l'allongement élastique de 0.005 millimètres.

Voitures.

d) Comme aciers spéciaux, on emploie l'acier au volfram pour les voitures seulement.

Acier au volfram. — Allongement pratique en service, 0.0035; allongement élastique imposé à l'essai, 0.007.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les résultats demandés sont résumés dans le tableau suivant :

DÉSIGNATIONS.	Acier ordinaire.	Acier de première qualité.	Acier supérieur.	Acier au volfram.
1° Flexion permanente prise par la feuille de 1 mètre soumise une première fois à la flexion d'épreuve	Maximum : 1/10 de la flèche totale.	Maximum : 1/50 de la flexion totale.	Maximum : 1/50 de la flexion totale.	Maximum : 1/50 de la flexion totale.
2° Coefficient d'élasticité	20,000	20,000	20,000	20,000
3° Allongement de la fibre extrême à la limite d'élasticité	0m005	0m006	0m007	0m007
4° Charge de la fibre extrême à la limite d'élasticité.	100 kilog. par millim.carré.	120 kilog. par millim.carré.	140 kilog. par millim.carré.	140 kilog. par millim.carré.
5° Résistance à la rupture par flexion	200 kilog. par millim carré au moins.	220 kilog. par millim. carré au moins.	240 kilog. par millim.carré. au moins.	260 kilog. par millim. carré au moins.
6° Nombre minimum de coups de mouton supporté par les barreaux trempés.	6 coups.	6 coups.	6 coups.	6 coups

Chemin de fer du Midi (3,236 kilomètres).

Voitures et wagons.

b) Les lames isolées ne sont pas essayées.

c) Tous les ressorts finis sont essayés individuellement à un allongement élastique de : 0.005 et 0.0065 pour les ressorts de voitures et 0.005 pour les ressorts de wagons.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Voitures.

a) On utilise la qualité d'acier représentée par l'allongement élastique, 0.005 et 0.007.

Wagons.

a) On utilise la qualité d'acier représentée par l'allongement élastique, 0.005.

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension sont de qualité extra-supérieure, correspondant à un allongement élastique de 0.007.

b) On essaie les barres isolées, mais sans en faire la proportion.

c) Tous les ressorts finis sont essayés au balancement avec la charge d'épreuve.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Voitures et wagons.

c) On essaie chaque ressort.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension sont en acier Siemens ou Bessemer, acide à allongement élastique variable.
b) Des échantillons sont prélevés pour être soumis à la traction.
c) On essaie les ressorts finis.
d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

North British Railway (2,144 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande le meilleur acier à ressort.
b) On n'impose pas l'allongement élastique.
c) On n'essaie que les ressorts finis.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les ressorts de suspension sont en acier Bessemer.
c) On essaie les ressorts finis.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande le meilleur acier à ressort.
b) On n'essaie pas les lames isolées.
c) On essaie les ressorts finis à l'aplatissement.
Le choix de la composition du métal est laissé au fournisseur.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On spécifie le meilleur acier à ressort.
c) Chaque ressort est comprimé à l'aide d'une presse à vapeur plusieurs fois de suite jusqu'à 25 millimètres de flèche pour 305 millimètres de corde.
Il ne doit pas se présenter de déformation permanente.
d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

Voitures et wagons.

e) Les ressorts doivent être aplatis complètement et reprendre leur forme primitive.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande le meilleur acier anglais à ressorts.
b) Cinq pour cent de toutes les lames employées aux ressorts sont essayées comme suit : une longueur de 762 millimètres, coupée à chaque lame choisie pour cet essai et chauffée et courbée à un rayon de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quatre-vingts fois l'épaisseur de la barre, et ensuite trempée.

La flèche est mesurée après un premier aplatissement de la barre, après quoi un nouvel aplatissement ne doit pas produire de déformation permanente.

Traction : On spécifie les conditions suivantes :

R. ≧ 71 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c. sur 51 millimètres.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) La composition du métal est laissée au choix du fournisseur.
b) Il faut qu'à la traction on obtienne :

R. = 70 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c. sur 203 millimètres ;
Largeur de l'éprouvette : 38 millimètres.

c) Tous les ressorts à lames sont chargés d'un poids de 50 p. c. supérieur à celui du service.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande le meilleur acier fabriqué avec du fer suédois.
c) On n'essaie que des ressorts finis à l'aplatissement.
d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande le meilleur acier suédois.
b) On n'essaie pas les lames isolées.
c) Tous les ressorts finis sont essayés à l'aplatissement vingt fois de suite. Si le ressort reprend sa forme primitive, il est accepté.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande le meilleur acier Shieffield en barres spécialement préparées pour ressorts.
b et *c*) On se contente de la garantie du fournisseur pour une année.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande l'acier provenant du fer suédois de première qualité.

Voitures.

c) Chaque ressort est chargé jusqu'à 38 millimètres de courbure en sens inverse et devra reprendre exactement la forme normale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Furness Railway (274 kilomètres).

Voitures et wagons.

b) On ne fait pas d'essais de traction.
c) Tous les ressorts doivent être comprimés jusqu'à l'aplatissement, et ne pas conserver de déformation permanente.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On emploie un acier à ressort ordinaire remplissant les conditions des essais spécifiés.
c) On essaie tous les ressorts finis.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande le meilleur acier à ressort fabriqué avec du fer de Suède.
b) Les lames ne sont pas essayées isolément.
c) Les ressorts finis sont simplement réunis par des boulons sans bride.
d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande le meilleur acier à ressorts Sheffield.
c) On essaie les ressorts finis sous l'aplatissement.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande la qualité courante pour les ressorts.
b) Les feuilles isolées ne sont pas essayées.
c) Les ressorts montés sont essayés à l'aplatissement.
d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) L'acier des ressorts ne doit pas contenir moins de 0.9 ni plus de 1.1 p. c. de carbone.
b) Les lames d'essai à la flexion sont chauffées et cintrées à un rayon égal à quatre-vingts fois l'épaisseur, puis trempées et recuites.
On procède à un premier aplatissement, après quoi on relève la flèche qui ne doit pas changer après dix nouveaux aplatissements.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On n'emploie que l'acier d'excellente qualité, manufacturé par des fabricants approuvés.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) Les ressorts finis sont essayés à l'aplatissement sans qu'ils subissent de déformation en aucune partie.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Voitures et wagons.

b) On essaie les lames isolées.

c) On n'éprouve pas les ressorts finis.

Une lame est cintrée suivant un rayon égal à quatre-vingts fois son épaisseur, puis trempée. Après aplatissement à la presse, la flèche sera mesurée très exactement et après dix aplatissements il ne doit plus se produire de perte de flèche permanente.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande le meilleur acier à ressort.

b) L'échantillon coupé dans une barre sur cent barres d'acier à ressort, doit pouvoir supporter une traction sans trempe.

R. = 71 à 78 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 15 p. c. sur 152 millimètres.

Une bande prélevée par cent barres doit être chauffée et pliée sur un rayon de quatre-vingts fois son épaisseur.

Ainsi cintrée, on la trempe et on la comprime jusqu'à l'aplatissement. On cesse la compression : la flèche intérieure est mesurée, après quoi on comprime de nouveau six fois. Il ne doit pas se manifester de perte de flèche permanente.

c) *Ressorts en spirale.* — Les ressorts doivent tous être essayés au choc d'un mouton de 355 kilogrammes tombant de 760 millimètres, et doivent pouvoir supporter une pression de 4,823.6 kilogrammes à l'aplatissement.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) L'acier à ressort est soumis à l'analyse chimique.

c) On essaie tous les ressorts finis à l'aplatissement.

d) Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Voitures.

d) On utilise de l'acier spécial au tungstène, fondu au creuset et donnant un allongement élastique de 0.007 en moyenne et 0.006 au minimum.

Wagons.

a) On utilise l'acier ordinaire au creuset donnant un allongement élastique de 0.0055 en moyenne et 0.0048 au minimum.

Voitures et wagons.

b) On fait des essais de traction sur 2 barres pour cent.

c) On procède à des essais de flexion sur des ressorts finis en les soumettant pendant cinq minutes à la charge indiquée au dessin, ainsi qu'à des oscillations sous la même charge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Voitures et wagons.

b) Les ressorts de suspension sont exécutés dans le même métal que ceux des locomotives.
c) Tous les ressorts sont soumis à des essais correspondant à une fois et demie la charge de service.
d) Il n'est pas employé d'aciers spéciaux volfram ou autres.

Chemin de fer de Milan (227 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) On demande l'acier au carbone fondu au creuset.
b) On n'essaie pas les lames isolées.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) La qualité des ressorts de suspension doit être celle indiquée au *Recueil des conditions normales.*
b) Les lames isolées ne sont pas essayées.
c) Tous les ressorts finis sont essayés.
d) On emploie exclusivement l'acier de l'usine de Lewick (Sheffield, Angleterre).

SUISSE.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres)

Voitures.

a) En acier fondu au creuset.

Wagons.

a) En acier Bessemer.

Voitures et wagons.

b) On essaie de 1 à 4 p. c. de lames isolées.
c) Tous les ressorts finis sont essayés.
d) On n'emploie aucun acier spécial.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXVIII.

Résumé des conditions de réception des ressorts de suspension de voitures et de wagons.

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.	Nature de l'acier	Essai des barres isolées. Allongement élastique imposé.	Essai des barres isolées. Essais de traction et autres essais. — Nombre pour cent de lames essayées.	Essais des ressorts finis. Charge ou limite élastique imposée. — Autres essais de flexion.	L'acier volfram ou autre acier spécial est-il employé ?
Chemins de fer de l'État autrichien	Voitures et wagons.	Acier au creus	Essai de traction.	R. = 70 kg. St. p. c. = 20. Allong. p. c. = 10.	Charge statique et charge de balancement.	Non.
Chemin de fer du Sud de l'Autriche	— —	—	—	R. = 75 à 80. St. p. c. = 20. Allong. p. c. = 10.	Charge statique = 4/5 de la charge de balancement qui est celle de service.	—
— du Nord Empereur Ferdinand	— —	—	Essai de traction trempé.	R. = 110 à 130. St. = 45 à 50. Allong. = 6 à 8.	...	—
— — —	...	...	Essai de traction non trempé.	R. = 65 à 75. St. = 45 à 50. Allong. = 18 à 24.	...	...
Chemins de fer de l'État hongrois	Voitures et wagons.	Acier au creus	Essai de traction.	R. > 80. St. > 15. R. + S. > 100.	Charge pour un effort de 80 kg. par mill. carré à la fibre extrême.	Non.
— de Mohacs à Fünfkirchen	— —	—	—	— — —	—	—
— de l'État belge	— —	Acier fondu	Traction.	R. = 70. Allong. = 12 (1 par 50).	Maitresses feuilles au balancement.	—
Chemin de fer de Liége à Maestricht	— —	—	...	Non indiqué.	...	...
Chemins de fer vicinaux belges	— —	—	...	—	Aplatissement complet.	...
Chemin de fer de Medina del Campo à Zamora	— —	Acier fu	...	...	...	...
Chemins de fer de l'État danois	— —	Acier au creus	...	Non essayées.	Flexion à 1 + 1/2 charge de service.	Non.
— de l'État français	— —	Non indiqué	0.075	1 pour 50	0.0065	—
Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée	— —	Acier Siemens	0.073 à 0.0066	1 par 1,000 kilogrammes.	0.0060	—
— Paris-Orléans	Voitures.	Creuset.	0.075 à 0.0070	1 pour 50	0.0060	Volfram.
— —	Wagons.	Martin.	0.070 à 0.0065	—	0.0060 à 0.0055	Non.
— de l'Ouest français	Voitures et wagons.	Non indiqué.	0.0073	1 pour 33	0.0063	—
— de l'Est français	Voitures.	—	0.008 et 0.007	1 pour 50	0.005	—
— — —	Wagons.	—	0.0050	1 pour 75	0.005	—
— du Nord français	Voitures.	Creuset.	0.0070	1 pour 100	0.0035	Volfram.
— — —	Voitures et wagons.	Martin.	0.0070	—	0.0030	Non.
— — —	— —	—	0.006	—	0.0025	—
— du Midi français	Voitures.	Non indiqué	...	Non essayées.	0.0065 à 0.0050	—
— — —	Wagons.	—	...	—	0.0050	—
Chemins de fer départementaux français	Voitures et wagons.	—	0.0070	Non déterminé.	Balancement à la charge de service.	—
Great Western Railway	— —	—	Non indiqué.	Non indiqué.	Tous les ressorts, essayés, non définis.	—
North Eastern Railway	— —	Siemens-Besseme	—	—	— — —	—
— British Railway	— —	Non indiqué	Non imposé.	Non essayées.	Essai non indiqué.	...

TABLEAU XXVIII.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.		Nature de l'acier.
Midland Railway	Voitures et wagons.		Bessemer.
Caledonian Railway	—	—	Non imposé.
Great Eastern Railway	—	—	—
Great Northern Railway	—	—	—
London & South Western Railway	—	—	—
Lancashire & Yorkshire Railway	—	—	—
Great Northern Railway (Ireland)	—	—	—
Midland Great Western of Ireland Railway	—	—	—
Great North of Scotland Railway	—	—	Acier Sheffield.
Belfast & Northern Counties Railway	—	—	Non imposé.
Furness Railway	—	—	—
Taff Vale Railway	—	—	Non indiqué.
London, Tilbury & Southend Railway	—	—	—
Metropolitan Railway	—	—	Acier Sheffield.
New South Wales Government Railway	—	—	Non imposé.
New Zealand Government Railway	—	—	Acier au carbone.
South Australia Government Railway	—	—	Fabricants approuvés.
Western Australia Government Railway	—	—	Non indiqué.
Natal Government Railway	—	—	—
East Indian Railway	—	—	—
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	Voitures.		Creuset.
— —	Wagons.		—
Réseau de l'Adriatique (Italie)	Voitures et wagons.		—
Chemin de fer du Nord de Milan	—	—	—
Chemins de fer de l'État néerlandais	—	—	...
— de Vladicaucase (Russie)	—	—	Non indiqué.
Central suisse	—	—	—
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	—	—	Acier fondu et Bessemer.

Essai des barres isolées.		Essais des ressorts finis.	L'acier volfram ou autre acier spécial est-il employé ?
Allongement minimum imposé.	Essais de traction et autres essais. Nombre pour cent de lames essayées.	Charge ou limite élastique imposée. — Autres essais de flexion.	
Non imposé.	Non essayées.	Essai non indiqué.	...
—	—	Aplatissement complet.	Non.
—	...	Course d'essai = 0,082 de la corde.	—
—	Non essayées.	Aplatissement complet.	...
Non indiqué.	1 pour 20	Aplatissement d'une lame de 762 millimètres cintrée à une courbure P = 80 *e*.	...
Essai de traction.	R. = 70. Allong. = 15 p. c.	Aplatissement sous 4/5 charge-service.	...
Non imposé.	Non imposé.	Aplatissement complet.	Non.
Non essayé.	Non essayées.	— —	...
—	—	Garantie du fournisseur.	Non.
—	—	Aplatissement + 38 millimètres contre-flèche.	—
—	—	Aplatissement.	—
...	...	Non indiqué.	...
Non essayé.	Non essayées.	—	Non.
—	—	Aplatissement.	—
—	—	—	—
Non indiqué.	Aplatissement d'une lame cintrée à une courbure R. = 80 *e*.	Non indiquée.	—
—	Non indiquées.	Aplatissement.	...
—	Aplatissement d'une lame cintrée à une courbure R. = 80 *e*.	Non essayés.	...
...	1 pour 100. Aplatissement d'une lame cintrée à une courbure R. = 10 *e*.	...	...
Non indiqué.	Non indiqué.	Aplatissement.	Non.
0,0050	1 pour 50	Variable suivant les ressorts.	Volfram.
0 0055	—	— —	Non.
Fibre entier 120 kg.	1 pour 25	1.5 charge de service.	—
...	Non essayées.	Non indiquée.	—
Traction.	1 par 50 ressorts. Non trempé. R. = 75. Allong. = 10. St. = 25. Trempé : R. = 100. Allong. = 5. St. = 20. Balancement d'une lame sous charge de 94 par mill. carré à la fibre extrême.	...	—
...	Non essayées.	Non indiqués.	Acier Sheffield.
Traction.	Balancement d'une lame sous charge de 94 par mill. carré à la fibre extrême.	—	Non.
...	1 à 4 pour 100	—	—

ANNEXE XXVII.

Questionnaire.

h) Employez-vous l'acier moulé pour certaines pièces de châssis et de la suspension ?
Lesquelles ?
Boîtes d'essieux ?
Patins ?
Supports, etc. ?

Réponses.

AUTRICHE.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

Voitures et wagons.

Il n'est pas fait usage de l'acier moulé pour les châssis et la suspension.
Les boîtes d'essieux sont en fonte.
Les patins sont en fer forgé.
Les supports sont en fer fondu laminé.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Voitures et wagons.

Il n'est pas fait usage de l'acier pour les châssis et la suspension.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Voitures et wagons.

L'acier moulé n'est pas employé pour les pièces du châssis et de la suspension, sauf pour les boisseaux de tampons.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Voitures et wagons.

Il n'est pas fait usage d'aciers spéciaux.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Voitures et wagons.

Il n'est pas fait usage d'acier moulé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Voitures.

On emploie l'acier moulé pour les supports-consoles de caisse et les guides de crochet de traction.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

Voitures et wagons.

On emploie l'acier moulé pour les boîtes d'essieux, les supports, les consoles de caisse et les croix de Saint-André.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Voitures et wagons.

h) On n'utilise pas l'acier moulé dans les véhicules.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

Voitures.

L'acier moulé a été employé seulement pour les boîtes d'essieux des vingt-trois dernières voitures.
La résistance de traction demandée est de :

R. = 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 10 p. c. sur 200 millimètres entre les repères.

Section, 500 millimètres carrés.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Voitures et wagons.

L'acier moulé n'est employé que pour les dessous de boîtes d'essieux.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Voitures et wagons.

L'acier moulé n'a été utilisé que pour les boîtes d'essieux et les patins.
Les supports sont en fer.

Ouest (5,534 kilomètres).

Voitures et wagons.

L'acier moulé a été utilisé pour les mains de suspension et les faux tampons, mains de choc, arbres et leviers de commande du frein à vis, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Est (4,833 kilomètres).

Voitures et wagons

Les accessoires suivants sont en acier moulé :
Les buttoirs de ressorts de traction.
Les guides intérieurs des tiges de choc.
Les équerres-guides intérieurs des crochets de traction.
Les attaches des plaques de garde.
Les dessous de boîtes d'essieux.
Les couvercles de boîtes d'essieux.

Voitures.

Pour les dessous de boîtes, les conditions de réception sont :

1° *Essai au choc.* — La pièce essayée doit supporter cinq chocs successifs d'un mouton de 12 kilogrammes tombant de 2 mètres;

2° *Essai de traction.* — Une éprouvette est prise dans la partie non fatiguée.

Longueur utile de l'éprouvette . . . . . 25 millimètres.
Largeur — — . . . . . 15 —

On demande les conditions :

R. = 35 kilogrammes;
Al. = 10 p. c.

Le nombre des pièces essayées est, en général, 1 p. c.
Les sabots du frein sont en fonte.

Voitures.

Les accessoires suivants sont en acier moulé :
Le manchon reliant le crochet de traction à la barre de traction.
Les guides de bielles de réglage des sabots.
Les leviers de valves de purge.
Les supports de l'arbre à levier fixé sur le brancard.

Nord (3,745 kilomètres).

Les pièces exécutées en acier moulé sont :

Voitures.

Les dessous de boîte d'essieu.
Les supports de frein.

Wagons.

Les corps des boîtes et les dessous.
Les supports de frein et de suspension.
Le siège de ressort est en acier estampé.

Midi (3,236 kilomètres).

L'acier moulé a été utilisé pour les pièces suivantes : boîtes d'essieux, patins et supports.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

Voitures et wagons.

L'acier moulé sert dans les crapaudines de bogies, les pièces pivotantes de traverses pour wagons à bois.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Voitures et wagons.

Il n'est pas fait usage de l'acier moulé.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les boîtes d'essieux sont en fonte.
Les patins sont en fer forgé.
Les supports seulement sont en acier moulé.

North British Railway (2,144 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les boîtes d'essieux ne sont pas en acier moulé.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les supports sont en acier moulé.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Voitures.

On emploie l'acier moulé pour les supports des suspensions de ressorts de bogies.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Voitures.

Les tiges des supports de suspension de ressort sont en acier moulé.

Wagons.

Les supports de charnières des portes latérales des wagons à ballast sont en acier moulé.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

Voitures et wagons.

Il n'est pas fait usage de l'acier moulé.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Voitures.

On emploie l'acier moulé pour la partie centrale des corps de bogies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les boîtes d'essieux sont en fonte.
Les patins sont en fer forgé corroyé.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Voitures.

Les patins sont en fonte.
Les supports sont en fer corroyé.

Wagons.

Les patins sont en acier embouti.
Les supports sont en fer corroyé.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

Voitures et wagons.

Il n'est pas fait usage de l'acier moulé.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Voitures et wagons.

Un petit nombre de supports sont en acier moulé.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Voitures et wagons.

On utilise l'acier moulé pour certaines parties de châssis, par exemple pour les parties centrales de bogies.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Voitures et wagons.

Il n'est pas fait usage de l'acier moulé.

Furness Railway (274 kilomètres).

Voitures et wagons.

On n'utilise pas l'acier moulé.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

Voitures et wagons.

Il n'est pas fait usage de l'acier moulé.
Les boîtes d'essieux sont en fonte.
Les patins et les supports sont en fer corroyé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Voitures et wagons.

L'acier moulé n'entre pas dans la construction des châssis.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

Voitures et wagons.

On emploie l'acier moulé pour les roues.
Les boites d'essieux, les patins, les supports ne sont pas en acier moulé.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Voitures et wagons.

L'acier moulé n'est pas employé,

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Voitures et wagons.

Il n'est pas fait usage de l'acier moulé.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

Voitures et wagons.

On n'emploie pas l'acier moulé.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Voitures.

On n'emploie l'acier moulé que pour les patins de voitures à toilette de première et de deuxième classe.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les boites d'essieux sont en fonte.
Les patins sont en fer corroyé.
Les supports sont en acier.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Voitures et wagons.

On emploie l'acier moulé pour les boites d'essieux et les supports.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ITALIE.

Chemin de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Voitures et wagons.

L'acier Robert moulé est employé pour les boîtes d'essieux.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Voitures et wagons.

On fait en acier moulé les supports des ressorts, les plaques-couvercles des boîtes d'essieux, les épaisseurs des plaques de garde.

On est en train d'étendre, le plus possible, l'emploi de l'acier moulé à toutes les pièces de forme compliquée qui doivent résister à de notables efforts.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

Voitures et wagons.

Toutes les boîtes d'essieux sont en acier moulé.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les pivots de bogie et les boîtes d'essieux sont en acier moulé.
Pour ces boîtes d'essieux, l'acier doit satisfaire aux conditions :

R. = 45 kilogrammes par millimètre carré ;
Al. = 20 p. c.;
St. = 30 p. c.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres)

Voitures et wagons.

On n'emploie pas l'acier moulé.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Voitures.

L'acier moulé n'est pas utilisé.

Wagons.

L'acier moulé est employé pour les pièces du châssis exigeant une solidité particulière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les boites d'essieux sont en acier moulé.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Voitures et wagons.

L'acier moulé est utilisé pour les boites d'essieux, les crosses de pistons et pour les supports.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXIX.

Résumé des applications de l'acier moulé dans la construction des châssis de voitures et de wagons.

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.	Boites d'essieux.	Patins.	Supports.	Désignation d'autres pièces faites en acier moulé. — *Observations.*
Chemin de fer du Sud de l'Autriche.	Voitures et wagons.	Fonte.	Fer forgé.	Fer fondu laminé.	
Société Austro-hongroise privilégiée	—	...	...	...	Pas d'acier moulé.
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand. . .	—	...	...	...	Boisseaux de tampons.
— du Nord-Ouest Autrichien	—	...	...	...	Il n'est pas fait usage d'acier moulé.
Chemins de fer de l'État hongrois	—	...	...	...	— —
— de Mohacs-Fünfkirchen	—	...	...	...	— —
— de l'État belge	—	...	..	Supports de caisse en acier moulé.	Guides de crochets de traction.
Chemin de fer de Liége à Maestricht	—	Acier moulé.	...	Acier moulé.	Croix de Saint-André.
Chemins de fer de l'État danois	—	...	...	...	Il n'est pas fait usage d'acier moulé.
— de l'État français	Voitures.	Acier moulé.	...	...	Pour 23 voitures seulement.
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée . . .	Voitures et wagons.	Dessous en acier moulé.	...	...	
— de Paris-Orléans	—	Dessus et dessous en acier moulé.	Acier moulé.	Fer.	
— de l'Ouest français.	—	...	...	...	Mains de suspension, faux tampons. Arbre et leviers de frein, etc.
— de l'Est français	—	Dessous en acier moulé.	Acier moulé.	...	Attaches de plaques de garde. Butoirs de ressorts de traction.
— —	Voitures.	—	—	Supports de frein en acier moulé.	Manchon reliant la bare de traction à la tige du crochet.
— du Nord français	—	—	...	— —	
— —	Wagons.	Dessus et dessous en acier moulé.	...	— —	
— du Midi français	Voitures et wagons.	—	Acier moulé.	Acier moulé.	
Chemins de fer départementaux	—	...	...	...	Crapaudines de bogies. *Pièces pivotantes de wagons à bois.*
Great Western Railway	—	...	...	...	*Il n'est pas fait usage d'acier moulé.*
South British Railway	Voitures et wagons.	Acier moulé.	...	...	
Midland Railway	—	...	...	Acier moulé.	
Caledonian Railway	—	...	...	—	
Great Eastern	Voitures.	...	...	...	Tiges des ressorts de suspension.
— —	Wagons.	...	...	...	Supports de charnières. Wagons à ballast.
Great Northern Railway.	Voitures et wagons.	...	...	...	Il n'est pas fait usage d'acier moulé.
London & South Western Railway	—	...	...	...	Parties centrales des bogies
Lancashire & Yorkshire Railway.	—	Fonte.	Fer.	...	
Manchester Sheffield & Lincolnshire Railway. . .	Voitures.	...	Fonte.	Fer.	
— — — — . . .	Wagons.	...	Acier.	—	
Great Northern Railway (Ireland)	Voitures et wagons.	...	...	...	Il n'est pas fait usage d'acier moulé.
Midland Great Western of Ireland Railway . . .	—	...	...	Quelques supports en acier moulé.	
Great North of Scotland Railway.	—	...	...	...	Portée centrale de bogies.
Belfast & Northern Counties Railway	—	...	...	...	Il n'est pas fait usage d'acier moulé.
Furness Railway	—	..	...	...	— —
Taff Vale Railway.	—	...	...	...	— —
London, Tilbury & Southend Railway.	—	...	...	...	— —
New South Wales Government Railway	—	...	...	...	— —
New Zealand Government Railway	—	...	...	...	— —
South Australia Government Railway	—	...	...	...	— —
Western Australia Government Railway	Voitures.	...	Acier moulé	...	Pour les voitures de 1re et de 2me classe.
Natal Government Railway.	Voitures et wagons.	...	...	...	Il n'est pas fait usage d'acier moulé.
East Indian Railway	—	Acier moulé	...	Acier moulé.	
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	—	—	...	...	
Réseau de l'Adriatique (Italie).	..	Couvercles en acier moulé.	...	Acier moulé.	
Chemin de fer du Nord de Milan.	—	Acier moulé.	...	...	
Chemins de fer de l'État néerlandais	—	—	...	...	Pivot de bogies.
Chemin de fer Central néerlandais	—	...	...	...	Il n'est pas fait usage d'acier moulé.
Chemins de fer de Vladicaucase (Russie)	Voitures.	...	...	...	Il n'est pas fait usage d'acier moulé.
— — —	Wagons.	...	...	...	Pour les pièces du châssis exigeant une solidité particulière.
Central suisse	Voitures et wagons.	Acier moulé.	...	...	
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	—	—	...	Acier moulé.	Crosses de pistons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XXVIII.

Appareils de choc et de traction.

Questionnaire.

a) Employez-vous l'acier ou le fer fondu pour les appareils de traction ?
Crochet d'attelage ?
Barre continue ou non ?
Tendeur ?
Guides ?
Balancier, etc.?
Pièces de frein ?
Sabots de frein (acier moulé) ?
b) Quels essais faites-vous subir au métal ?
c) Essayez-vous les pièces finies ?
Combien sur cent ?
d) Autorisez-vous les soudures des pièces soudables ?
Autorisez-vous les encollages ?
e) Pour les chaînes de sûreté, employez-vous des chaînes en acier sans soudure ou des chaînes à maillons en acier doux soudées ?

Réponses.

AUTRICHE.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

a) Les pièces d'attelage et de traction sont de même qualité que pour les locomotives.
Les sabots de frein sont en fonte additionnée de copeaux d'acier.
e) Les chaînes de sûreté sont supprimées dans le matériel nouveau.
Les guides sont en fer forgé.
c) Les pièces finies ne sont pas essayées.
d) Les soudures sont autorisées.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

a) Le crochet d'attelage, la barre continue, le tendeur, les guides, le balancier et les pièces de frein sont en fer.

Les sabots de frein sont en fonte aciéreuse obtenue en additionnant des copeaux d'acier à la fonte en fusion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) *Traction*. — L'éprouvette devra avoir une longueur de 200 millimètres entre les repères.
Il faut que :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré ;
St. = 60 p. c.

Pliage à chaud à 90°.
Pliage à froid à 45°.
c) On n'essaye pas les pièces finies.
d) Les soudures sont autorisées, mais non les encollages.
e) On emploie des chaînes de sûreté en acier doux soudé.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

a) On emploie le fer forgé pour les appareils de choc, de traction et de frein.
Pour les sabots de frein, on emploie la fonte rendue aciéreuse par l'addition de copeaux, de tournures d'acier dans la masse en fusion.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

a) On autorise l'emploi du fer fondu pour tous les appareils de traction.
Les sabots de frein sont en fonte rendue aciéreuse par l'addition de copeaux d'acier.
b) On procède à des essais de traction, de pliage, de soudure et de rupture au rouge.
c) Les essais ne se font pas sur les pièces finies.
d) On évite, autant que possible, les soudures et les encollages.
e) On n'emploie plus de chaînes de sûreté.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

a) Il n'est pas fait usage d'acier ou de fer fondu pour les appareils de traction.
Le fer soudé de qualité supérieure est exclusivement prescrit pour les crochets d'attelage, les balanciers, les tringles et les leviers de frein.
Les tiges de traction et les guides en acier moulé, et les sabots de frein sont en fer fondu.
c) Sur chaque groupe de cent pièces finies il est procédé à une épreuve de pliage.
d) Les soudures des pièces soudables sont autorisées.
e) Pour les chaînes de sûreté des anciens wagons on employait des maillons en fer fondu.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

a) Le crochet d'attelage et la barre continue sont en fer ; le tendeur, les guides et le balancier sont en fer ou en acier pour les tiges filetées, les pièces de frein sont en fer ou en acier et les sabots de frein en fonte.
c) On fait des essais de traction sur les pièces elles-mêmes (une pièce par série de cinquante).
d) On autorise les soudures, mais non les encollages.
e) Pour les chaînes de sûreté on emploie le fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

a) Les crochets d'attelage, les tendeurs, les guides, les balanciers, les pièces de frein sont en fer.
Les sabots de frein sont en fonte aciéreuse.
d) On évite le plus possible les encollages.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer fin grain.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

a) Les appareils de traction sont en fer homogène.
Les sabots de frein sont en fonte.
d) Les soudures sont autorisées.
e) On n'emploie pas de chaînes de sûreté.

ESPAGNE.

Chemin de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (293 kilomètres).

e) Les maillons des chaînes de sûreté sont en fer.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

a) Toutes les pièces telles que les crochets d'attelage, les barres continues, les tendeurs, les guides, les balanciers, pièces de frein, sont en fer.
Les sabots de frein sont exécutés en fonte fondue en même temps que des riblons d'acier.
c) Les essais ne portent pas sur les pièces finies.
d) Les soudures sont essayées même par encollage.
e) Il n'est pas fait usage de chaînes de sûreté.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

e) Il n'est pas fait usage de l'acier pour les chaînes de sûreté.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

a) Il n'est pas fait usage de l'acier pour les appareils de traction.
d) Les soudures sont autorisées pour le fer, mais interdites pour l'acier.
On n'autorise pas les encollages.
e) On n'autorise pas l'emploi de maillons en acier.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

a) On utilise généralement le fer pour les appareils de traction, d'attelage et de frein.
Les sabots de frein sont en fonte.
c) On essaie environ 2 p. c. des pièces finies.
d) On autorise les soudures, mais non les encollages.
e) On emploie indifféremment la chaîne en acier sans soudure et la chaîne à maillons en fer soudé.
Les chaînes de sûreté sont essayées à une tension de 20,000 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ouest (5,534 kilomètres).

a) On emploie le fer pour les appareils de traction.
Les sabots de frein sont en fonte.
c) On essaie les pièces finies à raison d'une pièce par lot de cinquante ou fraction de cinquante.
d) On demande que les pièces de forge soient fabriquées par refoulement et par étirage dans la masse ou estampage et, autant que possible, sans soudure.
Les soudures doivent être faites par amorces et à chaude portée, les encollages et les lardons étant formellement interdits.
e) Les chaines de sûreté sont en fer à maillons soudés.

Est (4,833 kilomètres).

a) Le fer de forge de première qualité a été exclusivement employé pour la confection des organes principaux de la traction.
c) Le nombre de pièces essayées est en général de 1 p. c.
Les sabots de frein sont en fonte.
d) Les soudures sont autorisées pour certaines pièces en fer.
Les encollages ne sont pas autorisés; on n'admet que les soudures par amorce et chaude portée et, exceptionnellement, pour quelques pièces telles que les plaques de garde, les équerres, etc., la soudure en gueule de loup.
e) Les chaines de sûreté sont en fer à maillons soudés.
On emploie à titre d'essai la chaine en acier David et Damoizeau sur trente-cinq wagons à ballast.

Nord (3,745 kilomètres).

a) Les crochets de traction peuvent être en fer ou en acier soudable.
Il n'est pas fait usage de barre continue.
c) La résistance minimum imposée est de 40,000 kilogrammes pour les pièces finies
On essaie 1 p. c. des pièces présentées.
d) Aucune soudure n'est autorisée.
e) Les chaines de sûreté sont en fer.

Midi (3,236 kilomètres).

a) On n'utilise pas l'acier ou le fer fondu pour les appareils de traction.
Les sabots de frein sont en acier moulé.
c) Les pièces de traction et de choc sont essayées à raison d'une par lot de 51 pièces
d) Les soudures et les encollages ne sont pas autorisés.
e) Les chaines de sûreté sont en fer à maillons soudés.

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

a) On emploie le fer forgé pour les appareils de traction.
c) Les essais s'exercent sur les pièces finies dans une proportion qui n'est pas fixée
d) On autorise dans certains cas les soudures, mais jamais les encollages.
e) On n'emploie pas de chaine de sûreté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

a) Le crochet d'attelage est en fer fondu.
Le tendeur est en fer.
Les sabots de frein sont en acier doux moulé.
c) On essaie les pièces finies et il faut que :

R. = 34 à 38 kilogrammes par millimètre carré.

d) Les soudures sont autorisées.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

a) Le crochet d'attelage et le tendeur sont en fer. La barre continue est employée.
Les guides sont en acier fondu ou en fonte.
Le balancier et les pièces du frein sont en fer.
Les sabots de frein sont en fonte.
d) Les encollages ne sont pas autorisés.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer.

North British Railway (2,144 kilomètres).

a) Les appareils de traction tels que le crochet de traction, les barres continues, le tendeur et les pièces du frein sont en fer.
Les sabots sont en fonte.
d) On autorise les soudures, mais non les encollages.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Voitures.

a) Tous les crochets d'attelage, barres, tendeurs, pièces de frein, sont en fer.

Wagons.

a) Les crochets d'attelage seulement sont en acier.

Voitures et wagons.

a) Tous les sabots sont en fonte.
b) Les soudures sont autorisées.
c) Aucune chaine de sûreté n'est utilisée.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

a) Les appareils de traction et de frein tels que le crochet d'attelage, la barre continue, le tendeur, les guides et le balancier sont en fer.
Les sabots de frein sont en fonte.
b) On ne fait pas d'essais.
d) On autorise les soudures, mais non les encollages.
e) On emploie le fer soudé pour les chaînes de sûreté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

a) Tous les appareils, tels que le crochet d'attelage, la barre, le tendeur, sont en fer
Pour les châssis en acier le balancier est en acier laminé.
Les pièces de frein sont en fer.
c) Les chaînes de sûreté sont en fer.
Toutes les clefs et clavettes des appareils de choc et de traction sont en acier moulé.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

a) Les appareils de traction sont en fer.
Le crochet d'attelage, la barre continue et le tendeur sont en meilleur fer du Yorkshire.
Les guides sont en fer.
d) Les encolages ne sont pas autorisés.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

a) Les appareils de traction, tels que les crochets d'attelage, la barre continue, le tendeur et les pièces de frein, sont en fer. Les guides sont en fonte.
Les sabots sont en fonte.
d) On évite, autant que possible, les soudures et les encollages.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

a) Les appareils, tels que le crochet d'attelage, la barre continue, le tendeur, les guides et le balancier, sont en meilleur fer du Yorkshire.
Les sabots sont en fonte.
c) On n'essaie pas les pièces finies.
d) On autorise les soudures, mais non les encollages.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

a) Les appareils de traction, les balanciers, etc., sont en fer.
Les pièces du frein sont en acier moulé.
c) On essaie les pièces finies en proportion variable.
d) On autorise les soudures.
e) Les chaînes de sureté sont en fer.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

a) Sauf les sabots, qui sont en fonte, toutes les pièces sont en fer corroyé.
b) Il n'est pas fait d'essais.
d) On autorise les soudures et les encollages.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

a) Les appareils de traction, crochets d'attelage, barres continues, tendeurs, freins sont en fer.
Les guides et les sabots sont en fonte.
b) On ne fait subir aucun essai au métal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) On ne fait subir aucun essai aux pièces finies
d) On autorise les soudures.
e) Pour les chaînes de sûreté on emploie le meilleur fer.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

a) Les appareils, tels que les crochets d'attelage, les barres continues, les tendeurs, les guides et les pièces du frein, sont en fer.
e) Les chaînes sont en fer.
Les sabots sont en fonte.
Les balanciers sont en acier.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les appareils de traction, tels que le crochet d'attelage, la barre continue et le tendeur, sont en fer.
Les sabots sont en fonte.
d) On emploie exceptionnellement des soudures.
e) Les maillons des chaînes de sûreté sont en fer soudé.

Voitures.

a) Quelques tendeurs de voitures sont en acier.

Furness Railway (274 kilomètres).

a) Les appareils, tels que crochets d'attelage, les pièces de frein, les barres continues, les guides, les tendeurs et les balanciers, sont en fer fondu.
Les sabots sont en acier moulé.
b) Il n'est pas fait d'essai.
d) On autorise les soudures, mais non les encollages.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

a) Les appareils, tels que le crochet d'attelage, le tendeur, le balancier et les pièces de frein, sont en fer.
Les sabots et les guides sont en fonte.
c) On n'essaie pas les pièces finies.
d) On autorise les soudures là où elles sont indispensables, mais non les encollages.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

a) Les appareils, tels que le crochet d'attelage, la barre continue, le tendeur et les pièces de frein, sont en fer fondu.
b) On fait des essais de traction et de cintrage.
d) On autorise les soudures, mais non les encollages.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

a) Toutes les pièces de l'attelage et de la traction sont en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

a) Les appareils de traction, tels que la barre continue, les tendeurs, les guides, les balanciers et les pièces de frein, sont en fer forgé.
c) Les pièces finies sont essayées à raison de 2 p. c.
d) Les soudures sont autorisées, mais les encollages sont interdits.
e) On ne fait pas usage de chaines de sûreté.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

a) Les appareils de traction sont en fer.
Les sabots sont en fonte.
e) Les chaines de sûreté sont en fer corroyé.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

a) Les appareils de traction, tels que le crochet d'attelage et la barre, continue sont en fer
Les pièces de frein sont en acier moulé.
Les sabots sont en fonte.
e) Il n'est pas fait usage des chaines de sûreté.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres .

a) Les appareils de traction sont en fer.
Il n'est pas fait usage de barres continues.
Les tendeurs sont en fer.
Les guides sont en fer fondu ainsi que les sabots.
c) On n'essaie pas les pièces finies.
d) On n'autorise pas les soudures ni les encollages.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

a) Les appareils de traction tels que le crochet d'attelage, les guides, le balancier et les pièces de frein sont en fer.
Les sabots sont en fonte.
b) On procède à un essai de traction pour dix tonnes présentées à la réception.
d) Ni les soudures ni les encollages ne sont autorisés.
e) Les chaines de sûreté sont en fer.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

a) Les appareils de traction sont en acier.
Le crochet d'attelage et le tendeur ne sont pas en acier.
e) Les chaines de sûreté ne sont pas en acier.
Les guides et les balanciers sont en acier.
Les sabots sont en fonte.
b) On ne fait pas d'essais du métal.
c) On essaie les pièces finies.
d) Les soudures ne sont pas autorisées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

a) Les appareils de traction, les crochets d'attelage et les tendeurs sont en fer.
Les guides et les balanciers sont en acier.
b) R. = 44 à 48 kilogrammes par millimètre carré.
c) On n'essaie pas les pièces finies.
d) Les soudures ne sont pas autorisées.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

a) Il n'est pas fait usage de l'acier.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

a) On emploie le fer fondu pour le crochet d'attelage, pour la barre de traction, pour le tendeur et pour les pièces du frein.
On emploie la fonte pour les sabots de frein.
L'appareil de traction est à barre continue.
b) On procède à des essais de traction et de pliage.
Il n'y a aucune prescription spéciale pour la prise d'essai.
d) Les soudures sont autorisées, mais non les encollages.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

a) On emploie exclusivement le fer forgé au matricé.
d) On n'autorise pas les soudures ni les encollages.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer.

LUXEMBOURG.

Chemin de fer et minières Prince Henri (163 kilomètres).

a) Les appareils, crochet d'attelage, barre continue, tendeur, pièces de frein, sont en fer.
Les guides sont en acier moulé.
Les sabots sont en fonte.
b) On fait seulement des essais de traction.
d) Les chaînes de sûreté ne sont pas en usage.

PAYS-BAS (Continent).

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

a) Les appareils de traction, crochet d'attelage, barre continue, tendeur, guides et pièces de frein sont en fer.
Les sabots sont en fonte.
c) On essaie 2 p. c. des pièces finies à la traction, au pliage et à la soudure.
d) On autorise les soudures.
e) Les chaînes de sûreté sont en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

a) Le crochet de traction, les barres continues, les tendeurs sont en acier Martin
Les guides, les pièces et sabots de frein sont en fer.
d) Les soudures ne sont pas autorisées.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les crochets d'attelage sont en fer forgé ; les barres continues ou non sont en fer fondu ; les tendeurs, les guides et les pièces de frein sont indifféremment en fer forgé ou en fer fondu ; les sabots de frein sont en fonte. Le métal des balanciers, etc., est laissé au gré des fournisseurs.
d) Les soudures des pièces soudables, ainsi que les encollages sont autorisés.
e) On emploie des chaines à maillons en fer fondu, soudés.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

a) Les crochets de traction et les pièces de frein sont en fer.
b) Les tendeurs sont en fer fondu devant satisfaire aux conditions comme métal :

R. = 40 kilogrammes ;
Al. = 20 p. c.,

tels que :

R. × Al. = 850.

Les pièces montées doivent résister à une limite d'élasticité de 16 kilogrammes par millimètre carré et à une résistance à la rupture de 32 kilogrammes.
Les sabots sont en acier moulé et sont reçus sans essais.
e) Les accouplements se font sans chaine de sûreté.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Voitures et wagons.

a) Les crochets de traction, les tendeurs et les pièces du frein sont en acier forgé ; les sabots sont en acier moulé.
b) Essais de traction et de flexion.
c) On essaie de 1 à 4 p. c. des pièces finies.
d) Les soudures des pièces soudables sont autorisées.
e) On emploie des chaines en fer forgé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXX.

Résumé des conditions d'application de

COMPAGNIES.	Métal employé pour les						Essais pratiqués.				Nombre p. c. de pièces finies essayées.	Autorise-t-on		Métal des maillons de chaînes de sûreté.		*Observations.*
	crochets d'attelage.	barres coulisses	tendeurs d'attelage.	guides.	boîtes.	pièces de frein.	Essais à la traction. maillon entier.	Allongement, pour cent.	Striction, pour cent.	Autres essais.		les soudures ?	les encollages ?	Acier avec ou sans soudure.	Fer.	
Chemin de fer du Sud de l'Autriche	...	...	...	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Néant.	Néant.	Chaînes de sûreté supprimées.
Chemins de fer de l'État autrichien	Fer.	Fer.	Fer.	—	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	Fer.	
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	—	—	—	—	—	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
— du Nord-Ouest autrichien	—	—	—	—	—	—	...	...	...	...	...	...	...	Néant.	Néant.	— —
Chemins de fer de l'État hongrois	—	...	...	Acier moulé.	—	—	...	...	...	Pliage et rupture.	1 par 100	Autorisées.	...	...	...	
— de Mohacs-Fünfkirchen	—	...	...	—	—	—	...	...	...	—	—	—	...	...	...	
— de l'État belge	—	Fer.	Fer ou acier.	...	...	Fer ou acier.	...	...	...	...	1 par 50	—	Interdits.	...	Fer.	
Chemin de fer de Liége à Maestricht	—	—	Fer.	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	—	
Chemins de fer vicinaux belges	Fer fondu	Fer fondu	Fer fondu	Fer fondu	...	...	...	...	...	...	...	Autorisées.	...	...	...	— —
Chemin de fer de Medina del Campo à Zamora	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Fer.	
Chemins de fer de l'État danois	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— —
— de l'État français	—	—	—	—	—	—	...	...	...	...	...	...	...	...	Fer.	
— de Paris-Lyon-Méditerranée	—	—	—	—	—	—	...	...	...	...	...	...	Interdits.	...	—	
— de Paris à Orléans	—	—	—	—	—	—	...	...	...	Les chaînes sont essayées à 20,000 kg.	1 par 50	...	—	Oui.	...	
— de l'Ouest français	—	—	—	..	...	—	...	...	...	...	—	...	...	...	Fer.	
— de l'Est français	—	—	—	...	...	—	...	...	...	...	1 par 100	...	...	P^r essais.	—	
— du Nord français	Fer ou fer fondu.	Néant.	—	...	...	...	...	...	...	Les attelages sont essayés à 40,000 kg.	—	Autorisées.	...	...	—	
— du Midi français	Fer.	Fer.	—	...	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	—	
Chemins de fer départementaux français	—	—	—	...	...	—	...	...	...	...	Indéterminé.	...	...	...	...	— —
Great Western Railway	Fer fondu	...	—	...	...	...	...	...	...	...	—	Autorisées.	...	...	...	
North Eastern Railway	Fer.	...	—	Acier ou fonte.	...	...	...	...	...	...	...	...	Interdits.	...	Fer.	
— British Railway	—	Fer.	—	...	Fer.	—	...	...	...	...	...	...	...	...	—	
Midland Railway (voitures)	—	—	—	Fer.	—	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— —
— (wagons)	Acier.	—	—	—	—	—	...	...	...	...	...	Autorisées.	...	...	...	
Caledonian Railway	Fer.	—	—	—	—	—	...	...	...	...	...	...	...	...	Fer.	
Great Eastern Railway	—	—	—	...	Acier.	—	...	...	...	...	...	...	Interdits.	...	—	
— Northern Railway	—	—	—	Fer.	...	—	...	...	...	...	...	...	...	...	—	

fondu dans les appareils de traction.

TABLEAU XXX.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Métal employé pour les						Essais pratiqués.				Nombre p. c. de pièces finies essayées.	Autorise-t-on		Métal des maillons de chaînes de sûreté.		Observations.
	crochets d'attelage.	barres coulantes.	tendeurs d'attelage.	guides.	balanciers.	pièces de rech.	Essais à la traction.			Autres essais.		les soudures !	les rivellages !	Acier avec ou sans soudure.	Fer.	
							Mm. carrés.	Allongement, pour cent.	Striction, pour cent.							
London & South Western Railway	Fer.	Fer.	Fer.	Fonte.	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	Fer.	Chaînes de sûreté supprimées.
Lancashire & Yorkshire Railway	—	—	—	Fer.	—	Fer ou acier.	...	...	...	...	...	Autorisées.	Interdits.	...	—	
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	—	—	—	...	—	Acier moulé.	...	...	...	...	...	...	...	...	—	
Great Northern of Ireland Railway	—	—	—	Fer.	—	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	—	
Midland Great Western of Ireland Railway	—	—	—	Fonte.	...	—	...	...	...	...	...	...	...	...	—	
Great North of Scotland Railway	—	—	—	Fer.	Acier.	—	...	...	...	...	...	...	...	...	—	
Belfast & Northern Counties Railway	—	—	Acier pour quelques voitures.	...	...	—	...	...	...	...	...	Par exception.	...	...	—	
Furness Railway	Fer fondu	Fer fondu	Fer fondu	Fer fondu	Fer fondu	Fer fondu	...	...	...	...	...	Autorisées.	Non.	...	...	
Taff Vale Railway	Fer.	...	Fer.	Fonte.	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	Fer.	
London, Tilbury & Southend Railway	Fer fondu	Fer fondu	Fer fondu	...	...	Fer fondu	...	...	...	...	...	Autorisées.	Non.	...	...	
Metropolitan Railway	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
New South Wales Government Railway	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	...	...	...	...	2 par 100	...	...	...	...	
Cape Government Railway	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
New Zealand Government Railway	—	—	—	—	—	Acier moulé.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
South Australia Government Railway	—	...	—	Fer fondu	...	...	...	...	...	...	...	Non.	Non.	...	...	
Western Australia Government Railway	—	Fer.	—	Fer.	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
Natal Government Railway	—	...	—	Acier.	Acier.	...	...	...	...	...	...	Non.	Non.	...	...	
East Indian Railway	—	Fer.	—	—	—	...	...	...	...	...	...	—	...	...	...	
Chemins de fer de la Méditerranée (Italie)	—	—	—	Fer.	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
— méridionaux (Italie)	Fer fondu	Fer fondu	Fer fondu	...	...	Fer fondu	...	...	...	...	...	Autorisées.	Non.	...	...	
Chemin de fer du Nord de Milan	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
— et minières Prince Henri	Fer.	Fer.	Fer.	Acier moulé.	...	Fer.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
Chemins de fer de l'État néerlandais	—	—	—	Fer.	...	—	...	...	...	Pliage et soudure.	2 par 100	...	...	...	...	
Chemin de fer Central néerlandais	Acier Martin.	Acier Martin.	Acier Martin.	—	...	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
Chemins de fer de Vladicaucase (Russie)	Fer forgé.	Fer fondu	Fer forgé ou fer fondu.	Fer forgé ou fer fondu.	Indifféreat.	Fer forgé ou fer fondu. Fer.	...	...	...	...	...	Autorisées.	Autorisés.	...	Fer.	
Central suisse	Fer.	Fer.	Fer fondu	...	...	Acier.	20	8 × 4 = 850	Non indiqué.	...	...	...	...	...	...	
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	Acier.	...	Acier.	...	...		Non indiqué.	Non indiqué.	Non indiqué.	Flexion.	1 à 4 par 100	Autorisées.	...	...	Fer.	

ANNEXE XXIX.

Appareils de choc et de traction.

Questionnaire.

j) Employez-vous l'acier ou le fer fondu pour les appareils de choc : Tampons? Faux tampons? Guides, etc.?

(Prière de joindre les conditions des cahiers des charges pour la fourniture des aciers servant aux appareils de choc et de traction.)

Réponses.

AUTRICHE.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

On n'emploie ni l'acier ni le fer fondu pour les appareils de choc.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Les tampons et les faux tampons sont fabriqués en fer fondu soudé Martin de qualité douce.

Tout fer fondu soudé Martin, employé pour la confection des appareils de choc et de traction, doit répondre aux conditions suivantes :

R. = 35 kilogrammes par millimètre carré;
St. = 60 p. c.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

On emploie le fer fondu pour tous les appareils de choc.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Les tiges de tampons sont forgées en fer fondu; les tampons sont en acier fondu ou en fer soudé.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Les tampons sont en fer ou en acier doux, ainsi que les guides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

Les appareils sont en fer.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Le fer homogène est utilisé pour les boisseaux et plongeurs de tampons.

ESPAGNE.

Chemins de fer de Medina del Campo à Zamora et de Orense à Vigo (293 kilomètres).

Les tampons sont en acier.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les tampons, faux tampons, guides, etc., s'exécutent en fer forgé.

FRANCE.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Il n'est pas fait usage de l'acier ou du fer fondu pour les appareils de choc.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Les tampons et les faux tampons sont en fer forgé.
Les guides sont en acier moulé.

Ouest (5,534 kilomètres).

Les tampons et leurs tiges sont en fer.
On commence à substituer l'acier moulé à la fonte pour les faux tampons.

Est (4,833 kilomètres).

L'acier moulé est seulement employé pour quelques accessoires.

Voitures.

Les bagues de faux tampons, les manchons de tiges de choc et les guides sont en acier moulé.

Voitures et wagons

Les faux tampons sont en fer.

Nord (3,745 kilomètres).

On n'emploie pas l'acier pour les appareils de choc.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voitures.

Les tampons sont en fer.
Les faux tampons sont en fer ou en fonte.

Wagons.

Les tampons sont en fer, en fonte ou en fonte malléable.
Les faux tampons sont en fer ou en fonte.

Midi (3,236 kilomètres).

Les tampons sont en acier extra-doux.
Les faux tampons sont en acier soudable ainsi que les guides.

Traction. — Pour les tiges de tampons en acier, la charge de rupture de l'éprouvette devra satisfaire à

R. = 35 à 40 kilogrammes par millimètre carré;
Al. = 28 p. c.

Diamètre de l'éprouvette, 16 millimètres.
Distance entre les repères, L = 100 S.

L étant exprimé en millimètres;
S étant exprimé en millimètres carrés.

Épreuves de soudabilité des tiges de tampons en acier.

Un barreau forgé et recuit formé de deux bouts découpés dans la tige d'essai et soudés devra pouvoir être plié à bloc à l'endroit de la soudure.

Essai au choc. — La partie de la tige de tampon portant le champignon et le collet de butée sera introduit dans un trou pratiqué dans un bloc de fonte massif et très résistant. La tige de tampon placée verticalement recevra sur la partie extérieure de son champignon, à 90 millimètres de l'axe de la tige, deux coups au plus d'un mouton de 200 kilogrammes dont la frappe, agissant sur le champignon, sera terminée par une calotte sphérique d'un diamètre égal ou plus petit que 100 millimètres.

Par l'effet de ces chocs, le champignon devra prendre une inclinaison de 15° au moins sur la position primitive.

La partie relevée du champignon sera ensuite frappée dans le sens du redressement de deux coups au moins du même mouton à la distance de 90 millimètres de l'axe de la tige. Par l'effet de ces chocs, le champignon devra se redresser.

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

Les appareils de choc sont en fer forgé.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Les appareils de choc, tampons, faux tampons, sont en fer.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Les tampons et les faux tampons sont en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voitures.

Les guides sont en acier moulé.

Wagons.

Les guides sont en fonte.

North British Railway (2,144 kilomètres).

Les tampons sont en fer.
Les guides sont en fonte.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Les tampons sont en fer forgé.
Les guides de tampons sont en fonte.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Les tampons sont en fer.
Les faux tampons et les guides sont en fonte.
L'acier n'est pas employé.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Les tampons sont en fer.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

Les tampons sont en fer forgé.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Les tampons sont en fer.
Les guides sont en fonte.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Les tampons sont en fer.
Les guides sont en acier moulé.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres.)

Les appareils de choc sont en fer.
Les faux tampons sont en fonte.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

Voitures.

Les tampons sont en acier.
Les faux tampons sont en fonte.

Wagons.

Les tampons sont en fer corroyé.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Les tampons sont en fer.
Les guides sont en fonte.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Les tampons sont en fer.
Les faux tampons sont en fonte.
Les guides sont en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Les tampons sont commandés en fer ou en acier.
Les faux tampons sont en fonte.
Les guides sont en fonte.

Furness Railway (274 kilomètres).

Les tampons sont en fer.
Les faux tampons sont en fonte.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

Les tampons sont en fer.
Les faux tampons sont en fonte.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

Les appareils de choc sont en fer fondu.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

Tous les appareils de choc sont en fer.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Les tampons et les faux tampons sont en fer forgé.
Les guides sont en fonte.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

Tous les appareils de choc, tels que les tampons, les faux tampons et les guides, sont en fer.

South Australia Government Railway (2,771 kilomètres).

On n'emploie pas l'acier ou le fer fondu pour les appareils de choc.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Les tampons sont en fer.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Les tampons, les faux tampons et les guides sont en acier.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Les appareils de choc sont en acier ou en fer.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Les faux tampons sont en acier moulé Robert.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

On emploie l'acier moulé pour les guides des tampons et le fer fondu pour les tiges et les plateaux des tampons.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

Les tampons sont en fer.
Les guides sont en fer matricé ou en acier moulé.

LUXEMBOURG.

Chemin de fer et minières Prince Henri (163 kilomètres).

Les tampons sont en fer forgé.
Les faux tampons sont en acier moulé.
On n'impose que des dimensions rigoureusement conformes aux dessins.

PAYS-BAS.

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

Tous les appareils de choc sont en fer.

Chemin de fer Central néerlandais (102 kilomètres).

Les appareils de choc sont en fer forgé.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Les tampons et les faux tampons sont en fer soudé.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Les tampons sont en fer forgé ainsi que les faux tampons.
Les guides sont en fonte douce.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Les tiges, les rondelles et les boisseaux sont en fer forgé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXXI.

Résumé indiquant l'emploi de l'acier dans la construction des tampons, faux tampons, guides, etc.

COMPAGNIES.	Tampons.	Faux tampons.	Guides.
Chemin de fer du Sud de l'Autriche	Fer.	Fer.	Fer.
Société austro-hongroise privilégiée	Fer fondu.	Fer fondu.	...
Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien	—	—	Fer fondu.
Chemins de fer de l'État hongrois	—	Acier ou fer.	...
— de Mohacs-Fünfkirchen	—	—	...
— de l'État belge	Fer ou acier.	—	Fer ou acier.
— vicinaux belges	Fer fondu.	Fer fondu.	...
Chemin de fer de la Medina del Campo à Zamora	Acier.	...	...
Chemins de fer de l'État danois	Fer.	Fer.	Fer.
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	—	—	—
— de Paris à Orléans	—	—	Acier moulé.
— de l'Ouest français	—	—	...
— de l'Est français	—	—	...
— du Nord français	—	—	...
— du Midi français	Acier.	Acier.	Acier.
Chemins de fer départementaux français	Fer.	Fer.	Fer.
Great Western Railway	—	—	—
North Western Railway	—	—	Acier moulé (voitures).
— British Railway	—	...	Fonte.
Midland Railway	—	...	—
London & South Western Railway	—	...	Fonte.
Lancashire & Yorkshire Railway	—	...	Acier moulé.
Manchester Sheffield & Lincolnshire Railway	—	Fonte.	Fer.
Great Northern of Ireland Railway (voitures)	Acier.	—	...
— — (wagons)	Fer corroyé.	...	...
Midland Great Western of Ireland Railway	Fer.	...	Fonte.
Great North of Scotland Railway	—	Fonte.	Fer.
Belfast & Northern Counties Railway	Fer ou acier.	—	Fonte.
Furness Railway	Fer.	—	...
Taff Vale Railway	—	—	...
London, Tilbury & Southend Railway	—	Fer.	Fer.
Metropolitan Railway	—	—	—
New South Wales Government Railway	—	—	Fonte.
Cape Government Railway	—	—	Fer.
South Australia Government Railway	...	...	...
Western Australia Government Railway	Fer.	...	...
Natal Government Railway	Acier.	Acier.	Acier.
East Indian Railway	Acier ou fer.	Acier ou fer.	Acier ou fer.
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	...	Acier moulé.	...
Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique)	Fer fondu.	...	Acier moulé.
Chemin de fer du Nord de Milan	Fer.	...	Fer ou acier moulé.
— et minières Prince Henri (Luxembourg)	Fer forgé.	Acier moulé.	...
Chemins de fer de l'État néerlandais	Fer.	Fer.	Fer.
Chemin de fer Central néerlandais	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.
Chemins de fer de Vladicaucase (Russie)	Fer soudé.	Fer soudé.	...
Central suisse	Fer forgé.	Fer forgé.	Fonte.
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	...	...	...

XVI 440

XVI 441

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XXX.

Ressorts de choc et de traction.

Questionnaire.

a) Quelle qualité imposez-vous?

b) Pour les ressorts à lames, indiquer les conditions analogues à celles demandées pour les ressorts de suspension.

c) Pour les ressorts en spirale, indiquer si tous les ressorts sont essayés à l'aplatissement et joindre un cahier des charges pour la fourniture de ces ressorts.

Réponses.

AUTRICHE.

Chemin de fer du Sud de l'Autriche (2,596 kilomètres).

a) On emploie des ressorts à feuilles et en spirales.
Les conditions sont les mêmes que pour les locomotives.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

a) Pour les appareils de choc et de traction, on n'emploie que des ressorts en spirale.
b) Les conditions sont comme pour les locomotives.
c) Lors de la réception, les ressorts sont essayés à l'aplatissement.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

c) Tous les ressorts en spirale sont essayés à l'aplatissement.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

a) Comme pour les locomotives.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

c) Les ressorts à spires plates de 225 à 235 millimètres de hauteur sont essayés à une charge de 7,200 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

a) Les ressorts de choc et de traction sont en acier fondu.
c) Pour les ressorts en spirale, on demande un essai de flexion à bloc sans déformation permanente.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les ressorts de choc et de traction sont en acier fondu.

FRANCE.

Chemins de fer de l'État (2,789 kilomètres).

a) Comme pour les ressorts de suspension.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

c) Tous les ressorts en spirale sont simplement essayés à l'aplatissement.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

a) Pour les ressorts à lames, on demande un allongement élastique de 0.0065 avec minimum de 0.006 pour le métal en barres.
b) Ces ressorts finis sont essayés à une flèche correspondant à un allongement élastique de 0.005.
c) *Ressorts en spirales.* — Tous ces ressorts sont essayés individuellement à l'aplatissement. Le métal doit fournir un allongement élastique de 0.007 moyen avec 0.0065 minimum.

Ouest (5,534 kilomètres).

a) On demande la même qualité d'acier et les mêmes épreuves pour les ressorts de choc et de traction à lames que pour ceux de suspension.

	Ordinaire.	Supérieur.
b) En lames, l'allongement élastique	0.0070 maximum	0.0073 minimum.
Les ressorts finis sont essayés à.	0.0062 —	0.0063 —

c) Tous les ressorts en spirale sont essayés à l'aplatissement.

Est (4,833 kilomètres).

a) On impose l'acier ordinaire (A. O.) comme il est indiqué aux ressorts de locomotives pour tous les ressorts de traction et de choc.
b) $^1/_{10}$ des ressorts est essayé à l'aplatissement.
c) $^1/_{50}$ des ressorts est essayé aux oscillations.

Nord (3,745 kilomètres).

c)

Ressorts de choc (en spirale) :

	Voitures.	Wagons.
Allongement élastique	0.007 p. c.	0.007 p. c.
Charge d'aplatissement	5,000 kilog.	3,500 kilog.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voitures.

Ressorts de traction (à lames). — Allongement élastique, 0.006; charge d'aplatissement, 8,000 kilogrammes.

Wagons.

Allongement élastique, 0.007; charge d'aplatissement, 8,000 kilogrammes.

Midi (3,236 kilomètres).

Voitures.

c) Épreuves des ressorts en spirale de choc et de traction.

Chaque ressort sera complètement aplati cinq fois de suite sous l'action du marteau-pilon, puis, sous-trait à cette action, on en mesure de nouveau la hauteur.

Après ces aplatissements successifs, le ressort ne devra pas avoir perdu plus de 2 millimètres de sa hauteur primitive.

Le ressort sera ensuite porté sous un balancier et aplati complètement sous une charge qui ne devra pas être inférieure à 4,000 kilogrammes pour les ressorts de choc et de 9,000 kilogrammes pour les ressorts de traction.

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

a) On demande pour l'acier des ressorts coniques un allongement élastique de 0.007.

c) *Choc.* — Tous les ressorts sont balancés à la charge d'aplatissement et ne doivent présenter aucune perte de flèche.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Ressorts en spirale.

c) Chaque ressort doit être aplati rapidement plusieurs fois au pilon. Ensuite, il doit être placé sur une tôle avec une tige percée d'un œil ; cette tige doit glisser librement dans le trou du ressort et sera surmonté d'un disque d'un diamètre supérieur de 25.4 millimètres à celui du diamètre extérieur total. Le ressort ainsi monté doit pouvoir supporter trois coups de mouton d'une chute libre, telle que le ressort soit complètement fermé.

Le ressort ne doit conserver, après cet essai, aucune perte de flèche.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

a) Les ressorts de choc et de traction sont en acier Siemens ou Bessemer acide.

b) Pour les ressorts à lames, on fait les mêmes essais que pour les ressorts de suspension.

c) Pour les ressorts en spirale, on procède à un essai de compression, à bloc, avec retour à la hauteur primitive.

North British Railway (2,144 kilomètres).

a) On spécifie le meilleur acier à ressort.

b) On n'essaie que des ressorts finis.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

a) Les ressorts sont en acier Bessemer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

a) On emploie le meilleur acier à ressorts suédois.
c) Tous les ressorts doivent être essayés à l'aplatissement et doivent reprendre leur flèche primitive.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Voitures.

c) Tous les ressorts coniques sont essayés à l'aplatissement. Les ressorts de tampons doivent subir une charge de 6,700 kilogrammes avec hauteur totale de 146 millimètres.

Wagons.

Les ressorts à lames sont employés pour les tampons et les barres de traction.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

b) Les ressorts à lames doivent être aplatis complètement et reprendre leur forme originale.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

a) Les ressorts sont en meilleur acier à ressorts.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

c) Tous les ressorts en spirale doivent être comprimés trois fois à bloc sans indiquer une perte de hauteur supérieure à 1.8 millimètre.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

b et *c*) On essaie à l'aplatissement tous les ressorts.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

Des ressorts en caoutchouc sont en usage pour le choc.
b) Tous les ressorts en acier sont essayés à l'aplatissement.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

b) On se contente de la garantie du fournisseur, durant un an pour les ressorts à lames.
c) Tous les ressorts en spirale sont essayés à la compression totale, sans perte de hauteur totale.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Tous les ressorts de tampons sont en caoutchouc.

Furness Railway (274 kilomètres).

b) Les ressorts de traction doivent être essayés comme ceux de suspension à l'aplatissement, sans indiquer une déformation permanente.

Taff Vale Railway (193 kilomètres).

a) On emploie le meilleur acier à ressorts.
b et *c*) Tous les ressorts sont essayés à l'aplatissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres)

Les ressorts de tampons sont en caoutchouc.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

b) et *c*) Tous les ressorts sont essayés à l'aplatissement.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

b) et *c*) Les ressorts à lames et les ressorts en spirale sont essayés à l'aplatissement; ils sont en acier ordinaire.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

a) On utilise les ressorts à double section (brevet J. A. Timmis), de 3,550 kilogrammes de force. L'essai est fait par le fabricant.

South Australia Government Railway (927 kilomètres).

c) Les ressorts doivent résister à un choc de 4,535 kilogrammes avant aplatissement complet. Ils doivent supporter, sans perte de flèche permanente, mille coups de marteau-pilon produisant l'aplatissement sans indiquer une perte de flèche supérieure à 3 millimètres.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

a) Les ressorts de traction sont en caoutchouc.
Pour les tampons, on utilise les ressorts en spirale.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

b) et *c*) On pratique l'essai de l'aplatissement sur tous les ressorts.

ITALIE.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Ressorts en spirale.

Les feuilles isolées sont essayées à raison de 4 p. c. de la fourniture.

Les essais sont analogues à ceux faits sur les barres pour ressorts de suspension de locomotives. Les différences qui existent sont :

Pour l'essai de flexion, la charge à la limite élastique est de 100 kilogrammes, et à la rupture de 200 kilogrammes.

La déformation permanente tolérée est de 1 millimètre.

Le module d'élasticité ne sera pas supérieur à 22,000 par millimètre carré.

Pour l'essai au choc la hauteur de chute sera de 2.250 mètres.

Les ressorts finis seront essayés à une charge statique de 3,000 kilogrammes; il est toléré une perte de hauteur de 5 millimètres.

L'essai renouvelé, en faisant osciller plusieurs fois et vivement le ressort sous la même charge, ne devra présenter aucune perte de hauteur ultérieure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

a) On demande que le ressort soit exécuté en acier au carbone et fondu au creuset.

LUXEMBOURG.

Chemin de fer et minières Prince Henri (163 kilomètres).

c) Un ressort sur vingt sera soumis à deux épreuves.

Essai au repos. — On charge jusqu'à aplatissement pendant cinq minutes au moins, le ressort doit reprendre sa forme primitive.

Essai de balancement. — On applique une charge correspondant aux trois quarts de celle qui produirait l'aplatissement. Le ressort devra également s'aplatir sans qu'il y ait coïncement en un point quelconque. Le nombre des oscillations ne doit pas être inférieur à cinquante; le ressort doit également subir l'essai sans déformation permanente.

PAYS-BAS.

Société pour l'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais (1,591 kilomètres).

c) On emploie des ressorts en spirale pour les appareils de choc et de traction.
Tous les ressorts en spirale sont essayés à l'aplatissement à bloc; il ne devra pas se produire de déformation permanente.

RUSSIE.

Chemin de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

a) Pour les ressorts de choc, on exige la même qualité d'acier que pour les ressorts de suspension.
c) Les essais se font à l'aplatissement.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

c) Pour les ressorts en spirale on essaie 1 p. c. de la commande. On demande qu'il n'y ait point de déformation permanente après plusieurs essais de balancement et d'aplatissement.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Voitures.

a) On emploie l'acier fondu au creuset.

Wagons.

a) On emploie l'acier fondu.

Voitures et wagons.

(*c* Les ressorts en spirale sont balancés à la charge d'aplatissement complet. Il ne doit pas se produire de déformation permanente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXXII.

Résumé des conditions de ressorts de choc et de traction.

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.	Essais des lames à la flexion.				Essais du ressort monté.			RESSORTS EN SPIRALES.				Observations.
		Qualité de l'acier.	Allongement élastique.	Charge élastique à la fibre extrême.	Charge de rupture à la fibre extrême.	Charge élastique.	Charge de balancement.	Allongement élastique.	Qualité de l'acier.	Allongement élastique.	Charge d'aplatissement en kilogrammes.	Balancement, charge.	
Chemin de fer du Sud de l'Autriche.	Voitures et wagons.	Creuset.	...	...	...	de charge de service.	Charge de service.	...	...	...	...	...	* Pour l'acier à ressorts en spirale.
Chemins de fer de l'État autrichien.	— —	—	...	80*	...	...	...	...	Creuset.	...	Aplatissement.	...	
— du Nord-Ouest autrichien.	— —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	—	...	
— de l'État hongrois.	— —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
— de Mohacs-Fünfkirchen.	— —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
— de l'État belge.	— —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	7,200	...	
— vicinaux belges	— —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Aplatissement.	...	
— de l'État français	— —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Indiquée au dessin.	3/4 de la charge indiquée au dessin.	
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	— —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Aplatissement.	...	
— de Paris-Orléans	— —	...	0.0065 à 0.0050	...	...	...	...	0.0050	...	0.0070 0.0065	—	...	
— de l'Ouest français	— —	Supérieur.	0.0073 au moins.	...	...	...	...	0.0063 au moins.	...	...	—	...	
— — —	— —	Ordinaire.	0.0050 au plus.	...	...	...	...	0.0062 au plus.	...	...	...	...	
— de l'Est français	— —	...	0.0050	100	...	...	...	...	...	...	Indiquée au dessin.	3/4 de la charge d'aplatissement.	
— du Nord français.	Voitures.	...	0.0060	...	...	Aplatissement 4,000 kilog.	...	...	...	0.0070	5,000	...	
— — —	Wagons.	...	0.0070	...	...	6,000 kilog.	...	...	...	0.0070	3,500	...	
— du Midi français	Voitures.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4,900 9,000	...	Choc. Traction.
Chemins de fer départementaux français	Voitures et wagons.	...	...	...	...	...	...	...	...	0.0070	...	A la charge d'aplatissement.	
Great Western Railway.	— —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Aplatissement.	Aplatissement trois fois par choc.	
North Eastern Railway.	— —	Siemens ou Bessemer.	...	...	...	...	...	...	Siemens ou Bessemer.	...	—	...	
North British Railway	— —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Fournisseurs connus.
Midland Railway	— —	Siemens ou Bessemer.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
Caledonian Railway	— —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Aplatissement.	...	Acier suédois.
Great Eastern Railway	Voitures.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	6,700	...	

TABLEAU XXXII.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Voitures ou wagons.	Essais des lames à la flexion.			
		Qualité de l'acier.	Allongement élastique.	Charge élastique à la fibre extrême.	Charge de rupture à la fibre extrême.
Great Eastern Railway	Wagons.	...	...	...	...
Great Northern Railway	Voitures et wagons.	...	...	...	...
London & South Western Railway	— —	...	...	...	...
Lancashire & Lincolnshire Railway	— —	...	...	...	...
Great Northern Railway (Ireland)	— —	...	...	...	...
Midland Great Western of Ireland Railway	— —	Caoutchouc.	Choc.	...	...
Great North of Scotland Railway	— —	...	...	...	...
Belfast & Northern Counties Railway	— —	...	...	...	...
Furness Railway	— —	...	...	...	...
Taff Vale Railway	— —	Caoutchouc.	Choc.	...	...
London, Tilbury & Southend Railway	— —	...	...	...	...
Metropolitan Railway	— —	...	...	...	...
New South Wales Government Railway	— —	Ordinaire.	...	...	...
New Zealand Government Railway	— —	...	...	...	...
South Australia Government Railway	— —	...	...	...	...
Natal Government Railway	— —	Caoutchouc.	Traction.	...	...
East Indian Railway	— —	...	...	...	...
Réseau de l'Adriatique	— —	...	...	...	...
Chemin de fer du Nord de Milan	— —	Creuset.	...	...	...
— et minières Prince Henri (Luxemb.)	— —	...	...	...	...
Chemins de fer de l'État néerlandais	— —	...	...	...	...
— de Vladicaucase	— —	Normale.	...	...	...
Central suisse	— —	...	...	...	...
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	Voitures.	Creuset.	...	...	...
— —	Wagons.	Fondu.	...	...	...

Essais du ressort monté.			RESSORTS EN SPIRALES.				*Observations.*
Charge statique.	Charge de balancement.	Allongement élastique.	Qualité de l'acier.	Allongement élastique.	Charge d'aplatissement en kilogrammes.	Balancement, charge.	
...	...	...	...	...	...	...	
Aplatissement	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	Fournisseurs connus.
...	...	...	...	...	Aplatissement.	...	
Aplatissement	...	...	...	...	—	...	
...	...	...	...	...	—	...	
...	...	Garantie.	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	
...	...	Aplatissement	...	...	...	...	
...	...	—	...	...	Aplatissement.	...	
...	...	...	...	...	...	...	
...	...	Aplatissement	...	...	Aplatissement.	...	
...	...	—	...	...	—	...	
...	...	...	...	...	3,560	...	Ressorts Terminus.
...	...	...	...	...	4,535	1,000 aplatissements par choc.	
...	...	...	...	...	...	...	
...	...	Aplatissement	...	...	Aplatissement.	...	
...	...	...	...	...	3,000	3,000	
...	...	...	...	...	...	...	
Aplatissement	3/4 de l'aplatissement.	...	...	...	Aplatissement.	3/4 de la charge d'aplatissement.	
...	...	...	...	...	—	...	
...	...	...	...	...	—	...	
...	...	...	...	...	—	...	
...	...	...	...	...	...	Charge, aplatissement complet.	
...	...	...	...	...	...	—	

ANNEXE XXXI.

Caisse.

Questionnaire.

Indiquer les pièces qui sont faites en acier laminé.
Tôles à panneau.
Montants de caisse.
Montants de porte.
Rails de porte.
Ou en acier forgé :
Ferrures, boulons, etc.
Ou en acier moulé :
Consoles, supports, etc.

Réponses.

AUTRICHE.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Voitures et wagons.

Les tôles à panneau des voitures et les tôles de caisses de wagons sont laminées avec du fer fondu Martin doux; toutes les autres parties en fer de la caisse des wagons, telles que les montants de caisse, les montants de porte, les rails de porte, les supports, etc., sont généralement en fer fondu Martin doux.
Les consoles de lanternes, les armatures de caisse et les charnières sont en fonte malléable.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Voitures.

Les pièces de caisse en acier laminé sont les montants de porte, les montants de caisse.

Wagons.

Les montants de porte et hauts bords, les rails de porte et les angles sont en acier laminé.
L'acier moulé n'a reçu qu'une application très restreinte.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Voitures.

Les panneaux des voitures sont en tôle de fer fondu.

Voitures et wagons.

Les ferrures, les boulons et les supports sont en fer fondu ou en fer.
On a aussi employé la fonte malléable pour ces ferrures; les résultats ont donné satisfaction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Voitures.

L'ossature des caisses est exclusivement en bois, sauf pour les nouvelles voitures à quatre essieux, lesquelles sont munies de « rocks » en fer forgé.

Les panneaux sont en tôle de fer fondu. Des cornières en fer fondu renforcent les courbes de pavillon.

Wagons.

L'ossature des wagons à marchandises est en profilés de fer fondu; les consoles de caisse, les plaques de garde, les pièces d'attache des ressorts de suspension, les supports de vis, etc., sont en fer forgé.

Voitures et wagons.

Quelques pièces de formes compliquées sont faites en acier moulé; on a soin de les rendre forgeables par un recuit approprié.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

L'acier extra-doux est employé pour les montants de caisse, les rails des portes et les ferrures diverses et les consoles.

Chemin de fer de Liége à Maestricht (30 kilomètres).

Les tôles à panneau, les montants de caisse, les ferrures et les consoles sont en acier.

Société nationale des chemins de fer vicinaux (1,354 kilomètres).

Voitures.

Les tôles de panneau sont en fer homogène. Les montants de caisse et de portes sont en teck.

Wagons.

Les montants de caisse et de porte sont en fer homogène.
Les rails des portes sont en acier et les ferrures sont en fer.

DANEMARK.

Chemins de fer de l'État (1,699 kilomètres).

Voitures.

Les tôles à panneaux sont en fer.
Les montants de caisse sont en bois.

Wagons.

Les tôles à panneau sont en fer.
Les montants de caisse sont en fer ou en bois.

FRANCE.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres)

Voitures.

Les tôles à panneaux et les montants de porte sont en acier laminé.

Wagons.

Les consoles et les supports sont en acier pour les wagons à houille et en fer pour les autres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Les tôles à panneaux sont en acier extra-doux.
Les montants de caisse et de porte, les rails de porte sont en fer laminé.
Les ferrures, les boulons, les consoles et les supports sont en fer forgé.

Ouest (5,534 kilomètres).

Toutes les tôles au-dessous de 10 millimètres sont en acier laminé.

Est (4,833 kilomètres).

Voitures.

Les tôles à panneaux sont en acier qualité T. P.
Tous les profilés peuvent être livrés, au choix du fournisseur, en fer ou en acier.
Les clavettes seules sont en acier forgé.
L'acier moulé est employé pour certaines pièces, telles que gâches diverses, pênes, pitons et porte-lanternes.

Wagons.

Les boîtes de chevilles ouvrières, les gaines de ranchers, les supports des rails de porte, les palettes de marchepieds, les loqueteaux et les heurtoirs sont en acier.

Nord (3,745 kilomètres).

Voitures et wagons.

Pour les voitures et les wagons, les tôles de panneaux sont en fer étamé.
Les montants de porte sont en bois.
Les rails des portes sont en fer.
Les ferrures, les boulons et les consoles sont en fer ou en acier doux, ainsi que les consoles et les supports.
Les supports de frein, les charnières de portes, les porte-sabots et les supports de côté sont en acier moulé.
De nombreuses pièces de petit échantillon sont en fonte malléable.
Quelques pièces sont pliées et cassées à froid, et l'on juge de la qualité du métal à l'angle de pliage obtenu à la rupture en tenant compte de l'épaisseur ou de la forme des pièces, de la texture du métal et de la pénétration du recuit, par l'examen des cassures.

Midi (3,236 kilomètres)

Les tôles sont en acier laminé ainsi que les profilés.
Les ferrures et les boulons sont généralement en fer.

Chemins de fer départementaux (1,114 kilomètres).

Voitures.

Les goussets, les tôles à panneaux sont en acier laminé.

Wagons.

Les montants de caisse et de porte, etc., sont en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Western Railway (4,091 kilomètres).

Voitures.

Les montants de caisse sont en bois.

Wagons.

Les montants de caisse sont en acier fondu.

Voitures et wagons.

Les montants de porte sont en chêne.

North Eastern Railway (2,570 kilomètres).

Voitures.

Les tôles à panneaux ne sont pas employées.
Les montants de caisse et de porte sont en teck.
Les ferrures et les boulons sont en fer.
Les consoles et les supports ne sont pas employés.

Wagons.

Les montants de caisse et de porte sont en chêne.

Midland Railway (2,092 kilomètres).

Tous les véhicules sont construits entièrement en bois.

Caledonian Railway (1,704 kilomètres).

Voitures.

L'acier n'est pas employé, excepté le côté saillant portant un regard pour les guides

Wagons.

Les plaques d'extrémité seulement sont en acier.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Wagons.

Les plaques d'extrémité et les montants de caisse sont en acier.

Great Northern Railway (1,423 kilomètres).

Aucune pièce n'est faite en acier laminé.

London & South Western Railway (1,416 kilomètres).

Il n'est pas fait usage de l'acier laminé.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Voitures.

Les tôles à panneaux sont en acier.
Les ferrures sont en fer ou en fonte malléable.

Wagons.

Les freins seuls sont en acier.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Il n'est pas fait usage de l'acier laminé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

On n'emploie pas l'acier pour les caisses.

Midland Great Western of Ireland Railway (743 kilomètres).

On emploie exclusivement le bois.

Great North of Scotland Railway (509 kilomètres).

Les solives sont en profilé en acier doux.

Belfast & Northern Counties Railway (401 kilomètres).

Les montants de caisse sont en acier.

Furness Railway (275 kilomètres).

L'acier n'est pas employé pour les corps de voitures ou de wagons.

London, Tilbury & Southend Railway (131 kilomètres).

L'acier n'est pas employé pour les caisses de voitures ou de wagons.

Metropolitan Railway (103 kilomètres).

On n'emploie pas l'acier laminé.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

New South Wales Government Railway (4,073 kilomètres).

Les caisses sont en bois.

Cape Government Railway (3,988 kilomètres).

Voitures.

Les caisses sont en bois.

New Zealand Government Railway (3,208 kilomètres).

Il n'est pas fait usage de l'acier.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Les montants divers sont en bois.
Les ferrures, boulons, etc., sont en fer corroyé ainsi que les consoles et les supports.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Les tôles à panneaux sont en acier.
Les montants de caisse sont en bois de teck ainsi que les portes.
Les ferrures et boulons sont en fer corroyé.

East Indian Railway (2,972 kilomètres).

Voitures.

Les tôles à panneaux sont en acier.

Wagons.

L'ensemble des wagons est en acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres).

Les tôles à panneaux sont en acier laminé.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres).

Voitures.

Les panneaux sont en acier laminé.

Wagons.

Les montants des wagons découverts et les pieds corniers de quelques wagons sont en acier profilé.
Les rails de porte sont en acier fondu ainsi que les ferrures et les boulons.
Les consoles et les supports sont en acier moulé.

Chemin de fer du Nord de Milan (227 kilomètres).

Les tôles à panneau sont en acier laminé.
Les montants de caisse sont en acier profilé.

LUXEMBOURG.

Chemin de fer et minières Prince Henri (163 kilomètres).

L'acier n'est pas employé.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Wagons.

Les patins et plaques tournantes des bogies des wagons à quatre essieux se font en acier moulé.

SUISSE.

Central suisse (394 kilomètres).

Les tôles à panneaux sont en fer laminé.
Les montants de caisse sont en [illegible] fondu profilé ainsi que les rails de porte.
Les boulons, ferrures, consoles et supports sont en fer forgé.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

Voitures.

Les tôles à panneaux et les montants d'angle se font en acier laminé.

Wagons.

Les ferrures de porte, les rails de porte et les ferrures d'angle se font en acier laminé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXXIII.

Résumé des applications de l'acier et du fer fondu à la construction des caisses de voitures et de wagons.

COMPAGNIES.	Voitures et wagons.	Tôles à panneaux.	Montants de caisse.	Montants de portes.	Rails de porte.	Ferrures.	Boulons.	Consoles.	Supports.	Autres applications. — *Observations.*
Société austro-hongroise privilégiée	Voitures et wagons.	A. Martin doux.	A. Martin doux.	A. Martin doux.	Martin doux.	Fonte malléable.	...	Fonte malléable.	A. Martin doux.	Les tôles de caisse sont en acier Martin doux.
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand . . .	Voitures.	...	Acier.	Acier.	...	...	...	...	...	
— — — . . .	Wagons.	...	...	—	Acier.	Equerres.	...	...	...	Les hauts bords sont en acier.
— du Nord-Ouest autrichien	Voitures.	Fer fondu.	...	...	...	Fer ou fer fondu ou fonte malléab.	Fer ou fer fondu.	...	Fer ou fer fondu.	
Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen .	—	—	Bois.	Bois.	...	...	...	...	...	Cornières en fer fondu pour renforcement du pavillon.
— — — . . .	Wagons.	...	Profilés en fer fondu.	Profilés en tôle.	...	...	...	Fer forgé.	Supports de vis, fer forgé	
— — — . . .	Voitures et wagons.	...	...	...	...	...	...	...	...	Quelques pièces de formes compliquées sont en acier moulé.
Chemins de fer de l'État belge	—	...	Acier extra-doux.	...	Acier extra-doux.	Acier extra-doux.	...	Acier extra-doux.	...	
Chemin de fer de Liége à Maestricht	—	Acier.	Acier.	...	...	Acier.	...	Acier.	...	
Société nationale des chemins de fer vicinaux. . .	Voitures.	Fer homogène.	Teck.	Teck.	...	...	...	...	...	
— — . .	Wagons.	...	Fer homogène.	Fer homogène.	Acier.	Fer.	...	...	...	
Chemins de fer de l'État danois	Voitures.	Fer.	Bois.	...	...	...	...	...	...	
— —	Wagons.	—	Fer ou bois.	...	...	...	...	...	...	
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée. . . .	Voitures.	Acier laminé.	...	Acier laminé.	...	...	...	...	...	
— —	Wagons.	...	...	...	...	...	...	Wagon à houille, acier Siemens, fer.	Wagon à houille, acier. Fer pour les autres.	
— Paris-Orléans	Voitures et wagons.	Acier extra-doux.	Fer laminé.	Fer laminé.	Fer laminé.	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	
— de l'Ouest français	—	...	...	...	...	...	...	...	...	Toutes les tôles au-dessous de 10 mill. sont en acier laminé.
— de l'Est français.	Voitures.	Acier.	...	...	...	...	...	...	...	Profilés en fer ou en acier.
— —	Wagons.	...	...	...	...	...	...	...	Acier.	Clavettes : acier forgé. L'acier moulé pour gâches, pênes, pitons et porte-lanternes.
— du Nord français	Voitures et wagons.	Fer étamé.	...	Bois.	Fer.	Fer ou acier doux.	Fer ou acier doux.	Fer ou acier doux.	Fer ou acier doux.	Les supports de frein, charnières de portes, porte-sabots, sont en acier moulé. On emploie fonte malléable.
— du Midi français.	—	Acier.	...	...	...	Fer.	Fer.	...	...	Profilés en acier laminé.
Chemins de fer départementaux	Voitures.	—	...	...	...	...	...	...	...	Les goussets sont en acier laminé.
— —	Wagons.	...	Fer.	Fer.	...	...	...	...	...	
Great Western Railway	Voitures.	...	Bois.	...	...	...	...	...	...	
— —	Wagons.	...	Acier.	...	...	...	...	...	...	
— —	Voitures et wagons.	...	...	Chêne.	...	...	...	...	...	
North Eastern Railway	Voitures.	Pas employées.	...	Teck.	Teck.	Fer.	Fer.	Pas employées.	Pas employés.	
— —	Wagons.	...	Chêne.	Chêne.	—	...	...	...	...	

TABLEAU XXXIII.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIES.	Voitures et wagons.	Tôles à panneaux.	Montants de caisse.
Midland Railway	Voitures et wagons.	...	...
Caledonian Railway	Voitures.	...	...
—	Wagons.	...	...
Great Eastern Railway	—	...	Acier.
— Northern Railway.	Voitures et wagons.	...	...
London & South Western Railway	—	...	...
Lancashire & Yorkshire Railway	Voitures.	Acier.	...
— —	Wagons.	...	...
Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway	Voitures et wagons.	...	...
Great Northern Railway (Ireland)	—	...	...
Midland Great Western of Ireland Railway	—	...	...
Great North of Scotland Railway	—	...	...
Belfast & Northern Counties Railway	—	...	Acier.
Furness Railway	—	...	...
London, Tilbury & Southend Railway	—	...	...
Metropolitan Railway	—	...	...
New South Wales Government Railway	—	...	...
Cape Government Railway	—	...	...
New Zealand Government Railway	—	...	...
Western Australia Government Railway	—	...	Bois.
Natal Government Railway	—	Acier.	Teck.
East Indian Railway	Voitures.	—	...
— —	Wagons.	...	...
Réseau de l'Adriatique (Italie)	Voitures.	Acier.	...
— —	Wagons.	...	...
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie)	Voitures et wagons.	Acier.	...
— du Nord de Milan	—	—	Acier profilé.
— et minières Prince Henri	—	...	...
Chemins de fer de Vladicaucase	Voitures.	...	...
— —	Wagons.	...	...
Central suisse	Voitures et wagons.	Fer.	Fer fondu profilé.
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	Voitures.	Acier.	Acier.
— —	Wagons.	...	...

Rails de porte.	Ferrures.	Boulons.	Consoles.	Supports.	Autres applications. — *Observations.*
...	...	...	...	...	Véhicules entièrement en bois.
...	...	...	...	...	L'acier ne sert que dans la guérite.
...	...	...	...	...	Les plaques de bouts sont tous en acier.
...	...	...	...	...	— —
...	...	...	...	...	L'acier n'est pas utilisé.
...	...	...	...	...	— —
...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	Les freins sont en acier.
...	...	...	...	...	L'acier laminé n'est pas utilisé.
...	...	...	...	...	— —
...	...	...	...	...	— —
...	...	...	...	...	Solives en profilés d'acier doux.
...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	L'acier n'est pas utilisé.
...	...	...	...	...	— —
...	...	...	...	...	— —
...	...	...	...	...	— —
...	...	...	...	...	— —
...	...	...	...	...	— —
...	Fer corroyé.	Fer corroyé.	Fer corroyé.	Fer corroyé.	
...	—	—	...	...	
...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	L'ensemble est en acier.
...	...	...	...	...	
Acier.	Acier.	Acier.	Acier moulé.	Acier moulé.	Les montants des wagons découverts et les pieds corniers sont en acier profilé.
...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	L'acier n'est pas utilisé.
...	...	...	...	...	— —
...	...	...	...	...	Les patins et plaques tournantes des bogies des wagons à quatre essieux se font en acier moulé.
Fer fondu profilé.	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	Fer forgé.	
...	...	...	...	...	
Acier.	Acier.	...	...	...	

ANNEXE XXXII.

Questionnaire.

Indiquer les pièces d'acier qui peuvent entrer dans la construction des appareils divers :
Pour le chauffage ;
Pour l'éclairage ;
Les appareils d'intercommunication, etc.

Réponses.

AUTRICHE.

Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État (1,376 kilomètres).

Le chauffage à vapeur se fait à l'aide de tuyaux de conduite.
Les tuyaux de conduite du frein à vide sont en fer fondu Martin doux.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (1,317 kilomètres).

Il n'entre point de pièces en acier ou en acier moulé dans la construction des appareils de chauffage et d'éclairage.

Chemin de fer du Nord-Ouest autrichien (1,220 kilomètres).

Les conduites de chauffage sont en fer fondu.
On emploie, en général, le fer fondu pour les pièces de forge.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen (7,622 kilomètres).

Les appareils de chauffage et les tuyaux de conduite pour le chauffage, ainsi que les réservoirs à gaz d'éclairage sont en tôle de fer fondu doux.

BELGIQUE.

Chemins de fer de l'État (3,290 kilomètres).

Toutes les ferrures peuvent être fabriquées en acier doux trempé.
L'acier n'est guère utilisé pour les appareils de chauffage et d'éclairage, car les quelques petites pièces qui entrent dans ces appareils ne méritent pas d'être citées.

FRANCE.

Paris-Lyon-Méditerranée (8,835 kilomètres).

Il n'est pas fait usage de l'acier dans les pièces de chauffage ou d'intercommunication.

Paris-Orléans (6,775 kilomètres).

Il n'est pas fait usage de l'acier dans les appareils de chauffage, ou d'éclairage, ou d'intercommunication, sauf pour les tuyaux de frein.

Ouest (5,534 kilomètres).

Les appareils de chauffage, d'éclairage et d'intercommunication sont composés, en majeure partie, de pièces en fonte, en fonte malléable ou en bronze.
Cependant, les petites pièces de mouvement ou de décolletage sont en fer ou en acier doux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes les tôles (au-dessus de 10 millimètres d'épaisseur), entrant dans la construction de ces appareils, sont en acier doux.

Est (4,833 kilomètres).

La plupart des pièces exécutées aujourd'hui en fonte ordinaire ou en fonte malléable, seraient susceptibles d'être exécutées en acier moulé ; exception faite pour celles où les formes ne se prêteraient pas à cette fabrication.

On emploie déjà actuellement l'acier moulé pour diverses parties des chaudières, de thermo-siphon.

On n'emploie pas de pièces en acier moulé pour les appareils d'éclairage, ni pour les appareils d'intercommunication.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Great Eastern Railway (1,672 kilomètres).

Les pièces en acier moulé sont les réservoirs du frein Westinghouse, les plaques d'armature des longerons en bois, les réservoirs à gaz.

Une partie des équerres latérales et des équerres d'angle des châssis en bois est en acier ainsi que toutes les clefs et clavettes des appareils de choc et de traction.

Lancashire & Yorkshire Railway (1,094 kilomètres).

Les tuyaux de chauffage et les réservoirs à gaz sont en acier.

Manchester, Sheffield & Lincolnshire Railway (1,014 kilomètres).

Sont en acier : les tuyaux de chauffage, d'éclairage et les fils métalliques d'intercommunication.

Great Northern Railway (Ireland) (874 kilomètres).

Les réservoirs échauffeurs sont en acier.

EMPIRE DES INDES ET COLONIES.

Western Australia Government Railway (927 kilomètres).

Le chauffage n'existe pas.
L'éclairage est fait par des lampes à huile.
L'intercommunication n'est pas employée.

Natal Government Railway (647 kilomètres).

Tous les appareils divers, tels que les châssis et les panneaux, sont en acier.
Il n'y a pas d'appareils de chauffage.
Les appareils électriques sont en acier.

ITALIE.

Chemins de fer de la Méditerranée (5,709 kilomètres)

Il n'est pas fait usage de l'acier pour ces pièces.

Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) (5,589 kilomètres

Les tôles de chauffage sont en acier.

RUSSIE.

Chemins de fer de Vladicaucase (2,347 kilomètres).

Le fer fondu remplace actuellement le fer soudé pour la plupart des pièces.

SUISSE.

Chemin de fer du Gothard (276 kilomètres).

L'acier n'est pas employé pour ces appareils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU XXXIV.

Résumé des applications de l'acier et du fer fondu dans la construction des appareils de chauffage, d'éclairage, d'intercommunication, etc.

COMPAGNIES.	Chauffage.	Éclairage.	Intercommunication.	Autres appareils. — *Observations.*
Chemins de fer de l'État autrichien	Tuyaux en acier.	...	Tuyaux du frein en acier.	...
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand	...	...	...	L'acier n'est pas utilisé.
— du Nord-Ouest autrichien	Petites pièces en fer fondu.	...	...	...
Chemins de fer de l'État et de Mohacs-Fünfkirchen	Tuyaux et appareils en fer fondu.	Réservoirs à gaz en fer fondu.	...	...
— de l'État belge	...	...	...	Ferrures en acier non trempé.
Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	...	...	...	L'acier n'est pas utilisé.
— de Paris-Orléans.	...	...	...	— —
— de l'Ouest français	Fonte, fonte malléable ou bronze.	Fonte, fonte malléable ou bronze.	Fonte, fonte malléable ou bronze.	Les petites pièces de mouvement et de décolletage sont en fer ou en acier doux. Toutes les tôles au-dessus de 10 millimèt. d'épaisseur sont en acier doux.
— de l'Est français.	Chaudières de thermo-siphon en acier moulé.	L'acier moulé n'est pas utilisé.	L'acier moulé n'est pas utilisé.	L'acier moulé pourrait remplacer la fonte dans les pièces où la forme s'y prête.
Great Eastern Railway	...	Réservoirs à gaz en acier.	Les réservoirs du frein sont en acier.	...
Lancashire & Yorkshire Railway	Tuyaux en acier.	— —	...	...
Manchesfer, Sheffield & Lincolnshire	— —	Tuyaux en acier.	Les fils métalliques sont en acier.	...
Great Northern Railway	...	— —	...	...
Western Australia Government Railway	...	...	...	Le chauffage et l'intercommunication n'existent pas.
Natal Government Railway	...	...	Les appareils électriques sont en acier.	Les châssis et les panneaux sont en acier. Pas de chauffage.
Chemins de fer de l'Adriatique (Italie)	...	...	...	L'acier n'est pas utilisé.
— méridionaux (Italie)	Les bâtis sont en acier.	...	...	...
— de Vindiemense (Russie).	...	...	...	*L'acier n'est pas utilisé.*
Chemin de fer du Gothard (Suisse)	...	...	...	— —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONCLUSIONS.

Les conclusions qu'il m'est permis de présenter aujourd'hui n'ont pas le caractère de généralité qu'il eût été possible de leur donner si toutes les compagnies de chemins de fer auxquelles notre questionnaire a été adressé avaient fait connaître leur réponse. Cependant, étant donnée l'importance des réseaux pour lesquels les renseignements nous sont parvenus et leur développement kilométrique, on peut considérer le résumé de ces réponses comme une indication très rapprochée de l'état général actuel de l'emploi de l'acier dans la construction du matériel de traction et de transport.

Dans ce résumé, j'ai confondu sous la seule désignation « acier » les applications d'acier et de fer fondu ; cette double désignation ne me paraissant plus avoir aujourd'hui d'autre intérêt que la spécification, sous le nom de fer fondu, d'un acier extra-doux.

Toutefois, afin de respecter le texte des documents envoyés, cette désignation a été maintenue dans les diverses parties du rapport aussi bien dans la partie qui résume, par question, les réponses faites au questionnaire que dans les annexes qui donnent, sous forme d'extrait, ces réponses elles-mêmes et dans les tableaux synoptiques qui les accompagnent, tableaux qui ont pour but de permettre la lecture facile et comparative des renseignements respectifs fournis par chaque compagnie pour chaque question.

Pour plus de clarté, ces conclusions comprendront deux parties, comme le questionnaire : la première relative aux locomotives, la deuxième, aux voitures et wagons.

PREMIÈRE PARTIE.

Locomotives.

La première application de l'acier aux tôles de chaudières date de 1864, et, durant vingt années, son emploi a peu prospéré ; ce n'est qu'à partir de 1884 que le nombre des applications s'est sensiblement accru et poursuivi avec une progression constante.

Aujourd'hui, les neuf dixièmes des compagnies de chemin de fer dont la réponse nous est parvenue, emploient pour leurs chaudières de locomotives des tôles d'acier mais jusqu'à présent, à part de rares exceptions, le foyer est resté en dehors de cette application ; il est toujours presque exclusivement fait en cuivre rouge.

Les considérations qui ont provoqué l'emploi de l'acier et ont contribué ensuite à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa généralisation sont basées sur les qualités propres de ce métal, sur les conditions particulières de sa fabrication et de son emploi et aussi sur son prix de revient avantageux.

L'acier offrant une résistance plus grande que le fer, son emploi a permis, pour des pressions égales, de diminuer l'épaisseur des tôles et par suite le poids des chaudières. Le travail d'emboutissage des tôles d'acier est plus facile que celui des tôles de fer et leur qualité en est plus constante ; enfin, le prix de revient des tôles d'acier étant devenu inférieur au prix des tôles de fer de qualité chaudière, la considération d'économie est venue se joindre à celle de la résistance et de la facilité du travail.

Les conditions de travail qui sont à suivre pour l'usinage des tôles d'acier font généralement l'objet de prescriptions définies. Ainsi, l'emboutissage à la presse est préféré à l'emboutissage au marteau, le perçage au foret est généralement seul admis, et quand le poinçon est toléré c'est à la condition que le trou soit d'abord poinçonné assez petit pour que toute la partie qui a pu être altérée par le poinçon puisse être enlevée par un alésage ultérieur.

Le rivetage se fait le plus souvent à la machine hydraulique.

Les pièces embouties sont soumises à un recuit après emboutissage. On prescrit même quelquefois un recuit des tôles après leur assemblage. Pour le découpage des tôles on admet généralement la cisaille, mais alors les tranches doivent être affranchies ultérieurement à la machine à fraiser ou à raboter. Enfin, l'étirage des pinces se fait à chaud, rarement par rabotage.

On s'est inquiété de savoir quelle peut être la durée en service des tôles d'acier comparativement à celle des tôles en fer. Les résultats des observations, peu nombreuses d'ailleurs, faites à ce sujet ne permettent pas de conclure avec précision ; mais il semble déjà acquis que la durée des tôles d'acier n'est pas inférieure à celle des tôles de fer. On est également peu renseigné sur la résistance comparative des tôles d'acier et des tôles de fer à la corrosion. On remarque d'ailleurs que pour l'acier comme pour le fer, les causes de la corrosion sont principalement la mauvaise qualité des eaux et les fuites qui se produisent aux assemblages.

Comme moyen préventif, outre la suppression, autant que possible, des deux causes précitées, il est fait usage de désincrustants et quelquefois de revêtements en cuivre.

Les parties des chaudières qui donnent lieu aux réparations les plus fréquentes sont les mêmes pour les tôles d'acier et pour les tôles de fer. Ce sont particulièrement le cadre du bas du foyer, le bas des plaques tubulaires, la partie inférieure du foyer et des viroles.

Les chaudières en acier sont, comme celles en fer, soumises à des revisions et épreuves périodiques, ces dernières étant renouvelées en cas de réparation importante. Un certain nombre de compagnies ont adopté l'acier pour les tubes à fumée ; en général, elles reconnaissent que leur durée est moindre que celle des tubes en fer et surtout que celle des tubes en laiton. La préférence donnée aux tubes en acier ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

serait justifiée que par un prix de revient plus avantageux. On reconnaît d'ailleurs que l'emploi de l'acier pour les tubes à fumée fatigue moins les plaques que l'emploi du laiton ou du cuivre dont la dilatation est plus grande que celle de l'acier.

Les parties de la chaudière qui ne supportent pas la pression de la vapeur, telles que la boîte à fumée, la cheminée, sont généralement faites en acier comme le corps cylindrique. Les rivets se font généralement en acier.

Pour les entretoises de foyer, l'acier n'a encore été employé qu'exceptionnellement.

La qualité de l'acier employé pour chaudière est généralement l'acier doux. En général, cette qualité est vérifiée par des essais de réception; mais les conditions de fabrication, telle que nature et provenance du minerai, mode de coulée, appareils de fusion, composition chimique, dimensions des lingots, etc., ne font qu'exceptionnellement l'objet de prescriptions définies.

La qualité des tôles d'acier pour chaudières est vérifiée principalement par des essais de traction prélevés dans les deux sens du laminage et généralement toutes les tôles sont essayées une à une. En outre de ces essais de traction, les essais complémentaires les plus usités sont le pliage à froid après trempe ou sans trempe, le pliage à chaud, puis viennent des essais de poinçonnage, d'emboutissage et d'étirage.

Dans le calcul d'établissement des chaudières, l'épaisseur des tôles est toujours déterminée en tenant compte d'un coefficient de sécurité, c'est-à-dire du rapport que l'on observe entre la résistance à la rupture de la qualité de tôle considérée et la fatigue que doit supporter la tôle en service.

Ce coefficient de sécurité n'est pas le même pour toutes les compagnies; d'après les réponses reçues à ce sujet, il varie entre les limites 4 et 9.

L'emploi de l'acier pour les longerons est à peu près général, ainsi que pour les supports et les glissières. Pour ces dernières et pour les supports on trouve quelques cas d'emploi de l'acier moulé.

Les ressorts se font en acier de qualité spéciale quelquefois en acier au creuset.

L'acier est aujourd'hui souvent employé pour les pièces principales du mécanisme; tiges de pistons, bielles motrices et bielles d'accouplement, mécanisme de distribution, pistons. Toutefois, pour le mécanisme de distribution l'emploi du fer est encore prépondérant et pour les pistons on emploie encore fréquemment la fonte et quelquefois le fer ou l'acier moulé.

Les essieux droits et les essieux coudés sont presque exclusivement en acier, il y a même des applications assez nombreuses d'acier au creuset et quelques-unes d'acier au nickel.

Les roues sont dans une forte proportion faites en acier moulé et les autres en fer.

Enfin, pour les bandages, il n'est plus question du fer; tous sont en acier, sans désignation spéciale pour le plus grand nombre, en acier au creuset en proportion notable et quelques-uns sont en acier Bessemer.

Les diverses pièces qui entrent dans la construction des locomotives doivent être de qualité imposée, et des essais sont généralement faits pour vérifier cette qualité.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le métal des essieux n'est généralement vérifié que par des essais de traction suivis quelquefois d'essais de pliage.

La qualité des bandages est vérifiée sur une pièce prise dans un lot et soumise au choc d'un mouton de poids déterminé tombant d'une hauteur également déterminée. L'essai au choc est quelquefois remplacé par un essai de déformation à la presse.

Pour les rivets, les entretoises, les pièces forgées et laminées, du châssis et du mécanisme, etc., les essais imposés sont les essais de traction, de pliage, de poinçonnage.

Les tubes à fumée sont essayés à une pression intérieure déterminée.

Les ressorts finis sont soumis à une charge d'épreuve sous laquelle ils ne doivent pas prendre de déformation permanente. Les lames employées à leur confection doivent avoir un allongement élastique imposé.

L'acier moulé est employé d'une façon générale dans la construction des locomotives, soit pour remplacer des pièces jusque-là faites en fonte, soit même pour remplacer certaines pièces d'assemblages ou même des pièces forgées. La résistance élevée de l'acier moulé, la facilité de produire par fusion des pièces de formes difficiles à obtenir de forge et l'économie résultant de la substitution d'une pièce fondue à un assemblage par cornières et rivets justifient le choix de l'acier moulé.

Comme application plus spéciale de l'acier moulé, il faut signaler les roues, les cylindres à vapeur, les dômes et sièges de trous d'homme. La qualité de l'acier moulé est vérifiée par des essais de traction, de pliage et de choc sur barreaux découpés dans les pièces ou venus de fonte avec les pièces.

L'acier moulé peut n'être pas exempt de soufflures, différents moyens ont été préconisés pour en révéler la présence dans l'intérieur des pièces; mais jusqu'à présent, le sondage au marteau, quoique imparfait, est le seul moyen pratiquement en usage.

DEUXIÈME PARTIE.

Voitures et wagons.

Les essieux de voitures et de wagons sont aujourd'hui presque exclusivement faits en acier, et la qualité le plus communément en usage est l'acier Martin; l'acier au creuset est rarement employé.

Les procédés de fabrication en usage sont le forgeage ou le laminage que l'on emploie séparément ou combinés; les essieux sont recuits après les opérations de forge.

On a essayé, ces temps derniers, de tremper les essieux, mais ce traitement n'est pas, jusqu'à présent, entré dans la fabrication courante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les essieux terminés de forge sont soumis à des essais de flexion par le choc au moyen d'un mouton de poids déterminé tombant en chute libre d'une hauteur également déterminée.

Ces essais sont généralement complétés par des essais de traction.

Le rodage préalable des fusées avant la mise en service est peu pratiqué.

Les centres de roues se font encore aujourd'hui en majeure partie en fer ou en fonte et bois, cependant on compte déjà d'assez nombreuses applications de roues en acier moulé ou en acier matricé, soit aux roues de voitures, soit aux roues de wagons.

Les bandages, aussi bien pour les voitures que pour les wagons, se font exclusivement en acier. Cet acier est le plus souvent obtenu au four Martin, quelquefois au Bessemer, très rarement au creuset.

Comme les essieux, les bandages sont, avant emploi, l'objet d'essais au choc au moyen d'un mouton tombant en chute libre ; cet essai est complété le plus souvent par un essai de traction. L'essai au choc est quelquefois remplacé par un essai de résistance à la déformation au moyen de la presse hydraulique.

La double trempe n'est pas pratiquée dans la fabrication des bandages de voitures et wagons ; la trempe simple est quelquefois appliquée.

L'acier est employé concurremment avec le fer pour la confection des châssis et des différentes pièces de choc et de traction, telles que : crochets d'attelage, barres de traction, guides, balanciers, mouvement de freins, etc.

Les chaînes de sûreté sont encore presque exclusivement faites en fer ; une seule compagnie emploie des chaînes à maillons en acier sans soudure.

La qualité de l'acier employé pour les châssis est l'acier doux ayant une résistance de 40 kilogrammes environ par millimètre carré.

Les ressorts sont généralement faits en acier Martin ; mais un certain nombre de compagnies emploient l'acier au creuset principalement pour les ressorts de suspension. Il est fait aussi, pour ces derniers, quelques applications d'acier spécial au Wolfram.

La qualité du métal est vérifiée par des essais faits sur les barres ou par des essais faits sur les ressorts finis. Cette prescription n'est pas générale ; quand elle est imposée, la vérification consiste à déterminer soit l'allongement élastique du métal en barres, soit la résistance à la déformation des ressorts finis sous une charge déterminée.

On emploie l'acier pour les tôles des panneaux, les montants de caisse et de porte, les rails de porte ; cet emploi n'est encore fait que par un petit nombre de compagnies.

Quelques applications de fer fondu ou d'acier moulé sont faites pour les consoles et supports.

On a fait aussi en acier moulé des charnières de porte et des porte-lanterne.

L'acier est encore employé pour des tuyaux, des réservoirs, de petites ferrures, etc., entrant dans la confection des appareils de chauffage, d'éclairage et de freins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il résulte de l'examen général de la constitution des locomotives et des voitures et wagons que l'acier est employé sinon exclusivement, du moins en proportion très notable concurremment avec le fer et cela principalement dans les parties où le métal est soumis à une grande fatigue, soit comme résistance à des efforts, soit comme résistance à l'essai.

Les qualités industrielles que l'on reconnaît à l'acier : sa résistance, son élasticité, la variété des produits permettant des adaptations diverses, jointes aux conditions relativement économiques de sa fabrication font prévoir que le nombre des applications réalisées à ce jour doit encore s'accroître. Mais il importe, en raison même de la diversité des nuances que l'on obtient dans la qualité de ce métal, que l'on cherche à classer les produits de la fabrication, afin de donner à chacun une utilisation conforme à ses qualités et il est à désirer que les usines productrices de l'acier et les administrations et constructeurs qui en font usage s'entendent tout au moins dans un même pays sur l'emploi des diverses qualités en vue d'arriver à construire vite et économiquement le matériel de traction et de transport des chemins de fer. Les divergences que l'on constate dans les procédés d'essai font aussi ressortir l'utilité d'une unification des méthodes employées.

Déjà des travaux importants ont été faits dans ce but par les dernières conférences qui ont conduit à l'Association Internationale pour l'essai des matériaux, et le commencement du siècle prochain verra sans doute se réaliser l'entente internationale que les efforts déjà faits dans ce but permettent d'espérer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[621.131.2 & 625.246]

EXPOSÉ N° 1

(États-Unis)

Par WILLIAM FORSYTH,

INGÉNIEUR MÉCANICIEN.

INTRODUCTION.

En vue d'obtenir les renseignements relatifs à l'emploi de l'acier dans la construction des locomotives et du matériel roulant des chemins de fer des États-Unis, le rapporteur n'a pas cru nécessaire d'envoyer un questionnaire à un grand nombre de compagnies, ainsi que la chose se pratique d'une façon presque générale dans ce pays. Les prescriptions imposées par les différentes lignes pour les diverses qualités d'acier sont aussi très sensiblement les mêmes.

Une circulaire concernant l'emploi de l'acier, basée en grande partie sur celle de M. Durant, du chemin de fer Paris-Orléans, a été envoyée aux principaux constructeurs de locomotives, ainsi qu'aux fonctionnaires placés à la tête des services de la traction d'un certain nombre des compagnies les plus importantes. Ce rapport est tiré, en grande partie, des renseignements ainsi obtenus.

Les chiffres, composant la principale partie de ce rapport, sont si familiers aux fonctionnaires des chemins de fer des États-Unis, qu'ils n'auront probablement pas grand intérêt pour eux. En montrant la qualité d'acier exigée actuellement, d'une façon générale, par les chemins de fer des États-Unis, et les conditions dans lesquelles il doit être fabriqué et utilisé, l'auteur espère que la réunion en collection des conditions de fourniture pourra être utile aux fonctionnaires des chemins de fer étrangers qui s'occupent des questions de matériel roulant.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'auteur a reçu des renseignements des compagnies suivantes :

La Compagnie des chemins de fer d'Atchison, Topeka & Santa Fe;
La Compagnie des chemins de fer de Chicago, Burlington & Quincy;
La Compagnie des chemins de fer de Chicago, Milwaukee & St. Paul;
La Compagnie des chemins de fer de Pensylvanie;
La Compagnie des chemins de fer « Union Pacific »;
Les ateliers de locomotives de Pittsburg;
Les ateliers de locomotives de Schenectady;
Les ateliers de locomotives Baldwin;
La « Pressed Steel Car Company ».

Tôles d'acier pour chaudières et foyers de locomotives.

L'acier obtenu par le procédé Martin-Siemens est d'un emploi général aux États-Unis, depuis plus de vingt ans, pour les chaudières et foyers des locomotives. Les raisons de la préférence donnée aux tôles d'acier sur les tôles de fer sont que les premières sont d'un prix moins élevé et sont plus durables. Elles ont une plus grande résistance, une plus grande ductilité, une plus grande uniformité, et sont moins sujettes à présenter des pailles, des bavures ou des dédoublures.

La résistance des tôles d'acier est pratiquement la même dans les deux sens, ce qui n'est pas le cas avec le fer.

L'acier contenant 3 p. c. de nickel a été expérimenté pour les foyers, par plusieurs chemins de fer, savoir : les Compagnies de Chicago, Milwaukee & St. Paul; « Vandalia Lines »; « Chicago & North Western ».

Le chemin de fer d'Atchison, Topeka & Santa Fe a procédé à des essais d'acier contenant du chrome. Ces expériences sont de date trop récente pour avoir pu donner des résultats définitifs.

En ce qui concerne les conditions de fabrication, on emploie soit l'acier sur sole basique, soit l'acier sur sole acide, pour les tôles de la chaudière; mais la majorité des chemins de fer emploient l'acier sur sole acide dans la construction du foyer.

Les ateliers de locomotives Baldwin et le chemin de fer de Pensylvanie emploient pour les foyers l'acier sur sole basique ou l'acier sur sole acide, en se fiant à de sérieux essais et analyses effectués en vue de la découverte des défauts ou imperfections. Les ateliers de locomotives Schenectady emploient seulement l'acier sur sole acide pour les foyers, et le chemin de fer de Chicago, Milwaukee & St. Paul exige de l'acier sur sole acide pour les tôles de la chaudière et du foyer.

L'avis général aux États-Unis est que l'acier sur sole basique est plus sujet à présenter des dédoublures dans les tôles que l'acier sur sole acide.

L'épaisseur des tôles de la chaudière est déterminée par la formule usuelle

$$T = \frac{P \times D \times F}{2SE},$$

dans laquelle

D = représente le diamètre intérieur de la chaudière;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

P = représente la pression de marche, par pouce carré, dans la chaudière ;
F = représente un coefficient de sécurité ;
E = représente l'efficacité du joint ;
S = représente la résistance à la traction de la tôle ;
T = représente l'épaisseur.

Le coefficient de sécurité dont on se sert dans les ateliers de locomotives est 4, chiffre basé sur la résistance à la rupture des tôles ; mais quelques chemins de fer exigent un coefficient de 4 1/2 et d'autres même un coefficient de 5.

La tôle tubulaire a une épaisseur de 1/2 ou 9/16 pouce (12.7 ou 14.3 millimètres). Tous les ateliers de construction de locomotives et un petit nombre des plus grands ateliers des chemins de fer des États-Unis sont pourvus de presses hydrauliques où l'emboutissage des tôles se fait en une opération. Dans la grande majorité des ateliers de chemins de fer, cependant, l'emboutissage est fait à la main. Le chemin de fer d'Atchison, Topeka & Santa Fe et celui de Chicago, Burlington & Quincy et le chemin de fer « Union Pacific » emboutissent au moyen d'un gros maillet en bois. Les ateliers de locomotives de Schenectady admettent le poinçonnage des trous de rivets dans les tôles, là où les joints ne sont pas exposés à l'effort maximum. Ces trous sont ensuite alésés de 1/16 pouce (1.6 millimètre). Là où les joints sont soumis à l'effort maximum, les trous sont forés.

Les chemins de fer d'Atchison, Topeka & Santa Fe, le chemin de fer « Union Pacific » et le chemin de fer Chicago, Milwaukee & St. Paul poinçonnent les trous de rivets à la dimension définitive ; aux chemins de fer de Chicago, Burlington & Quincy tous les trous de rivets sont forés.

Dans les ateliers de construction de locomotives et dans quelques ateliers de chemins de fer, le rivetage se fait par la pression hydraulique. Dans beaucoup d'ateliers de chemins de fer, on emploie des riveuses pneumatiques. Le chemin de fer de Chicago, Milwaukee & St. Paul fait le rivetage à la main pour toutes les dimensions. Il emploie également une riveuse pneumatique. Le rivetage hydraulique est considéré comme supérieur au rivetage mécanique effectué à l'aide de la vapeur ou de l'air comprimé. Les ateliers de locomotives de Schenectady recuisent toutes les tôles embouties à la main. Sur les chemins de fer d'Atchison, Topeka & Santa Fe et de Chicago, Milwaukee & St. Paul, toutes les tôles embouties sont recuites. Les tôles sont chauffées dans un four à la température convenable, puis on les enlève et on les laisse refroidir lentement. Le chemin de fer de Chicago, Burlington & Quincy ne recuit pas les tôles embouties. L' « Union Pacific » les recuit au moyen d'un feu de bois. Le chemin de fer de l' « Union Pacific » coupe les tôles à la cisaille et les chanfreine à la raboteuse. Le chemin de fer de Chicago, Burlington & Quincy et le chemin de fer d'Atchison, Topeka & Santa Fe cisaillent les tôles jusqu'à 1/4 pouce (6.3 millimètres) en dessous de la dimension définitive et les rabotent ensuite. Les pinces sont toujours formées par étirage à chaud. Les rivets et les tubes en fer sont employés presque exclusivement, quoique quelques rivets et tubes en acier fassent actuellement l'objet d'un essai. L'expérience

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a montré que les tôles d'acier se corrodent plus rapidement que celles de fer, et là où les tubes d'acier sont tenus propres, on observe avec ceux-ci la même particularité qu'avec les tôles.

Le chemin de fer de Chicago, Milwaukee & St. Paul qui emploie la soude naturelle pour prévenir les incrustations, mentionne une expérience instructive en ce qui concerne la corrosion relative des tubes de fer et d'acier. Une chaudière de locomotive fut munie par moitiés de tubes d'acier et de tubes de fer, séparés par une ligne verticale passant par le centre de la tôle tubulaire. Après dix-huit mois de service, neuf tubes en fer furent rejetés comme étant devenus trop légers et soixante-neuf tubes d'acier furent condamnés pour le même motif. Le rapport de cette Compagnie constate également que les tubes d'acier s'usent plus rapidement que les tubes de fer par le frottement des escarbilles.

Lorsque les tôles sont couvertes d'une mince couche de sels de chaux, ce qui est généralement le cas, il y a une légère différence dans la durée du fer et de l'acier. Comme nous l'avons dit plus haut, depuis longtemps les tôles d'acier sont employées pour les chaudières et les foyers, et les tôles de fer ne sont plus employées pour cet usage; il n'est donc pas possible de comparer la durée de chacune. Il est probable que, comme dans le cas des tôles d'acier se substituant aux tôles de fer, les tubes en acier et les rivets en acier seront bientôt d'un usage plus général.

Les renseignements sur les divers points dont il vient d'être question fournis par M. S. D. Casanave « General Superintendent of Motive Power » de la Compagnie du chemin de fer de Pensylvanie et ceux des ateliers Baldwin, étant parvenus après que le rapport était fait, sont donnés tout entiers ci-après.

CHEMINS DE FER DE PENSYLVANIE.

Prescrivez-vous certaines conditions de fabrication pour les tôles de chaudières ou jugez-vous suffisant de vérifier la qualité des tôles par des essais avant de les accepter?

Depuis de nombreuses années, nous avons recherché par nos études quels sont les essais permettant de nous assurer si ce que nous désirons est réalisé, sans avoir à nous occuper des conditions de fabrication, et le succès que nous avons obtenu dans cette voie, pendant une longue période de temps, démontre suffisamment, pensons-nous, que cette manière de procéder est bonne. Nous autorisons les aciéries à fabriquer leur acier comme elles l'entendent. Il nous appartient de déterminer par l'examen du produit qui nous est fourni, s'il répond ou non à ce que nous exigeons

Calcul des tôles et tension dans les tôles.

Quelle formule employez-vous pour le calcul de l'épaisseur des tôles?
Quel coefficient de sécurité employez-vous?

Les tôles d'acier minces sont à peu près aussi bonnes conductrices que les tôles de cuivre épaisses et meilleures conductrices que les tôles de fer qu'elles remplacent dans le foyer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les tôles planes maintenues au moyen d'entretoises nous employons la formule suivante :

$$\text{Tension par pouce carré} = \frac{2}{9}\,\frac{(\text{écartement des entretoises})^2}{(\text{épaisseur des tôles})^2} \times \text{pression dans la chaudière (livres par pouce carré).}$$

Pour les tôles du corps cylindrique :

$$\text{Tension par pouce carré} = \frac{\text{pression dans la chaudière} \times \text{rayon du corps cylindrique}}{\text{épaisseur de l'acier}}.$$

Nous ne considérons pas le coefficient de sécurité comme tel ; mais nous admettons que le métal travaille à 8,000 ou 9,000 livres par pouce carré (5.62 ou 6.33 kilogrammes par millimètre carré) dans les tôles planes entretoisées La limite inférieure se rapporte aux tôles en contact avec les gaz chauds. La tension dans les tôles du corps cylindrique varie suivant la résistance du joint employé. Au joint, la tension ne peut pas dépasser 14,000 livres par pouce carré (9.84 kilogrammes par millimètre carré), mais généralement elle est maintenue à 12,500 livres par pouce carré (8.79 kilogrammes par millimètre carré).

Permettez-vous l'emploi du marteau pour l'emboutissage des tôles, ou exigez-vous qu'elles soient embouties à la presse en une opération ?

Notre pratique est d'exiger autant que possible l'emboutissage à la presse. Cependant, nous sommes encore obligés d'exécuter à la main un nombre considérable d'emboutissages, savoir ! pour les pièces dont la forme ne s'adapte à aucune des presses, ainsi que pour corriger et parachever les pièces qui auraient été déformées à la presse.

Admettez-vous le poinçonnage des trous de rivets et, dans l'affirmative, à quelle proportion de la dimension définitive du trou ?

Nous admettons le poinçonnage des trous de rivets et nous nous contentons de les aléser pour les avoir parfaitement finis. Un léger alésage, qui est ordinairement de $^1/_{16}$ pouce (1.6 millimètre), est suffisant, croyons-nous, pour faire disparaître le mauvais effet du poinçonnage.

Admettez-vous le rivetage à la main, et jusqu'à quelle dimension de rivet? Ou bien exigez-vous le rivetage mécanique ou hydraulique ?

Nous exigeons le rivetage hydraulique partout où le travail peut être fait par la machine. Pour certains joints, le rivetage à la main est encore exécuté. Par exemple, le rivetage à la main est employé pour l'assemblage des tôles d'arrière du foyer et de l'enveloppe du foyer au cadre de la porte, ainsi que dans quelques cas pour l'assemblage de la tôle d'avant de l'enveloppe du foyer au corps cylindrique. Cependant, ce rivetage à la main pourra être abandonné prochainement par suite de l'emploi de machines à river plus perfectionnées.

Dans quelles conditions exigez-vous que les tôles soient recuites? Après chaque opération d'emboutissage partielle ou après l'emboutissage complet ? Donnez quelques détails sur le recuit.

Nous ne possédons aucune règle fixe concernant le recuit des tôles embouties. Il peut paraître étrange à ceux qui ne sont pas accoutumés aux conditions de travail de l'acier doux de voir que ce métal peut être travaillé comme nous le faisons, sans recuit subséquent. Cependant, une longue expérience a montré que l'acier, ne contenant pas plus de carbone que la quantité admise pour nos tôles de chaudières et ayant la composition chimique que nous prescrivons, peut supporter à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peu près tout le travail necessité pour la construction des chaudières, sans aucune altération pour les tôles et sans qu'il soit nécessaire de les recuire. Les rares défectuosités que l'on constate dans les chaudières construites d'après la pratique américaine, avec la qualité d'acier employée aux États-Unis, constituent, pensons-nous, une preuve suffisante de la possibilité de travailler de tels aciers sans les recuire, si ce n'est dans certains cas particuliers. En outre, on peut dire, sans crainte de se tromper, que la vapeur par sa température même donne lieu à un recuit. Les chaudières dans lesquelles la pression s'élève à 150 et 200 livres par pouce carré (10.55 et 14.06 kilogrammes par centimètre carré) subissent certainement un recuit plus ou moins considérable à ces températures.

Admettez-vous que les tôles soient cisaillées ou exigez-vous qu'elles soient rabotées? Si vous admettez qu'elles soient cisaillées, quelle quantité de matière laissez-vous pour être enlevée par rabotage?

Nous admettons que les tôles soient cisaillées, et là où la chose est possible, nous exigeons qu'elles soient dressées à la machine sur les bords qui doivent être matés. Aux endroits du contour où le rabotage est difficile, le burinage est admis. Les joints circulaires sont, lorsque la chose est possible, découpés à la machine à forer.

Formez-vous les pinces par étirage à chaud ou par rabotage?

Nous chanfreinons, soit par étirage à chaud, soit par rabotage.

Résumez les travaux faits au marteau, à la presse, à la cisaille, à la machine à poinçonner, à la machine à percer et à la machine à river hydraulique ou mécanique.

Travail au marteau : celui-ci n'est guère admis si ce n'est pour l'emboutissage. Toutes les tôles nécessaires pour une locomotive du type HO peuvent être embouties au moyen d'une presse de dimensions suffisantes. A l'heure actuelle, nous sommes seulement à même de faire la moitié des travaux à la presse, le restant est exécuté à la main; de gros maillets de bois sont employés à cet usage, excepté dans les cas de tôles très épaisses, pour lesquelles un marteau à deux mains est employé pour l'emboutissage aux plus basses températures et pour l'assemblage. Nous devons ajouter que si nous avions une presse plus forte, le travail au marteau ne serait plus nécessaire pour emboutir et parer les tôles.

Travail à la cisaille : toutes les tôles de chaudières sont cisaillées là où leur forme le permet et tous les bords qui doivent être matés sont rabotés. Les exceptions à cette règle sont peu nombreuses et se rapportent presque exclusivement à l'ouverture pour le dôme, à la selle de la boîte à feu extérieure, et à l'ouverture de la porte du foyer, lesquelles étant de forme irrégulière sont percées au poinçon d'une série de trous qui se joignent; le travail est achevé au burin. Le forage dans une chaudière de ce type est exclusivement limité au cadre du foyer et à la virole de la boîte à fumée.

A ce que nous avons dit au sujet du travail d'emboutissage à la presse et du travail au marteau, nous devons ajouter que, dans la mesure du possible, les plus petites pièces d'attache intérieures des tirants sont pliées et façonnées à la presse en une opération. Tous les trous dans les chaudières de ce type sont poinçonnés, excepté ceux qui doivent servir pour les goujons fixant les accessoires de la chaudière et qui sont percés à l'atelier de montage, lorsque l'emplacement exact de ces accessoires a été déterminé. Les trous dans les plaques tubulaires d'avant et d'arrière sont poinçonnés à un diamètre inférieur au diamètre définitif, puis alésés aux dimensions convenables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les trous d'entretoises sont poinçonnés à un diamètre inférieur, puis alésés et taraudés aux dimensions définitives.

Tous les trous de rivets dans la chaudière sont poinçonnés à un diamètre tel que l'on puisse, dans la mesure du possible, annihiler par l'alésage les mauvais effets du poinçon.

Actuellement, à cause de l'insuffisance de notre machine à river, nous sommes obligés de placer à la main les rivets de la face arrière, ainsi qu'un certain nombre de rivets de la selle. Le restant du travail de rivetage est fait à la presse hydraulique.

Il résulte de ce qui précède : 1° que, dans les conditions actuelles, la moitié environ du travail d'emboutissage et de façonnage des tôles, en dehors de celles dont le finissage se fait à la machine à cintrer, est effectuée au marteau, principalement au moyen de maillets en bois, et le restant à la presse. Ceci ne sera plus le cas avec la grande presse, dont nous allons nous pourvoir; nous pourrons alors effectuer à la presse tout le travail d'emboutissage et de façonnage; 2° que toutes les tôles sont cisaillées et que le rabotage est limité aux tôles dont les bords doivent être matés; 3° qu'il ne s'effectue aucun forage, du moins à l'atelier de chaudronnerie, si ce n'est au cadre du foyer et à la virole de la boîte à fumée pour la face avant; 4° qu'à l'exception de ce forage, tous les trous de la chaudière sont poinçonnés à un diamètre inférieur à celui qu'ils doivent avoir et ensuite alésés; ceci se rapporte aussi bien aux trous pour les entretoises dans les tôles latérales et aux trous pour les tubes dans les plaques tubulaires, qu'aux trous de rivets.

Nous avons trouvé que, dans une chaudière de ce type, il y a au total 2,253 pouces carrés (145.35 décimètres carrés) de travail de rabotage se rapportant aux bords des tôles; 2,653 pouces carrés (171.15 décimètres carrés) de travail à la cisaille; 10,915 trous poinçonnés et 733 pouces (18.618 mètres) de taraudage. Le nombre total de rivets posés à la main ou à la machine est de 2,620. La longueur totale du travail de matage, à l'intérieur et à l'extérieur, ce qui est notre règle pour les chaudières à haute pression, est de 5,837 pouces (148.26 mètres). Actuellement, ce dernier travail est fait à la main, mais lorsque nous serons en possession de notre grand compresseur, une grande partie du travail sera effectuée à l'aide de la force pneumatique.

Avez-vous été à même de comparer la durée des tôles d'acier à celle des tôles de fer?
Si vous avez observé des corrosions, quelle en était l'importance?
La rapidité avec laquelle elles se produisent?
Les causes?
Les moyens préventifs?
Quelles sont les réparations qu'exigent le plus fréquemment les chaudières en tôles d'acier?
Dites si vous procédez à des essais ou à des visites périodiques?

Nous ne possédons pas de données permettant de comparer la durée des tôles d'acier à celle des tôles de fer. Nous avons observé des corrosions des tôles d'acier et nous les avons trouvées très considérables avec certaines eaux, notamment celles provenant des mines de houille, ou celles contenant du chlorure de magnésie.

Nous avons également noté que la corrosion est considérable du côté où la tôle est exposée à l'action du feu, spécialement là où les cendres peuvent se loger et retenir l'humidité, ainsi que dans les angles où il existe des fuites La rapidité avec laquelle la corrosion se produit diffère tellement d'après les conditions locales, qu'il est difficile de donner une réponse précise.

Nous pensons, qu'en règle générale, la corrosion se produira plus lentement avec les eaux provenant des terrains vaseux ou argileux, car la présence de l'argile implique l'absence d'éléments corrosifs. Nous avons vu certains cas où les tôles étaient pour ainsi dire percées dans la courte période de quinze mois. La corrosion se produit très rapidement là où les tôles sont soumises à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des déformations répétées, notamment à la hauteur du dessus du cadre inférieur et au pli de la tôle d'avant de la boîte à feu extérieure.

Le moyen de prévenir les corrosions est d'employer, autant que possible, de l'eau de bonne qualité ou de traiter chimiquement les eaux qui sont mauvaises. Le principal traitement que nous avons employé est celui par la soude naturelle. Aucun remède n'a été trouvé pour éviter la corrosion et les creux dus à la rigidité de certaines parties, laquelle amène la déformation suivant certaines lignes. Les réparations qu'exigent le plus fréquemment les chaudières, à part le remplacement des tubes, sont le placement de pièces dans les angles du foyer, aux faces latérales à l'endroit où la tôle se creuse au-dessus du cadre du foyer et à l'extérieur de la chaudière là où de profondes corrosions se produisent par suite des déformations locales répétées. Il n'y a guère de doute que, dans des conditions identiques, l'acier se corrodera un peu plus rapidement que le fer, ce qui est dû, en partie, au manganèse. La plupart des tôles d'acier des États-Unis contiennent 0.5 p. c. de manganèse, et il résulte de nombreuses observations que non seulement la corrosion en général, mais aussi cette forme de corrosion connue sous le nom de piqûres, est due à la présence du manganèse. On croit que la distribution inégale du manganèse est la cause des piqûres. Ce point cependant n'a pas été positivement démontré.

ATELIERS DE LOCOMOTIVES BALDWIN.

Nous spécifions l'emploi de l'acier genre Martin-Siemens ainsi que l'essai physique et l'analyse chimique de chaque tôle.

Nous employons un coefficient de sécurité égal à 5 ; la pression d'essai est de $^1/_5$ plus élevée que la pression de marche.

Là où la presse hydraulique ne peut être employée, l'emboutissage est fait au moyen de maillets en bois.

Les trous de rivets sont poinçonnés ou forés suivant les conditions prescrites.

Les trous poinçonnés sont alésés de $^1/_8$ pouce (3.2 millimètres). Quand c'est possible, le rivetage est fait par la pression hydraulique.

Les tôles sont recuites après complet emboutissage.

Toutes les tôles sont, selon leur épaisseur, rabotées de $^1/_8$ à $^1/_4$ pouce (3.2 à 6.3 millimètres).

Nous employons exclusivement les tubes en fer et une qualité spéciale de rivets en fer. Les conditions de fourniture pour les aciers de la chaudière, du foyer et des soutes du tender sont données dans l'appendice.

Conditions de fourniture et essais des tôles de chaudières et de foyers de locomotives.

En juin 1894, l'*American Railway Master Mechanic's Association* a adopté pour l'acier des chaudières et foyers, des conditions qui sont suivies d'une façon générale, depuis cette époque, par la plupart des chemins de fer et des constructeurs de locomotives des États-Unis. Le principal point qui diffère quelque peu de ces prescriptions est celui relatif au maximum admis pour la résistance à l'extension, quelques-uns préférant 62,000 livres (43.59 kilogrammes par millimètre carré) au lieu de 65,000 livres (45.70 kilogrammes par millimètre carré). L'auteur croit, cependant, qu'avec l'acier de la meilleure qualité, un maximum de 65,000 livres (45.70 kilo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grammes par millimètre carré) n'est pas trop élevé et qu'il rendra de meilleurs services que s'il est inférieur à 60,000 livres (42.19 kilogrammes par millimètre carré).

Une copie des conditions des *Master Mechanic's* est donnée dans l'annexe II. (*Voir* également le rapport de l'*American Railway Master Mechanic's Association*, 1894, page 75.) Les prescriptions des *Master Mechanic's* pour l'acier du foyer sont :

	Désiré.	Maximum.	Minimum.
Résistance à l'extension	60,000 livres (42.19 kilog. par mill. carré).	65,000 livres (45.70 kilog. par mill. carré).	55,000 livres (38.67 kilog. par mill. carré).
Allongement pris sur 8 pouces (203 mill.).	28 p. c.	...	22 p. c.

Pour les tôles de la chaudière, les conditions sont les mêmes, sauf que l'on admet un allongement minimum de 20 p. c. pris sur 8 pouces (203 millimètres).

La composition chimique exigée pour les tôles du foyer est indiquée ci-après (pour les tôles de la chaudière, il n'existe aucune condition de ce genre).

Carbone. . .	pas plus de 0.25;	pas moins de 0.15;	teneur désirée, 0.18.
Phosphore . .	— 0.035;	— ...	— 0.03.
Manganèse . .	— 0·45;	— ..	— 0.40.
Soufre . . .	— 0.035;	— ...	— 0.02.
Silicium. . .	— 0·03;	— ...	— 0·02.

Un rapport relatif à l'emploi, en Amérique, de l'acier pour chaudières et pour foyers, par M. T.-L. Condron, est donné dans l'annexe I. Ce rapport indique les points au sujet desquels quelques chemins de fer importants s'écartent des conditions-types des *Master Mechanic's*.

Les chemins de fer de Pensylvanie, de Chicago, Burlington & Quincy, d'Atchison, Topeka & Santa Fe se servent des conditions-types des *Master Mechanic's* avec la résistance à l'extension variant de 55,000 à 65,000 livres (38.67 à 45.70 kilogrammes par millimètre carré). Le chemin de fer de Chicago, Milwaukee & St. Paul prend comme limites 50,000 et 60,000 livres (35.15 et 42.19 kilogrammes par millimètre carré) et le chemin de fer de l' « Union Pacific » 50,000 et 56,000 livres (35.15 et 39.37 kilogrammes par millimètre carré).

Une copie des conditions du chemin de fer de Chicago, Burlington & Quincy et du chemin de fer de Pensylvanie est insérée dans l'annexe IV.

Les tôles d'acier sont également employées pour les boîtes à fumée des locomotives et les soutes à eau des tenders. Aucun essai à l'extension ni aucune composition chimique ne sont prescrits pour cet acier. Elles doivent pouvoir être pliées à 180° et repliées sur elles-mêmes sans qu'il se manifeste de gerçures ou criques, après avoir été trempées à la température du rouge cerise (*voir* annexe VI).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Acier en feuilles pour ressorts.

Dans la plupart des cas, on ne prescrit pour les feuilles que la composition chimique. Nous donnons ci-dessous, comme exemple, les conditions des ateliers de locomotives de Pittsburgh :

	Désiré.	Maximum.	Minimum.
Carbone	1.00 p. c.	1.10 p. c.	0.90 p. c.
Manganèse	0.25 —	0.50 —	...
Phosphore	0.03 —	0.05 —	...
Silicium	0.15 —	0.25 —	...
Soufre	0.03 —	0.05 —	...
Cuivre	...	0.05 —	...

Les conditions imposées par le chemin de fer de Pensylvanie et celui de Chicago, Burlington & Quincy sont reproduites dans l'annexe VII.

Pièces de forge en acier pour locomotives.

Les pièces de forge en acier pour locomotives sont obtenues par martelage, au moyen de blooms dont une extrémité est étirée à un diamètre de 2 à 4 pouces (51 à 102 millimètres) pour former l'éprouvette.

Le tableau ci-après indique la résistance à la traction et l'allongement exigés pour les bielles motrices et les bielles d'accouplement, les tiges de piston, les boutons de manivelle, les essieux moteurs et les essieux des bogies de locomotives; les conditions complètes pour ces pièces sont données dans l'annexe VIII.

BLOOMS POUR LES BIELLES MOTRICES ET LES BIELLES D'ACCOUPLEMENT.	RÉSISTANCE A LA TRACTION.			ALLONGEMENT MINIMUM.
	Désirée.	Maximum.	Minimum.	
	Livres par pouce carré (kilog. par millimètre carré).	Livres par pouce carré (kilog. par millimètre carré).	Livres par pouce carré (kilog. par millimètre carré).	
Ateliers de locomotives de Schenectady	80,000 (56,250)	85,000 (59,760)	75,000 (52,730)	18 p. c. sur 4 pouces (102 mill.).
— — de Pittsburgh	8 ,000 (56,250)	90 000 (63,280)	75,000 (52,730)	15 p. c. sur 2 pouces (51 mill.).
Cie de ch. de fer de Chicago, Burlington & Quincy	...	80,000 (56,250)	70,000 (49,220)	22 p. c. sur 4 pouces (102 mill.).
Tiges de Piston (C. B. & Q. R. R.)	...	80.000 (56,250)	70,000 (49,220)	22 p. c. sur 4 pouces (102 mill.).
Boutons de manivelles (C. B. & Q. R. R.)	...	85,000 (59,760)	75,000 (52,730)	20 p. c. sur 4 pouces (102 mill.).
— — (Pennsylvania R. R.).	85,000 (59,760)	95,000 (66,790)	80,000 (56,250)	12 p. c. sur 8 pouces (203 mill.).
Essieux moteurs (C., B. & Q. R. R.)	...	...	75,000 (52,730)	15 p. c. sur 4 pouces (102 mill.).
Essieux de bogies de locomotives (C., B. & Q. R. R.)	...	...	75,000 (52,730)	20 p. c. sur 2 pouces (51 mill.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le rapport du chemin de fer de Pensylvanie s'exprime comme suit, en ce qui concerne les lingots d'acier pour essieux :

Pratiquement, nous employons l'acier pour tous les essieux. Pour quelques anciens types de locomotives à marchandises, nous fabriquons les essieux en fer, dans nos ateliers, au moyen de mitrailles ; mais même pour ces essieux, il y a une tendance à substituer l'acier au fer. Quand nous pouvons l'éviter, nous ne spécifions pas de conditions de fabrication, nous nous efforçons d'établir des conditions de fourniture telles qu'elles éliminent les procédés que nous ne désirons pas voir employer. Par exemple, la teneur en phosphore que nous admettons est si limitée que l'acier Bessemer de qualité ordinaire ne peut être fourni. L'acier au creuset n'est spécifié nulle part. En ce qui concerne l'acier Martin-Siemens qui nous est fourni, nous n'avons aucune préférence, soit pour l'acier sur sole acide, soit pour l'acier sur sole basique.

Nous ne spécifions ni les dimensions des lingots, ni le nombre d'essieux qui doivent être tirés d'un lingot, ni les dimensions de la tête. Nous n'exigeons pas le martelage ni ne prohibons le laminage ; nous n'indiquons pas dans quelle proportion le martelage doit être fait, et nous ne prescrivons aucune méthode spéciale de recuit ou de refroidissement. Les essieux sont soumis à des essais au choc et doivent avoir une certaine composition chimique. On essaie un essieu par coulée et nous exigeons que tous les essieux portent le numéro de coulée en un endroit où cette marque ne puisse être changée. Si un essieu ne satisfait pas aux essais, toute la coulée est refusée, et il est de l'intérêt du fabricant de régler ses opérations de façon à ne pas être exposé aux pertes résultant du refus d'une coulée. Nous croyons qu'il n'est pas judicieux de prescrire la présence de nos inspecteurs à l'usine en vue de suivre la fabrication. Nous pensons qu'il est préférable de ne pas imposer des conditions qui ne sont pas suivies. Il semblera peut-être étrange aux ingénieurs étrangers de voir que nous ne prescrivons aucune condition particulière de fabrication pour nos essieux ; mais nous sommes portés à croire que nos conditions de fourniture nous assurent toute protection et que leur application donnera lieu à beaucoup moins de froissements et de difficultés.

La pratique des ateliers de locomotives Baldwin, pour les essieux, est la suivante :

Nous employons l'acier Martin-Siemens pour la fabrication des essieux qui sont tous obtenus par le martelage au moyen de lingots dont nous indiquons ci-après les dimensions pour chaque modèle d'essieu.

	Pces (Mill.)						Pces (Mill.)	
L'essieu de	9 (229)	de diam. est obtenu par le martelage d'un lingot de section carrée de					10 1/2 (267)	de côté.
—	8 (203)	—	—	—	—	—	de 9 1/2 (242)	
—	7 (178)	—	—	—	—	—	de 8 1/2 (216)	
—	6 (152)	—	—	—	—	—	de 7 1/2 (191)	
—	5 (127)	—	—	—	—	—	de 6 1/2 (165)	
—	4 (102)	—	—	—	—	—	de 6 (152)	

Nous n'exigeons aucun recuit spécial ni aucune méthode spéciale pour le refroidissement de la pièce recuite.

Les conditions relatives aux blooms d'acier pour les pièces de forge pour locomotives sont indiquées dans l'annexe VIII.

Bandages de roues motrices.

Pour les bandages de locomotives, on prescrit principalement la composition chimique déterminée par l'analyse de copeaux obtenus par forage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un exemple de composition exigée est donné ci-dessous :

Phosphore	pas plus de 0.05 p. c.
Manganèse	— 0.70 —
Soufre	— 0.04 —
Silicium	— 0.25 —
Carbone (qualité 1, bandages de locomotives à voyageurs et à marchandises)	de 0.55 à 0.65 p. c
Carbone (qualité 2, bandages pour locomotives de manœuvre)	de 0.65 à 0.75 —

Des conditions complètes pour la fourniture de bandages sont données dans l'annexe IX.

Acier au nickel.

L'acier Martin-Siemens, dont la résistance est réglée principalement par la teneur en carbone, constitue la qualité d'acier employée pour les pièces de forge pour locomotives; mais un certain nombre de lignes expérimentent actuellement l'acier au nickel pour les tiges de piston, les boutons de manivelle et les essieux moteurs. L'usage étendu que fait la marine américaine des pièces de forge en acier au nickel a développé la fabrication de ce métal aux États-Unis, de sorte qu'il est possible actuellement d'obtenir, pour la fabrication des pièces de forge pour locomotives, un acier au nickel qui possède des qualités remarquables de résistance et d'élasticité. Le prix de l'acier au nickel est nécessairement élevé, et l'on doit sans doute attribuer à ce fait l'emploi limité de cet acier dans la construction des locomotives.

A la dernière session de l'*American Railway Master Mechanic's Association*, un rapport a été présenté relativement à l'emploi de l'acier au nickel dans la construction des locomotives. Ce rapport, qui est reproduit à l'annexe X, fait allusion à quelques essais d'acier au nickel pour la confection des tiges de piston et des boutons de manivelle, qui n'auraient pas donné des résultats très favorables. Une partie de l'acier au nickel ainsi employé a été fourni par des usines qui n'avaient pas une grande expérience de cette fabrication et il est possible que l'acier n'a pas été traité à la température convenable. Ce rapport indique des conditions relatives aux pièces de forge en acier au nickel qui seraient recommandées par un fabricant américain; ces conditions sont sujettes à critique à différents égards.

Le service rigoureux que l'on exige actuellement du mécanisme des locomotives récentes est égal, sinon supérieur, à celui des machines marines. L'emploi de l'acier au nickel est actuellement prescrit pour les pièces de forge importantes des machines de la marine des États-Unis et les raisons qui justifient son emploi pour le service de la marine s'appliquent à un égal degré aux locomotives.

Quand les mérites du bon acier au nickel seront mieux connus, son usage pour les pièces de locomotives s'étendra plus rapidement et il entrera probablement d'une façon générale dans la pratique. Ce qu'il y a de spécial dans la qualité de l'acier au nickel, c'est que la grande résistance à la traction et la limite élastique élevée sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Fig. 1. — Wagon-trémie se déchargeant de lui-même, en acier embouti.

Capacité de chargement . . . . . 80,000 livres (36,290 kilogr.).

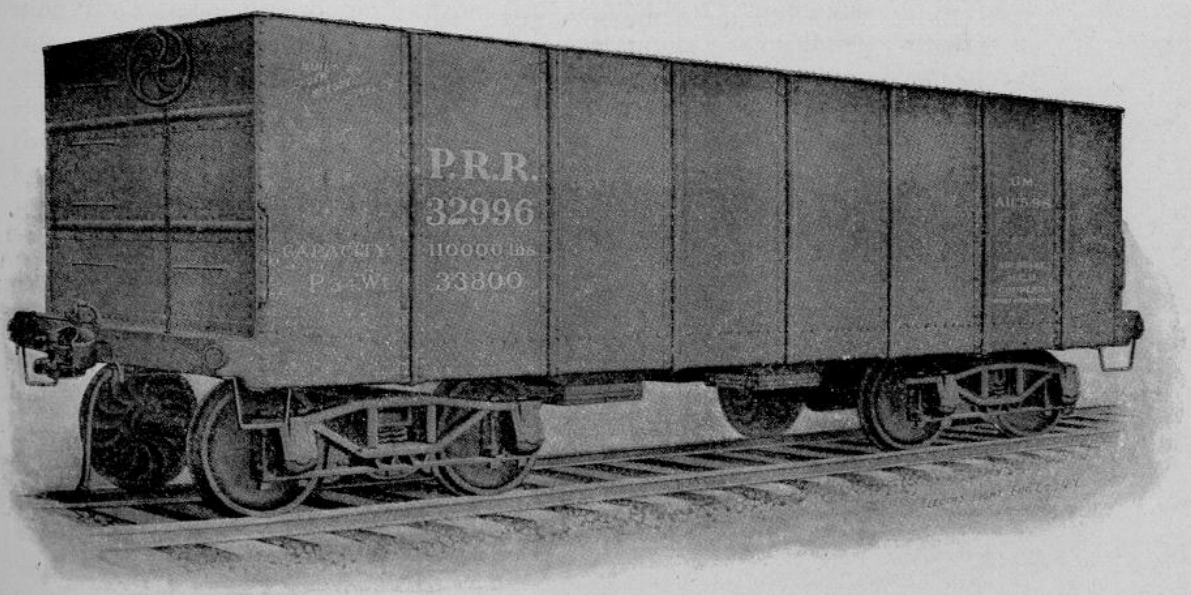


Fig. 2. — Wagon à charbon à trémies jumelles, en acier embouti.

Capacité de chargement. . . . . 110,000 livres (49,900 kilogr.).

*

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

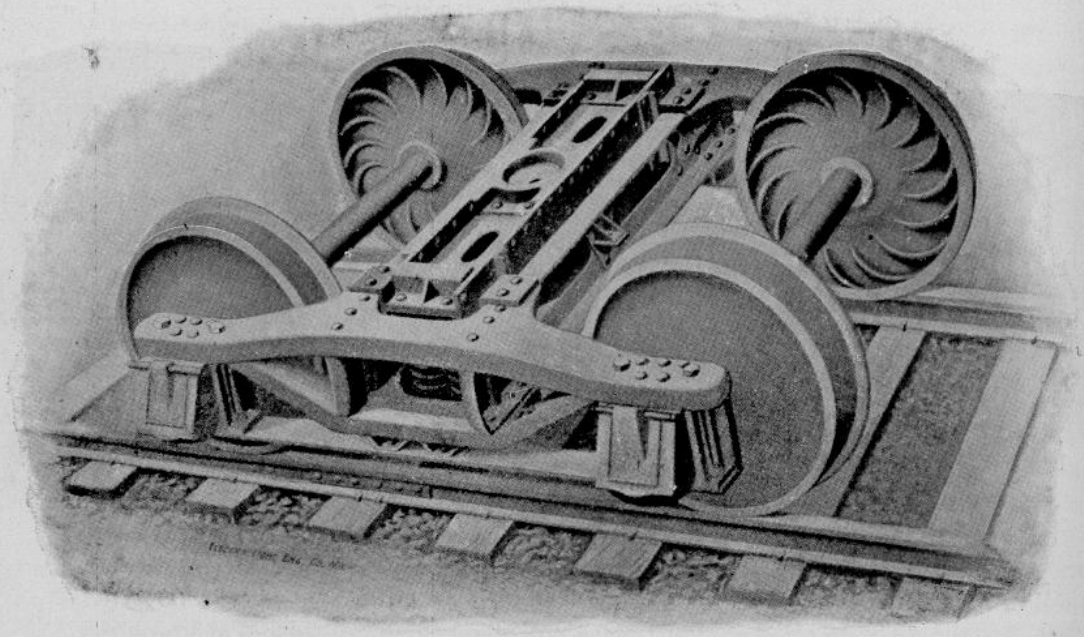


Fig. 3. — Châssis de bogie « Diamond », en acier embouti (Breveté.)

Construit pour 60,000 livres (27,220 kilogr.) de capacité de chargement.
— — 80,000 — (36,290 —) — — —
— — 100,000 — (45,360 —) — — —

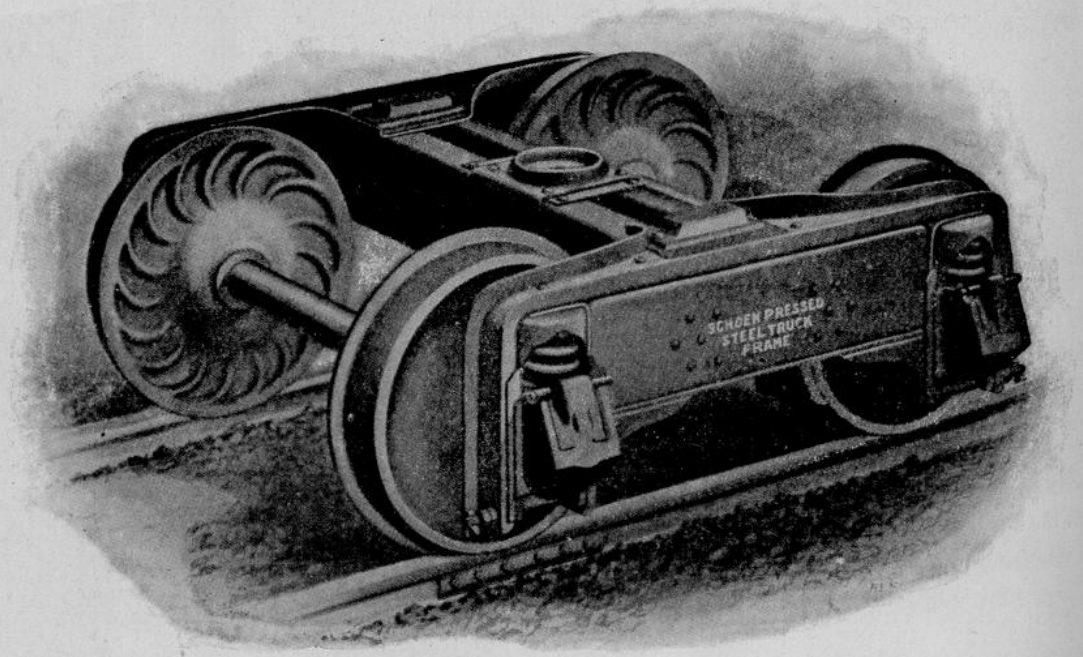


Fig. 4. — Bogie « Schoen » à plaques de garde, en acier embouti.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obtenues sans porter la teneur en carbone au delà de 0.25 p. c., l'emploi de 3 p. c. de nickel donnant un acier plus résistant que l'acier ordinaire contenant 0.50 p. c. de carbone. Les propriétés cassantes dues à la haute teneur en carbone sont ainsi évitées et l'on obtient l'allongement ordinaire. Les qualités précieuses de l'acier au nickel sont dues à sa limite élastique élevée, combinée avec un bon allongement.

La limite élastique de l'acier au nickel atteint, en moyenne, environ 70 p. c. de sa résistance à la traction, et il est possible d'obtenir des pièces pour locomotives fabriquées au moyen de ce métal, dont la limite élastique atteint 65,000 livres (45.70 kilogrammes par millimètre carré). C'est à peu de chose près la résistance à la traction des pièces de forge en acier ordinaire et le double de leur limite élastique. Une telle résistance, combinée avec un allongement de 25 p. c. pris sur une longueur de 2 pouces (51 millimètres), explique pourquoi l'acier au nickel est si propre à résister à des efforts alternatifs considérables.

Les conditions relatives à l'acier au nickel données par un fabricant américain, et dont il est question plus haut, indiquent pour l'acier le plus résistant destiné à la confection des boutons de manivelle et des tiges de piston, une résistance minimum de 78,000 livres (54.84 kilogrammes par millimètre carré) et maximum de 84,000 livres (59.06 kilogrammes par millimètre carré) avec un allongement de 21 p. c. sur 2 pouces (51 millimètres); pour la qualité suivante destinée à la confection des essieux moteurs, 74,000 livres (52.03 kilogrammes par millimètre carré) au minimum et 80,000 livres (56.25 kilogrammes par millimètre carré) au maximum avec un allongement de 30 p. c. sur 2 pouces (51 millimètres) sont prescrits; enfin, il y a une qualité moindre encore pour les bielles d'accouplement où la résistance minimum est de 60,000 livres (42.19 kilogrammes par millimètre carré) et la résistance maximum 68,000 livres (47.81 kilogrammes par millimètre carré) avec un allongement de 25 p. c. sur 2 pouces (51 millimètres). Il doit être entendu que ces chiffres se rapportent à l'acier trempé à l'huile. On peut objecter à ce sujet qu'il n'y a aucune raison sérieuse de classer les différentes pièces de la façon indiquée et de prescrire une résistance beaucoup moindre pour les bielles d'accouplement que pour les tiges de piston, et une résistance moindre pour les essieux moteurs que pour les boutons de manivelle. Pour ces dernières pièces, la résistance n'est pas aussi élevée qu'elle devrait l'être, et elle n'est pas trop élevée pour aucune des pièces mentionnées.

La limite élastique exigée est la moitié de la résistance à la rupture, ce qui permettrait d'admettre pour les bielles d'accouplement l'acier ayant seulement une limite élastique de 34,000 livres (23.91 kilogrammes par millimètre carré). Ces conditions, en somme, peuvent aisément être remplies par l'acier ordinaire ne contenant pas de nickel, et le rapporteur est d'avis qu'elles n'ont pas été déterminées de façon à garantir une bonne qualité d'acier au nickel, et qu'il serait nécessaire, pour atteindre ce but, d'avoir une limite élastique égale à 70 p. c. de la résistance à la rupture.

Ces conditions contrastent avec celles imposées par le gouvernement des États-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Unis pour les pièces de forge en acier au nickel destinées à la marine, lesquelles sont également données dans le rapport du comité. Nous y voyons que la résistance minimum à la rupture doit être de 95,000 livres (66.79 kilogrammes par millimètre carré), avec un allongement de 21 p. c. sur 2 pouces (51 millimètres), et que la limite élastique ne peut être inférieure à 65,000 livres (45.70 kilogrammes par millimètre carré) pour l'acier trempé à l'huile et recuit. Un acier semblable est exigé dans la marine pour les arbres, le tourillon de la crosse du piston, les bielles, les tiges de piston, les tiges de tiroir, les manivelles, les barres d'excentriques, etc., et l'auteur pense que c'est la qualité d'acier au nickel la plus convenable pour les pièces similaires des locomotives.

Pièces en acier coulé pour locomotives.

Actuellement, l'acier coulé est employé en grande quantité aux États-Unis pour certaines pièces de locomotives. Elles sont produites à un prix modéré et sont de qualité uniforme. Les plus grandes pièces sont les longerons et les centres de roues. Les parties soumises à la pression de la vapeur, qui ont été confectionnées en acier coulé, sont les chapelles des cylindres et leurs couvercles, les plateaux de dôme et les couvercles des grands cylindres des machines compound. Les avantages du remplacement des pièces en fonte par des pièces en acier coulé résident dans la plus grande résistance de ces dernières et dans la réduction du poids. Lorsqu'elles sont substituées aux pièces de forge, il y a une certaine augmentation de résistance et une importante réduction de prix. Les conditions spéciales pour les pièces en acier coulé prévoient une résistance à la traction qui ne soit pas inférieure à 60,000 livres (42.19 kilogrammes par millimètre carré) et un allongement d'au moins 15 p. c. sur 4 pouces (102 millimètres). On trouvera à l'annexe XIII un exemple de conditions pour les pièces en acier coulé, et dans les annexes XI et XII, un article sur l'emploi des pièces en acier coulé dans la construction des locomotives, par M. Jas.-E. Sague, ingénieur mécanicien aux ateliers de locomotives de Schenectady, ainsi qu'un article sur l'emploi des pièces en acier coulé dans les travaux de chemins de fer, par M. W.-P. Barba, des aciéries de Midvale. Des pièces en acier coulé pesant environ 175 livres (79 kilogrammes) sont également employées en grande quantité pour les découplements automatiques du type des *Master Car Builders*.

Emploi de l'acier coulé dans la construction du matériel de transport.

Des wagons à marchandises d'un tonnage de 80,000 à 100,000 livres (36,290 à 45,360 kilogrammes), entièrement en acier, sont actuellement construits en grandes quantités aux États-Unis.

La *Pressed Steel Car Company* a déjà construit environ 20,000 de ces grands wagons et, à l'heure actuelle, leur production de quarante wagons par jour est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

engagée pour une période de plus d'une année. Les figures 1 et 2 représentent des wagons en acier.

L'acier embouti est également employé pour les bogies des wagons à marchandises (fig. 3 et 4) et de nombreuses pièces plus petites de wagons à caisse en bois, telles que les traverses de bogies et de pivot. Le métal employé est la bonne qualité d'acier « flange » Martin-Siemens. Les conditions pour l'acier de *Pressed Steel Car Company* sont données dans l'annexe XIV.

Les conditions du chemin def er de Pensylvanie pour les ressorts à pincettes et les ressorts en hélice employés pour les voitures sont données dans l'annexe XVII.

Essieux en acier.

Les demandes d'essieux de wagons et voitures sont maintenant si considérables aux États-Unis, que les usines qui fabriquent les essieux en acier forgé ne peuvent y satisfaire, et depuis plusieurs années, ces pièces ont été, en grande partie, fabriquées en acier.

L'annexe XV donne les conditions de fourniture des essieux en acier pour le matériel à voyageurs et à marchandises.

Aurora, Ill., 1er novembre 1899.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXES.

Les conditions de fourniture ainsi que les rapports énumérés ci-après sont insérés dans les annexes :

ANNEXE I. — Acier pour chaudières et foyers, par T. L. CONDRON.

— II. — Conditions pour les tôles de chaudières et de foyers de l'*American Railway Master Mechanic's Association*.

— III. — Conditions pour les tôles de chaudières et de foyers des chemins de fer de Pensylvanie.

— IV. — Conditions pour les tôles de chaudières et de foyers des chemins de fer de Chicago, Burlington & Quincy.

— V. — Conditions pour les tôles de chaudières et de foyers des ateliers de locomotives Baldwin.

— VI. — Conditions pour les tôles de soutes à eau de tenders des chemins de fer de Chicago, Burlington & Quincy.

— VII. — Conditions pour les ressorts en acier des chemins de fer de Pensylvanie et de Chicago, Burlington & Quincy.

— VIII. — Lingots en acier pour pièces de locomotives.

— IX. — Bandages de locomotives.

— X. — Acier au nickel. Rapport de l'*American Railway Master Mechanic's Association*.

— XI. — Les avantages de l'emploi de l'acier coulé dans la construction des locomotives, par JAS. E. SAGUE.

— XII. — L'acier coulé pour les travaux de chemins de fer, par W. P. BARBA.

— XIII. — Conditions pour les pièces en acier coulé du chemin de fer de Pensylvanie.

— XIV. — Conditions pour l'acier doux entrant dans la construction des voitures et wagons.

— XV. — Conditions pour les essieux en acier des chemins de fer de Pensylvanie.

— XVI. — Conditions pour les essieux en acier des chemins de fer de Chicago, Burlington & Quincy.

— XVII. — Conditions pour les ressorts en hélice des chemins de fer de Pensylvanie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Annexe I.

Acier pour chaudières et foyers,

Par T. L. CONDRON.

Les éléments de ce rapport ont été fournis par les services de la traction de différents chemins de fer et par quelques ateliers de locomotives et aciéries. L'auteur a reçu environ cinquante réponses à une circulaire qu'il avait envoyée aux chefs des services de la traction des chemins de fer, aux constructeurs de locomotives et aux fabricants d'acier; l'auteur leur est reconnaissant de la très grande courtoisie dont ils ont fait preuve à son égard, et des peines qu'ils se sont données en lui envoyant, non sans dérangement pour eux-mêmes, de longues lettres pleines de précieux renseignements sur le sujet qu'il avait à traiter.

Acier pour foyers.

Dans le diagramme figure 5 ont été condensées trente-deux conditions de fourniture qui ne peuvent être exprimées en chiffres. Un coup d'œil jeté sur ce diagramme montre la quantité de lignes qui ont adopté les conditions recommandées, en 1894, par les *Master Mechanic's*. Là où les conditions diffèrent de celles des *Master Mechanic's*, la différence est indiquée par une séparation des bandes continues et les limites exactes sont indiquées par des chiffres sur ces séparations. Certaines conditions admettent une augmentation de résistance à la traction et une réduction de l'allongement pour les tôles minces, ce qui est indiqué par un léger prolongement vers l'extrême gauche de l'espace réservé à chaque ligne. Les limites admises par chacune des conditions sont indiquées par les rectangles noirs. Les lignes pointillées indiquent ce que l'on désire obtenir dans chaque cas.

Compositions chimiques exigées.

Il ne semble pas nécessaire de spécifier des limites pour tous les éléments entrant dans la composition de l'acier, et d'avoir en même temps des exigences rigides pour les propriétés physiques. L'auteur est un fervent partisan de la limitation des teneurs en phosphore, en soufre et en manganèse, mais il est d'avis qu'il n'est pas nécessaire, pour l'acheteur, d'aller plus loin dans cette voie.

L'excès de ces trois éléments donne un acier dans lequel on ne peut avoir confiance. L'acier ayant une haute teneur en phosphore peut donner à l'essai des résultats satisfaisants; mais l'inspection de la surface fera découvrir de nombreuses pailles et piqûres sur les tôles, et tandis que quelques tôles peuvent paraître saines, les défectuosités de l'acier se développeront en service.

La même chose est vraie, à différents degrés, pour le soufre et le manganèse. Certains correspondants ont parlé de tôles reconnues défectueuses en service et dont l'analyse a fait reconnaître une teneur trop élevée soit en phosphore, soit en soufre, soit en ces deux éléments. Les limites pour le phosphore et le soufre ne doivent, en aucun cas, dépasser 0.03 p. c. Pour le manganèse, il est désirable de ne pas sortir des limites de 0.35 à 0.50 p. c.

Résistance à la traction.

On voit facilement que plusieurs lignes n'ont pas adopté la résistance élevée prescrite par la *Master Mechanic's Association* et que les conditions adoptées par l'Association des fabricants

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

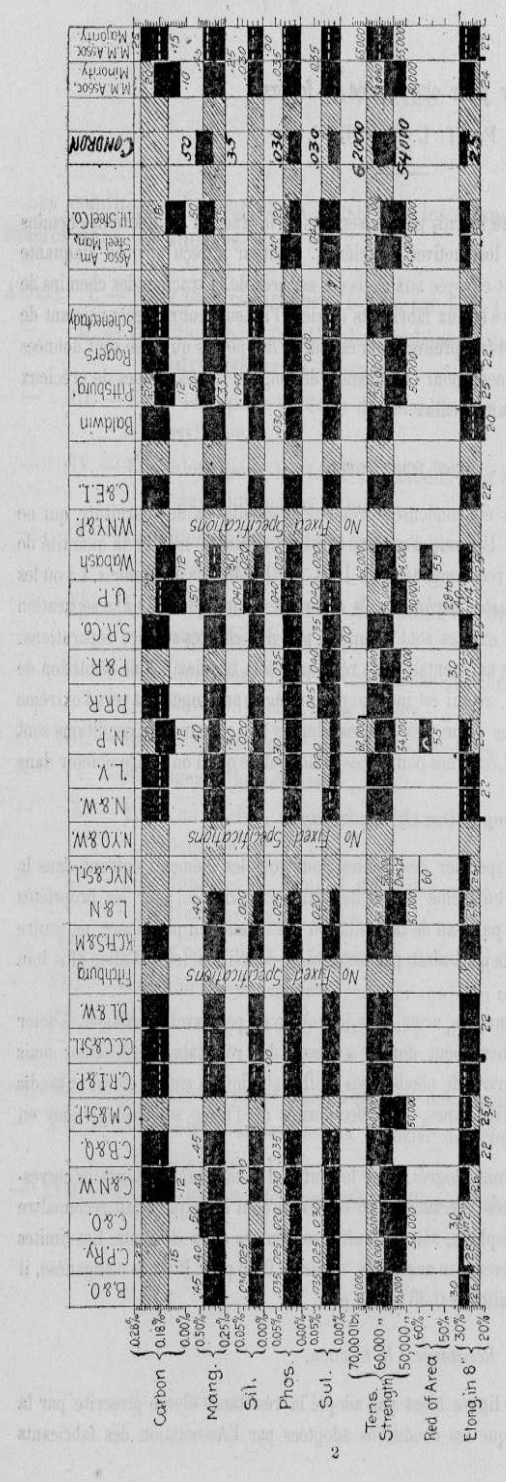


Fig. 5. — Diagramme montrant la comparaison des conditions types pour l'acier pour foyer des différentes compagnies de chemins de fer, des constructeurs et fabricants d'acier, avec celles de la *Master Mechanic's Association*. Ces dernières sont indiquées au diagramme par les bandes claires transversales.

Note. — Les conditions données dans la colonne *Illinois Steel C°* sont celles qui étaient en vigueur avant que cette Compagnie ne devint membre de l'Association des fabricants d'acier américains.

Signification des termes et abréviations : Carbon = Carbone. Mang = Manganèse. Sil = Silicium. Phos = Phosphore. Sul = Soufre. Tens. Strength 70,000, 60,000, 50,000 lbs. = Résistance à la traction, 49.22, 42.19, 35.15 kilogrammes par millimètre carré. Red. of Area = Réduction de section. Elong. in 8" = Allongement sur 203 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

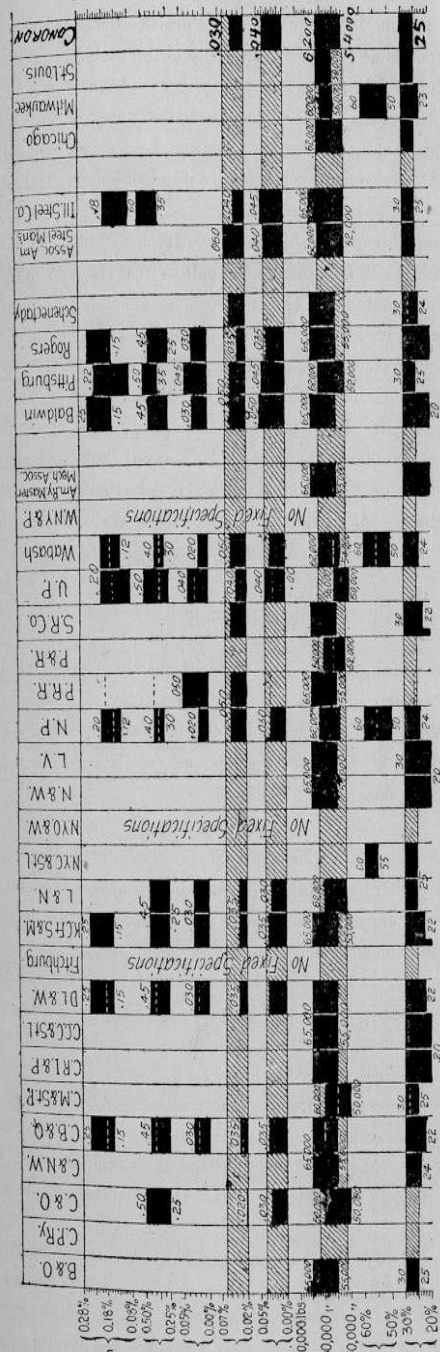


Fig. 6. — Diagramme montrant la comparaison des conditions types pour l'acier des chaudières des différentes compagnies de chemins de fer, des constructeurs, des fabricants d'acier et des *Master Mechanic's* avec celles de l'Association des fabricants d'acier américains. Ces dernières sont indiquées au diagramme par les bandes claires transversales.

Note. — Les conditions données dans la colonne *Illinois Steel Co* sont celles qui étaient en vigueur avant que cette Compagnie ne devint membre de l'Association des fabricants d'acier américains.

Signification des termes et abréviations : Carbon = Carbone. Mang = Manganèse. Sil = Silicium. Phos = Phosphore. Sul = Soufre. Tens. Strength 70,000, 60,000, 50,000 lb. = Résistance à la traction 49.22, 42.19, 35.15 kilogrammes par millimètre carré. Red. of Area = Réduction de section. Elong. in 8" = Allongement sur 203 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'acier américains sont en contraste marqué avec cette dernière. Plusieurs lignes disent qu'elles ont décidé de n'employer que les produits de certaines aciéries et qu'elles préfèrent prescrire la fourniture des meilleurs produits de ces fabricants et ne pas essayer d'obtenir le bénéfice d'un appel à la concurrence où leurs conditions à eux seraient imposées. Dans chaque cas, les fabricants dont il est question dans ces lettres sont membres de l'Association des fabricants d'acier américains, et on peut naturellement en déduire que ces fabricants adhèrent aux conditions de leur association.

La *Carnegie Steel Company, Limited*, écrit que, d'après son expérience, un acier dont la résistance est inférieure à 62,000 livres (43.59 kilogrammes par millimètre carré) a complètement satisfait ses clients; cette déclaration, ajoute-t-elle, est basée sur des annotations tenues dans ses bureaux. L'*Illinois Steel Company* recommande comme limite supérieure 62,000 livres (43.59 kilogrammes par millimètre carré) pour les tôles de foyer.

Les conditions de l'Association des fabricants d'acier américains ont été adoptées, après une discussion très complète de la question, par tous les fabricants de tôles du pays, et tandis que quelques-uns préféraient les limites de 50,000 à 58,000 livres (35.15 à 40.78 kilogrammes par millimètre carré), l'opinion de la majorité s'est montrée favorable aux limites de 52,000 à 62,000 livres (36.56 à 43.59 kilogrammes par millimètre carré) pour l'acier des tôles de foyer. Ceci montre que l'expérience a conduit les fabricants d'acier à recommander de l'acier très doux pour cet usage.

La déclaration faite par la ligne de l' « Union Pacific » est conçue dans le même ordre d'idées :

« Jusqu'à une époque qui remonte à trois ans, nous avions admis une limite de 65,000 livres
« (45.70 kilogrammes par millimètre carré) pour la résistance à la traction. L'expérience que
« nous avons faite depuis deux ans et demi de l'acier de 50,000 à 56,000 livres (35.15 à
« 39.37 kilogrammes par millimètre carré), nous porte à croire que c'est là un meilleur métal
« que celui à résistance élevée, car il est moins sujet à se fissurer. »

Le rapport du chemin de fer de New York, Chicago & St. Louis montre qu'il a prescrit une résistance de 56,000 livres (39.37 kilogrammes par millimètre carré) pour les douze nouvelles chaudières construites en 1895, ainsi qu'un allongement de 26 p. c. et une réduction de section de 60 p. c., ce qui, d'après eux, garantit un bon acier ductile.

Le dire d'un correspondant : « Ce qu'il est le plus nécessaire d'éviter, en ce qui concerne les
« tôles et les entretoises, c'est d'acheter les produits que l'on peut se procurer à bon compte sur
« le marché et de suivre des conditions de fourniture élaborées par des personnes qui ne sont
« pas familières avec la fabrication actuelle », possède un grand fond de sagesse.

L'*Illinois Steel Company* est membre de l'Association des fabricants d'acier américains, mais ses conditions pour l'acier de foyer, qui étaient en vigueur avant son entrée à l'association, sont dignes de remarque en ce qu'elles comportent une résistance à la rupture de 50,000 à 60,000 livres (35·15 à 42·19 kilogrammes par millimètre carré) et sont différentes quant à la composition chimique indiquée.

L'auteur recommande une résistance à la rupture variant de 54,000 à 62,000 livres par pouce carré (37.97 à 43.59 kilogrammes par millimètre carré), en acceptant les résultats d'essais qui, accidentellement, seraient inférieurs de 1,000 à 2,000 livres (0.70 à 1.41 kilogramme par millimètre carré). Comme les laminoirs se tiennent toujours près de la limite inférieure, ceci garantira l'acquisition d'aciers d'environ 56,000 livres (39.37 kilogrammes par millimètre carré) de résistance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LIMITE ÉLASTIQUE.

Il est à remarquer qu'aucune des conditions ne fait mention de cette propriété de l'acier, et l'expérience montre que c'est tout à fait à juste titre, car la limite élastique est un point fort peu défini, quand cette limite est déterminée de la manière ordinaire et, en vérité, c'est un bien pauvre opérateur que celui qui ne parvient pas à obtenir avec une machine à essayer une limite élastique supérieure à la moitié de la résistance à la rupture.

Les figures 7 et 8 sont intéressantes en ce qu'elles montrent les grandes variations de la limite élastique; la figure 7 représente cent essais effectués aux laminoirs de Homestead de la *Carnegie Steel Company, Limited*, et la figure 8 cent essais faits aux laminoirs de « South Chicago » de l'*Illinois Steel Company*. La première série d'essais a été faite au moyen d'une machine dont le contrepoids était manœuvré par une roue à main, et la seconde à l'aide d'une machine dont le contrepoids était mu automatiquement. Dans le premier cas, il y a un élément qui dépend personnellement de l'opérateur, lequel habituellement laisse balancer le levier, ce qui affecte la détermination de la limite élastique qui, dès lors, est enregistrée à 1,000 ou 2,000 livres (0.70 à 1.41 kilogramme par millimètre carré) trop haut. Dans le second cas, le seul élément personnel réside dans le choix du point à prendre comme limite élastique. Généralement, lorsque la tension s'approche de la limite élastique, le levier s'abaisse et se relève plusieurs fois au lieu d'une seule. Les figures 7 et 8 semblent démontrer le peu de valeur que l'on doit attacher à la limite élastique, telle qu'elle est déterminée dans les essais commerciaux.

Réduction de section.

L'auteur est porté à croire qu'il n'y a pas grande nécessité à ajouter cette détermination à celle de l'allongement. Il est vrai qu'elle n'ajoute qu'une légère peine quand on relève les résultats de l'essai, car elle ne nécessite pas un placement en plus de la règle à coulisse.

Allongement.

Tandis que l'Association des fabricants d'acier américains prescrit un allongement de 26 p. c. sur 8 pouces (203 millimètres), les conditions de la *Master Mechanic's Association* et celles de neuf chemins de fer abaissent celui-ci à 22 p. c., et même une compagnie à 20 p. c. Assurément, ceci n'est pas sage. Ce qui est nécessaire pour les foyers, c'est un acier ductile, et un allongement de 25 p. c. n'est certainement pas exagéré.

Le rapport $\frac{1{,}450{,}000}{\text{résistance à la traction}}$ du chemin de fer de Pensylvanie donne 26.4 p. c. pour une résistance à la traction de 55,000 livres (38.67 kilogrammes par millimètre carré) et 22.3 p. c. pour une résistance de 65,000 livres (45.70 kilogrammes par millimètre carré). Cette formule est logique, mais elle est incommode.

Essais de pliage.

On ne saurait trop insister sur l'importance des essais de pliage à chaud et à froid de l'acier pour chaudières et foyers. Ces essais s'effectuent aisément et, sans contredit, ils sont aussi importants que les essais à l'extension exécutés avec le plus de soins.

On pourrait exiger que l'acier puisse être replié complètement sur lui-même, sans qu'il se manifeste aucun signe de rupture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

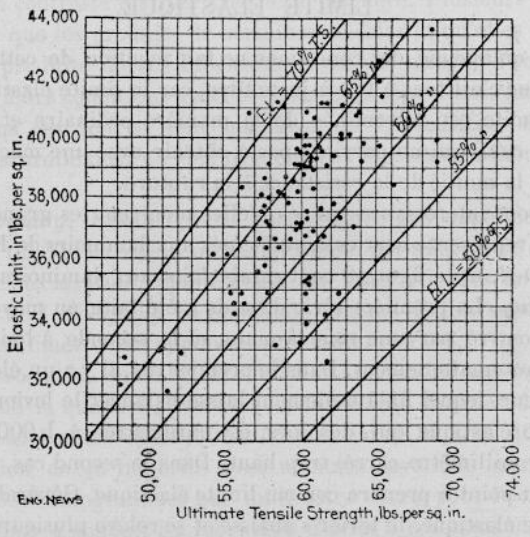


Fig. 7. — Détermination de la limite élastique avec le contrepoids de la machine à essayer mu à la main, effectuée aux laminoirs de Homestead de la *Carnegie Steel Company*.

Explication des termes anglais. — Elastic limit in lbs. per sq. in. : 44,000, 42,000, 40,000, 38,000, 36,000, 34,000, 32,000, 30,000 = Limite élastique : 30.94, 29.53, 28.12, 26.72, 25.31, 23.91, 22.50, 21.09 kilogrammes par millimètre carré. — Ultimate tensile strength, lbs. per sq. in. : 50,000, 55,000, 60,000, 65,000, 70,000, 74,000 = Résistance à la traction à la rupture : 35.15, 38.67, 42.19, 45.70, 49.22, 52.03 kilogrammes par millimètre carré.

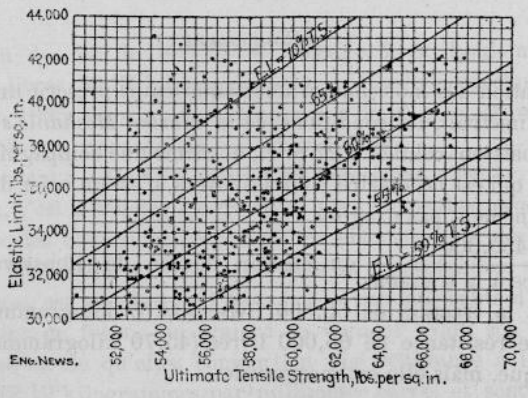


Fig. 8. — Détermination de la limite élastique avec le contrepoids de la machine à essayer mu automatiquement, effectuée aux laminoirs de « Chicago South » de l'*Illinois Steel Company*.

Explication des termes anglais. — Elastic limit, lbs. per sq. in. : 44,000, 42,000, 40,000, 38,000, 36,000, 34,000, 32,000, 30,000 = Limite élastique : 30.94, 29.53, 28.12, 26.72, 25.31, 23.91, 22.50, 21.09 kilogrammes par millimètre carré. — Ultimate tensile strength, lbs. per sq. in. : 52,000, 54,000, 56,000, 58,000, 60,000, 62,000, 64,000, 66,000, 68,000, 70,000 = Résistance à la traction à la rupture : 36.56, 37.97, 39,37, 40.78, 42.19, 43.59, 45.00, 46.40, 47.81, 49.22 kilogrammes par millimètre carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essais dans le sens transversal.

Pour les usages qui nécessitent des tôles de la meilleure qualité possible, on devrait exiger que les éprouvettes pour les essais de pliage des tôles fussent découpées dans le sens longitudinal et dans le sens transversal. On a souvent remarqué que des tôles qui satisfont aux essais dans le sens du laminage sont complètement défectueuses dans le sens transversal. En vérité, il semblerait préférable d'effectuer tous les essais dans le sens perpendiculaire à la direction du laminage, car quand on emploie un lingot défectueux, l'essai transversal le montrera d'une façon plus certaine, l'acier étant ordinairement plus faible dans cette direction.

Il y a toujours une différence marquée dans les essais d'échantillons pris aux deux extrémités d'une longue tôle. Cette différence, en ce qui concerne la résistance à la traction, atteint quelquefois 3,000 ou 4,000 livres (2.11 ou 2.81 kilogrammes par millimètre carré). Tandis que l'essai d'une extrémité permettrait d'accepter la tôle, l'essai de l'autre extrémité ne le permettrait pas.

L'essai d'homogénéité indiqué plus loin est également excellent et devrait toujours être pratiqué sur les tôles de chaudières et de foyers.

Acier pour tôles de chaudières.

La figure 6 montre la comparaison entre les diverses conditions relatives à l'acier pour chaudières, établies de la même façon que celles relatives à l'acier pour foyers (*voir* fig. 5). Dans le diagramme, les bandes claires transversales représentent les conditions adoptées par l'Association des fabricants d'acier américains.

Tôles minces.

Il parait être une erreur d'admettre pour les tôles minces, une résistance à la traction plus élevée et un allongement plus faible que pour les tôles plus épaisses. Ceci est naturellement nécessaire, si l'on impose de rigoureuses conditions de composition chimique; mais plutôt que d'exiger moins de ductilité pour les tôles minces que pour les tôles épaisses, il est raisonnable d'en exiger plus, car la tendance à se fissurer aux trous de rivets est plus grande dans les tôles minces que dans les épaisses.

Comparaison entre le fer et l'acier au point de vue de son emploi pour les foyers et les chaudières.

L'opinion se montre généralement plus favorable aux tôles d'acier qu'aux tôles de fer, même quand il est possible d'obtenir un fer de qualité supérieure uniforme. Le chemin de fer de Chicago, Burlington & Quincy a fait des essais de foyers en fer « sligo » qui ont donné de pauvres résultats, ce qui semble être le cas d'un grand nombre de lignes. Actuellement, le chemin de fer de New York, Ontario & Western possède en service une locomotive construite en 1872 par les ateliers Baldwin. Cette locomotive à cylindres de 16 × 24 pouces (406 × 610 millimètres) et à roues motrices de 63 pouces (1.600 mètre) possède encore son foyer primitif construit en « acier Bay State », et ce foyer est toujours en parfait état. Cette machine fait encore le service régulier des trains de voyageurs.

Pour terminer, l'auteur donne les parties des conditions de 1894 de la *Master Mechanic's Association* et celles de novembre 1895 de l'*Illinois Steel Company*, qui n'ont pu être comprises dans les diagrammes (fig. 5 et 6).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Annexe II.

—

Conditions de l' « American Railway Mechanic's Association » relatives à l'acier pour chaudières et pour foyers (adoptées en juin 1894).

Pièces d'essais

Les amorces d'essai — une pour chaque tôle — auront approximativement 36 pouces (914 millimètres) de longueur et 2 pouces (51 millimètres) de largeur ; dans aucun cas, elles ne pourront être recuites. Chaque tôle portera le nom du fabricant, l'empreinte étant obtenue au laminage ou par poinçonnage. Chaque tôle et chaque pièce d'essai porteront le numéro de coulée, ainsi que telle marque d'identité qui serait prescrite.

Lorsque les inspecteurs sont présents au laminoir, les couvre-joints peuvent être découpés d'une tôle quelconque, pourvu que ces tôles soient représentées par des amorces d'essai. Quand les inspecteurs ne sont pas présents au laminoir, ils doivent, autant que possible, être découpés d'une seule tôle telle qu'elle est laminée et chaque tôle découpée en couvre-joints sera représentée par une bande d'essai. Tous les couvre-joints, aussi bien que les bandes d'essai, doivent porter le numéro de coulée.

Marques de cisaillage.

Chaque tôle doit être pourvue, à une extrémité, d'une amorce d'essai de 36 pouces (914 millimètres) de longueur et 2 pouces (51 millimètres) de largeur. Pour reconnaître facilement, dans le cas où la chose serait nécessaire, la tôle à laquelle appartient l'amorce d'essai, la tôle et l'amorce seront poinçonnées deux fois en travers de leur ligne de séparation, d'une marque de cisaillage ronde, ovale ou d'une autre forme agréée; cette marque n'aura pas moins de 3 pouces (76 millimètres) de hauteur.

Dans le cas où une grande tôle doit être découpée en plusieurs petites, toutes représentées par une même pièce d'essai, la même marque de cisaillage sera apposée en deux endroits en travers de chaque ligne de séparation, afin que l'on puisse reconnaître aisément dans la suite à quelles tôles se rapporte la pièce d'essai.

Dimensions.

Les tôles d'une épaisseur inférieure de $^1/_{100}$ pouce (0.25 millimètre), à celle exigée et toutes les tôles qui présentent des criques ou fissures sur les bords cisaillés, celles dont la surface contient des criques, pailles ou gales et celles où des défauts se montrent lors de la mise en œuvre, seront rebutées. Le rebut, en ce qui concerne le manque d'épaisseur, ne peut être prononcé qu'après le mesurage de la tôle même et non de l'amorce, parce que celle-ci se trouvant à l'extrémité de la tôle est sujette à être plus mince.

Les éprouvettes parachevées auront une largeur de 1 pouce (25 millimètres) dans la section utile et une épaisseur égale à celle de la tôle. Qu'elles soient formées d'une bande à bords parallèles ou qu'elles soient de section réduite, elles devront être confectionnées à la machine à raboter, le travail de l'outil devra s'opérer dans le sens longitudinal ; on pourra également employer la machine à fraiser. Si l'on adopte la section réduite, la distance entre les congés ne sera pas inférieure à 9 pouces (229 millimètres) et le rayon des congés sera de $^1/_2$ pouce (12.7 millimètres) au moins; de préférence on prendra un rayon plus grand. L'allongement sera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mesuré entre deux coups de pointeau distants de 8 pouces (203 millimètres) qui, dans le cas d'une section réduite, devront être frappés, autant que possible, à la même distance des congés.

Dans les éprouvettes à côtés parallèles, on tracera des traits de trusquin en plusieurs points, afin d'obtenir la rupture entre les repères.

Prescriptions spéciales relatives à l'acier pour chaudières.

Des bandes d'essai dont les surfaces brutes auront été enlevées à la lime, à la meule ou à la machine, seront repliées sur elles-mêmes à froid, après avoir été chauffées au rouge cerise et ensuite plongées dans l'eau à 80° Fahrenheit (26°6 C.); la surface extérieure ne pourra montrer de criques ou fissures.

Aucune composition chimique n'est prescrite.

Prescriptions spéciales pour l'acier de foyers (1).

Les barrettes d'essai auront une résistance à la traction de 60,000 livres par pouce carré (42.19 kilogrammes par millimètre carré) et un allongement de 28 p. c. sur 8 pouces (203 millimètres). Les tôles dont la résistance à la traction sera inférieure à 55,000 livres (38.67 kilogrammes par millimètre carré) ou supérieure à 65,000 livres (45.70 kilogrammes par millimètre carré) et dont l'allongement sera inférieur à 22 p. c. sur 8 pouces (203 millimètres), seront rebutées. Les tôles seront soumises à une analyse chimique; elles devront avoir la composition suivante :

Carbone	pas plus de 0.25;	pas moins de 0.15.	Désiré, 0.18.
Phosphore	— 0.035;	— de 0.15.	— 0.03.
Manganèse	— 0.45;	— de 0.15.	— 0.40
Soufre	— 0.035;	— de 0.15.	— 0.02.
Silicium	— 0.03;	— de 0.15.	— 0.02.

On rebutera les tôles qui montreront dans l'une ou l'autre des trois cassures obtenues dans l'essai d'homogénéité décrit ci-après, une paille ou une soufflure ayant une longueur supérieure à 1/4 pouce (6.3 millimètres).

Une partie de l'éprouvette brisée est entaillée de 1/16 pouce (1.6 millimètre) transversalement à l'épaisseur, au burin ou à la machine à canneler. Les entailles, au nombre de trois, distantes de 1 pouce (25 millimètres), sont pratiquées alternativement de part et d'autre de l'éprouvette. Celle-ci, solidement fixée dans un étau, de façon que la première entaille dépasse les mâchoires de 1/4 pouce (6.3 millimètres), est brisée par une série de légers coups de marteau frappés sur l'extrémité libre de la pièce. Les cassures à l'endroit des autres entailles sont obtenues de la même façon.

(1) Des essais de pliage à chaud et à froid peuvent être exigés en ce qui concerne les tôles de foyers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Annexe III

Compagnie du chemin de fer de Pensylvanie.

N° 1 B. — Conditions relatives à l'acier pour chaudières et pour foyers remplaçant celles datées du 4 octobre 1895.

1. — Les tôles pour chaudières seront classées en lots selon les indications du service. Lorsque la commande se rapporte à cinq chaudières ou moins, toutes les tôles doivent être expédiées en une fois. Si la commande se rapporte à plus de cinq chaudières, toutes les tôles composant des chaudières complètes doivent toujours être expédiées en même temps. Les fabricants effectueront les fournitures en se conformant aux plans qui indiquent le nombre, les dimensions et le poids des tôles pour les différentes espèces de chaudières.

2. — En cas de nécessité, chaque atelier doit commander pour lui-même et emmagasiner de grandes tôles ayant les épaisseurs exigées pour les différents couvre-joints. L'on remettra au fournisseur des plans donnant les dimensions de tous les couvre-joints employés pour les différents types de locomotives, et l'on se rapportera aux indications de ces plans en ce qui concerne les dimensions à commander. Les petits ateliers se fourniront de couvre-joints aux ateliers plus importants. Chaque tôle, destinée à être découpée en couvre-joints, sera munie de de l'amorce d'essai dont il est question plus loin; ces amorces d'essai seront traitées sous tous les rapports de la même façon que celles des tôles de chaudières. Les tôles de renfort ne sont pas soumises à ces conditions et ne devront subir aucun essai spécial.

3. — Chaque tôle faisant partie de la commande doit être pourvue d'une amorce d'essai dont la largeur doit être au moins de 2 1/4 pouces (57.3 millimètres) et la longueur de 36 pouces (914 millimètres), excepté lorsque la tôle ou le couvre-joint commandés ont moins de 36 pouces (914 millimètres) de longueur; dans ce cas la longueur de l'amorce doit être la même que celle de la tôle ou du couvre-joint Cette amorce doit être coupée à la cisaille par le fabricant de façon qu'environ 4 pouces (102 millimètres) de l'amorce restent adhérents à la tôle. Les tôles commandées suivant une forme circulaire devront être cisaillées de façon à présenter une partie droite dont la longueur ne soit pas inférieure à 36 pouces (914 millimètres) et où elle sera pourvue d'une amorce d'essai, dans les conditions indiquées plus haut. Aucune tôle ne sera reçue si elle ne possède cette amorce d'essai laquelle, aussi bien que la tôle, devra être plane; les fabricants prendront tous les soins nécessaires pendant les manipulations et le chargement, pour éviter que l'amorce ne soit abimée ou pliée avant la réception des tôles. Chaque tôle doit porter le nom du fabricant et le numéro de coulée obtenus au laminage ou par poinçonnage.

4. — Les tôles étant reçues, les amorces seront d'abord marquées par l'agent désigné à cet effet, dans chaque atelier, d'une lettre indiquant l'emplacement de la tôle dans la chaudière et d'un numéro de série allant de 1 à 999. La tôle à laquelle l'amorce est attachée reçoit également la même lettre et le même numéro. Ces marques seront convenablement appliquées au pinceau, en employant de préférence, au lieu de noir de fumée, de la céruse broyée à l'huile, avec de la térébenthine et un peu de vernis du Japon. Ont peut poinçonner les marques dans l'amorce,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais, en aucun cas, jamais dans la tôle. En cas de poinçonnage, les marques doivent se trouver à moins de 3 pouces (76 millimètres) de l'extrémité de l'amorce. Après avoir été marquées de la façon indiquée plus haut, les amorces sont cisaillées à l'atelier et envoyées convenablement étiquettées à M. A.-S. Vogt, ingénieur mécanicien à Altoona, où la moitié de chaque amorce est façonnée et essayée de la façon décrite plus loin. Ces amorces seront divisées en séries de cinq par le service des essais physiques, et une pièce de chaque série sera soumise à l'analyse chimique. Comme actuellement les tôles de foyers doivent satisfaire à d'autres conditions que les tôles de chaudières, l'on doit avoir soin de ne pas classer, dans la même série, des tôles de qualités différentes. Chaque tôle sera soigneusement examinée par l'agent désigné à cet effet, dans chaque atelier, et son épaisseur au point le plus mince sera prise au moyen d'une vis micrométrique. Toutes les tôles qui montreront des criques ou fissures sur les bords cisaillés, celles dont la surface présentera des criques, pailles ou gales, et celles qui, en un endroit quelconque, auront une épaisseur inférieure de $^{15}/_{1000}$ pouce (0.381 millimètre) à l'épaisseur prescrite, seront renvoyées au fournisseur qui aura à supporter les frais de transport, au retour.

5. — Les tôles doivent avoir la forme et les dimensions indiquées à la commande. Dans ces dimensions, une tolérance convenable a été admise, et l'on ne désire pas qu'elle soit dépassée. Chaque tôle doit être pesée à l'atelier où elle est reçue et aucun excédent de poids supérieur à celui correspondant à la dimension commandée et indiquée dans le tableau ci-dessous ne sera payé au fournisseur. L'excédent sur la tolérance indiquée dans le tableau sera noté sur la facture et celle-ci rectifiée comme il convient

Pour les tôles de	$^1/_4$ p^{ce} (6.3 mill.)	d'épaiss^r	jusqu'à 85 p^{ces} (2^{m}159)	de larg^r,	10	p. c.;	au delà de 85 p^{ces} (2^{m}159)	de larg^r,	14	p. c.
—	$^5/_{16}$ p^{ce} (7.9 mill.)	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	8	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	12	—
—	$^3/_8$ p^{ce} (9.5 mill.)	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	7	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	10	—
—	$^7/_{16}$ p^{ce} (11.1 mill.)	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	6	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	8	—
—	$^1/_2$ p^{ce} (12.7 mill.)	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	5	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	7	—
—	$^9/_{16}$ p^{ce} (14.3 mill.)	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	4 $^1/_2$	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	6	—
—	$^5/_8$ p^{ce} (15.9 mill.)	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	4	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	5	—
Pour les tôles au-dessus de. . .	$^5/_8$ p^{ce} (15.9 mill.)	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	3 $^1/_2$	—	85 p^{ces} (2^{m}159)	—	4	—

Dans le calcul du poids des diverses dimensions, on a pris 0.2836 livre pour le poids du pouce cube d'acier (0.00785 kilogramme par centimètre cube).

6. — Les éprouvettes seront confectionnées selon les indications des plans qui seront fournis. Dans tous les cas, la section de l'éprouvette aura 1 $^1/_2$ pouce (38 millimètres) de largeur et une épaisseur égale à celle de la tôle brute. Dans la préparation des éprouvettes, on emploiera la machine à raboter ou à fraiser; le travail de l'outil devra toujours s'opérer dans le sens longitudinal et jamais dans le sens transversal On peut employer indifféremment des éprouvettes à côtés droits ou des éprouvettes de section réduite, mais de préférence ces dernières. Si l'on emploie des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éprouvettes de section réduite, la distance entre les congés ne sera pas inférieure à 9 pouces (229 millimètres) et le rayon des congés ne sera pas inférieur à 1/2 pouce (12.7 millimètres); de préférence le rayon sera supérieur à ce chiffre. Dans tous les cas, l'allongement sera pris entre deux repères distants de 8 pouces (203 millimètres) qui seront tracés, autant que possible, symétriquement par rapport aux congés. Dans les éprouvettes à côtés droits, on tracera sur toute la longueur de l'éprouvette un certain nombre de repères qui ne seront pas distants les uns des autres de moins de 1 pouce (25 millimètres). Pour mesurer l'allongement, on prendra deux repères dont la distance primitive était de 8 pouces (203 millimètres) et placés, autant que possible, à égale distance de la section de rupture. Dans tous les cas, l'allongement sera mesuré au moyen d'une règle graduée disposée de la façon suivante : près d'une extrémité de la règle se trouve une petite saillie, à une distance de 8 pouces (203 millimètres) de celle-ci la règle porte une graduation en pouces sur une certaine longueur; sous cette graduation il s'en trouve une autre dont les traits sont distants de 0.08 pouce (2.03 millimètres), de sorte que le premier trait correspond à 1 p. c. d'allongement, le second à 2 p. c., le troisième à 3 p. c. et ainsi de suite. Pour déterminer l'allongement, les deux fragments de l'éprouvette sont placés l'un contre l'autre, la saillie de la règle graduée est mise sur l'un des repères et la graduation de la règle à laquelle correspond le second repère indique l'allongement.

7. — Si une éprouvette quelconque ne satisfait pas aux conditions de résistance et d'allongement imposées, la fourniture à laquelle elle se rapporte est renvoyée aux fabricants. Il en est de même des fournitures qui ne répondent pas aux conditions de composition chimique et de toute tôle dans laquelle des défauts viendraient à se révéler pendant le travail. Les fabricants auront à supporter les frais de transports, au retour, de toutes les fournitures refusées.

Conditions spéciales relatives aux tôles pour chaudières.

8. — Ces tôles comprennent les tôles de chaudières de locomotives, la tôle tubulaire d'avant, les couvre-joints, les tôles entretoises intérieures embouties, ainsi que les tôles de chaudières marines et les tôles de chaudières fixes qui ne sont pas exposées à l'action directe du feu. Le métal à employer est un acier homogène, dans lequel la résistance est obtenue de préférence par la teneur en carbone et ayant une résistance à la traction de 60,000 livres par pouce carré (42.19 kilogrammes par millimètre carré) et un allongement de 26 p. c. pris sur une longueur de 8 pouces (203 millimètres). Le métal doit avoir la composition chimique suivante :

Carbone	0.18 p. c.
Phosphore, pas plus de.	0.04 —
Manganèse, —	0.40 —
Silicium, —	0.05 —
Soufre, —	0.03 —
Cuivre, —	0.03 —

9. — Une analyse de phosphore sera effectuée d'après la méthode type du chemin de fer de Pensylvanie, sur l'éprouvette envoyée au chimiste, et les résultats de l'analyse s'appliqueront à toutes les tôles que cette éprouvette représente.

10 — Ces tôles seront rebutées si l'éprouvette montre :

1° Une résistance à la traction inférieure à 55,000 livres par pouce carré (38.67 kilogrammes par millimètre carré);

2° Un allongement inférieur au quotient de 1,400,000 par la résistance à la traction;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Une résistance supérieure à 65,000 livres par pouce carré (45.70 kilogrammes par millimètre carré); toutefois, si l'allongement est égal ou supérieur à 28 p. c., les tôles dont la résistance dépasse 65,000 livres (45.70 kilogrammes par millimètre carré) ne seront pas refusées;

4° A l'analyse, une teneur en phosphore supérieure à 0.05 p. c.

Conditions spéciales relatives aux tôles pour foyers.

Ces conditions se rapportent aux tôles des foyers de locomotives, à la tôle tubulaire d'arrière, à la selle ou tôle d'avant de l'enveloppe du foyer, ainsi qu'aux tôles des chaudières marines et des chaudieres fixes en contact direct avec le combustible ou la flamme. En ce qui concerne les chaudières marines, ces tôles sont celles des foyers, des chambres de combustion, des bouilleurs, des tubes intérieurs ainsi que les autres tôles fortement embouties. Le métal à employer est le meilleur acier qui peut être fabriqué par les procédés métallurgiques récents.

Il doit être parfaitement homogène dans toutes ses parties, sa résistance doit résulter de la teneur en carbone et il doit contenir les autres corps dans la moindre proportion possible. Il doit avoir une résistance à la traction de 60,000 livres par pouce carré (42.19 kilogrammes par millimètre carré) et un allongement de 28 p. c. pris sur une longueur de 8 pouces (203 millimètres).

Il doit présenter la composition chimique suivante :

Carbone	0.18 p. c.
Phosphore, pas plus de	0.03 —
Manganèse, —	0.40 —
Silicium, —	0.02 —
Soufre, —	0.02 —
Cuivre, —	0.03 —

12. — Une analyse de phosphore sera effectuée d'après la méthode type du chemin de fer de Pensylvanie, sur l'éprouvette qui aura été envoyée au chimiste, et les résultats de l'analyse s'appliqueront à toutes les tôles que cette éprouvette représente.

13. — Ces tôles seront rebutées si l'éprouvette montre :

1° Une résistance à la traction inférieure à 55,000 livres par pouce carré (38.67 kilogrammes par millimètre carré);

2° Un allongement inférieur au quotient de 1,450,000 par la résistance à la traction;

3° Une résistance à la traction supérieure à 65,000 livres par pouce carré (45.70 kilogrammes par millimètre carré); toutefois, si l'allongement est égal ou supérieure à 30 p. c., les tôles dont la résistance dépasse 65,000 livres ne seront pas refusées;

4° Une paille ou une soufflure de plus de 1/4 de pouce (6.3 millimètres) de longueur dans l'une ou l'autre des trois cassures obtenues dans l'essai d'homogénéité décrit ci-dessous;

5° A l'analyse :

Carbone	plus de 0.25 p. c.;	moins de 15 p. c.
Phosphore	— 0.035 —	
Manganèse	— 0.45 —	
Silicium	— 0.03 —	
Soufre	— 0.045 —	
Cuivre	— 0.05 —	

14. — Pour les tôles de 1/4 de pouce (6.3 millimètres) d'épaisseur, la limite supérieure,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indiquée à la section 3, §§ 10 et 13, peut être de 68·000 livres (47.81 kilogrammes par millimètre carré).

L'essai d'homogénéité est effectué de la manière suivante : une partie de l'éprouvette brisée est entaillée transversalement de $^1/_{16}$ de pouce (1.6 millimètre) environ, soit au burin, soit à la machine à canneler. Les entailles sont au nombre de trois; la première est pratiquée à une distance de 2 pouces (51 millimètres) de l'extrémité de l'éprouvette; la seconde, 2 pouces plus bas, mais de l'autre côté, et la troisième, 2 pouces plus bas que cette dernière, mais du côté opposé. La pièce d'essai solidement fixée dans un étau, de façon que la première entaille dépasse les mâchoires de $^1/_4$ de pouce (6.3 millimètres), est alors brisée par une série de légers coups de marteau frappés sur l'extrémité libre de l'éprouvette. Les cassures à l'endroit des autres entailles sont obtenues de la même façon. L'objet de cette opération est de rendre visibles les pailles dues au défaut de soudure, les matières étrangères interposées ou les soufflures dues aux bulles de gaz du lingot. Après la rupture, chaque cassure est examinée, à la loupe si c'est nécessaire, et la longueur des pailles ou soufflures est déterminée. La longueur de la plus grande des pailles ou soufflures sert de base à la décision concernant la tôle à laquelle l'essai se rapporte.

F.-D. Casanave,
General Superintendent of Motive Power.

Annexe IV.

Compagnie du chemin de fer de Chicago, Burlington et Quincy.

Conditions relatives à l'acier pour chaudières et foyers.

Les prescriptions relatives aux éprouvettes, aux excédents de poids, aux propriétés physiques et chimiques sont celles adoptées en juin 1894 pour les tôles de foyers par *The American Railway Master Mechanic's Association.*

Les tôles doivent être découpées aux dimensions exactes indiquées dans les commandes et poinçonnées du nom du fabricant. Toutes les tôles seront rigoureusement examinées; celles montrant des défauts, avant ou après la mise en œuvre, devront être remplacées.

Une bande d'essai, qui ne peut être recuite, de 36 pouces (914 millimètres) de longueur et de 2 pouces (51 millimètres) de largeur, aussi parfaite que la tôle, sera découpée par le fabricant dans le sens longitudinal de celle-ci. Au préalable, cette bande aura été poinçonnée d'une marque carrée, ovale ou circulaire, d'environ 3 pouces (76 millimètres) de diamètre, placée de telle façon qu'une moitié de la marque se trouve sur la tôle et l'autre sur la bande d'essai. La tôle et l'amorce sont poinçonnées du même numéro pour qu'on puisse aisément reconnaître la tôle à laquelle la bande d'essai se rapporte De cette amorce on découpe une éprouvette à côtés parallèles d'un bout à l'autre ou de section réduite; l'éprouvette aura une largeur de 1 $^1/_2$ pouce (38 millimètres) et une épaisseur égale à celle de la tôle. Si l'éprouvette a une section réduite, la longueur de celle-ci entre les congés ne sera pas inférieure à 9 pouces (229 millimètres), le rayon des congés sera au moins de $^1/_2$ pouce (12.7 millimètres) et, de préférence, plus grand. L'allongement sera mesuré

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre des repères distants de 8 pouces (203 millimètres); dans les éprouvettes de section réduite, ces repères seront tracés à égale distance des congés et dans les éprouvettes à côtés parallèles, les repères seront tracés en plusieurs points pour être sûr d'obtenir la rupture entre les marques. Des échantillons devront être pliés à 180° et repliés sur eux-mêmes au marteau, sans présenter de criques ou gerçures, l'essai se fera à chaud, à froid, et après trempe, à la température du rouge cerise.

Toutes les tôles dont l'épaisseur sera inférieure de 0.01 de pouce (0.25 millimètre) à celle indiquée à la commande ne seront pas acceptées. L'excédent de poids supérieur à la tolérance indiquée dans le tableau suivant ne sera pas payé. Pour le calcul du poids des tôles des diverses dimensions, on a pris 0.2836 livre pour le poids du pouce cube d'acier (0.00785 kilogramme par centimètre cube).

Excédent admis.

Pour les tôles de	1/4	pouce	(6.3 millimètres)	d'épaisseur.	10 p. c.
—	5/16	—	(7.9 —	—	8 —
—	3/8	—	(9.5 —	—	7 —
—	7/16	—	(11.1 —	—	6 —
—	1/2	—	(12.7 —	—	5 —
—	9/16	—	(14.3 —	—	4 1/2 —
—	5/8	—	(15.9 —	—	5 —

Acier pour chaudières et foyers.

Les échantillons doivent avoir une résistance à la traction de 60.000 livres par pouce carré (42.19 kilogrammes par millimètre carré) et un allongement de 28 p. c. pris sur 8 pouces (203 millimètres). On rebutera les tôles dont la résistance sera inférieure à 55,000 livres (38.67 kilogrammes par millimètre carré) ou supérieure à 65·000 livres (45.70 kilogrammes par millimètre carré), ou dont l'allongement sera inférieur à 22 p. c. sur 8 pouces (203 millimètres). Les tôles seront soumises à l'analyse chimique, et la composition suivante est désirée :

Carbone	0.18 p. c.
Phosphore, pas plus de	0.03 —
Manganèse, —	0.40 —
Soufre, —	0.02 —
Silicium, —	0.02 —

Les tôles qui contiendraient ces éléments en dehors des limites indiquées au tableau suivant seront refusées :

Carbone, au-dessous de	0.15 p. c.
Carbone, au-dessus de	0.25 —
Phosphore, —	0.035 —
Manganèse, —	0.45 —
Silicium, —	0.03 —
Soufre, —	0.035 —

On rebutera les tôles qui montreront dans l'une ou l'autre des trois cassures obtenues dans l'essai d'homogénéité décrit ci-après, une paille ou une soufflure ayant une longueur supérieure de 1/4 de pouce (6.3 millimètres). Une partie de l'éprouvette brisée est entaillée de 1/16 de pouce (1.6 millimètre) transversalement à l'épaisseur, soit au burin, soit à la machine à canneler. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entailles, au nombre de trois, sont pratiquées alternativement de part et d'autre de la pièce d'essai. Celle-ci, solidement fixée dans un étau, de façon que la première entaille dépasse les mâchoires de 1/4 de pouce (6.3 millimètres) est brisée par une série de légers coups de marteau frappés sur l'extrémité libre de la pièce. Les cassures à l'endroit des autres entailles sont obtenues de la même façon.

Annexe V.

Ateliers de locomotives Baldwin.

Conditions relatives aux tôles d'acier pour chaudières et foyers.

Forme de l'éprouvette.

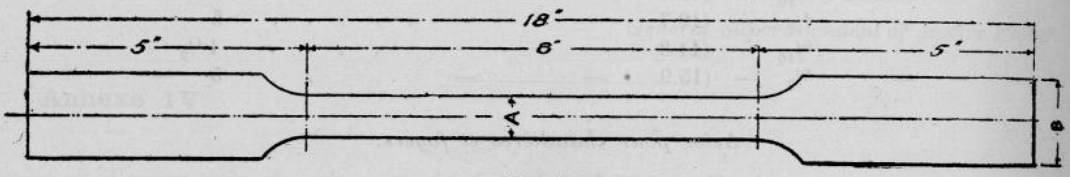


Fig. 9.

" A " A fixer de façon à obtenir un demi-pouce carré (3.23 centimètres carrés) de section.
" B " comme il est indiqué dans les conditions.

Toutes les tôles doivent être laminées au moyen d'acier fabriqué par le procédé Martin-Siemens.

	Acier pour chaudières.	Acier pour foyers.
Carbone, entre.	0.15 et 0.25 p. c.	0.15 et 0.25 p. c.
Phosphore, pas plus de	0.05 —	0.03 —
Manganèse, —	0.45 —	0.45 —
Silicium, —	0.03 —	0.03 —
Soufre, —	0.05 —	0.035 —

Chaque tôle sera examinée soigneusement et celles qui montreront des défauts physiques ne seront pas acceptées. Toute tôle acceptée dans laquelle des défauts se révèleront lors de la mise en œuvre, sera rebutée.

Une éprouvette découpée de chaque tôle laminée, dans le sens longitudinal et sans recuit, devra avoir une résistance à la traction à la rupture de 60,000 livres par pouce carré (42.19 kilogrammes par millimètre carré) et un allongement de 25 p. c pris sur une longueur de 8 pouces (203 millimètres). La forme de l'éprouvette est indiquée dans la figure 9. Tous les essais doivent être faits au moyen d'éprouvettes ayant aussi approximativement que possible 1/2 pouce carré (3.23 centimètres carrés) de section. Aucune tôle ne sera acceptée si l'éprouvette montre une résistance à la traction à la rupture inférieure à 55,000 livres (38.67 kilogrammes par millimètre carré, ou supérieure à 65,000 livres par pouce carré (45.70 kilogrammes par millimètre carré) ou un allongement inférieur à 20 p. c. L'acier doit donner les résultats

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ci-avant lorsque la machine à essayer marche à raison d'un pouce (25 millimètres) en trois minutes.

Les fabricants doivent envoyer une amorce d'essai pour chaque tôle laminée. Ces amorces auront une largeur de 2 $^3/_8$ pouces (60.5 millimètres) pour les tôles d'une épaisseur égale ou inférieure à $^5/_{16}$ pouce (7.9 millimètres) et 1 $^5/_8$ pouce (41.3 millimètres) pour celles d'une épaisseur égale ou supérieure à $^3/_8$ pouce (9 5 millimètres), toutes les amorces auront 36 pouces (914 millimètres) de longueur et seront aussi droites que possible. Les amorces et les tôles correspondantes devront être poinçonnées de la marque de cisaillage, ainsi que de la lettre indiquée au plan correspondant aux dimensions de la tôle spécifiées dans la commande ; elles porteront également un numéro de série déterminé selon le nombre de tôles de la même lettre fournies antérieurement (il s'agit des numéros successifs de toutes les tôles de la même lettre, sans tenir compte des commandes sur lesquelles elles sont fournies). En outre, le fabricant poinçonnera, dans chaque cas, sur l'amorce d'essai une lettre désignant le laminoir. De plus, pour permettre de reconnaître facilement la tôle à laquelle l'amorce se rapporte, un cercle à la céruse sera tracé, avant de cisailler l'amorce, autour de la marque de cisaillage, des numéros et des lettres poinçonnées, et ces dernières seront répétées à la céruse sur l'amorce et sur la tôle. Ces marques seront mises à chaque extrémité de l'amorce d'essai, de façon qu'elle ne puissent disparaître quand on confectionne l'éprouvette. Lorsque la tôle doit être découpée en deux ou plusieurs tôles ou en couvre-joints, chaque tôle ou couvre-joint ainsi cisaillé doit recevoir les marques des cisaillage, comme l'indique la figure 10, et être dûment marqué des lettres et numéros indiqués ci-dessus.

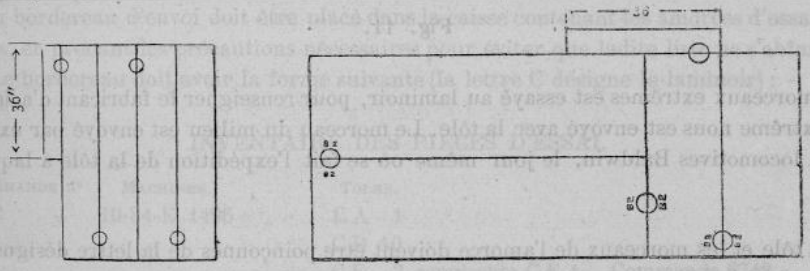


Fig. 10. — Croquis représentant plusieurs tôles et couvre-joints figurés par une amorce d'essai.

Toutes les tôles doivent porter la marque de leur destination, chaudière ou foyer, ainsi que leur résistance à la traction garantie.

Les marques inscrites dans nos commandes après les mots imprimés : « Pour compte », doivent être peintes sur chaque tôle fournie en vertu de la commande. Les dimensions doivent également être peintes distinctement, à la céruse, sur les tôles.

Philadelphie, 1er janvier 1895.

Instructions détaillées relatives aux marques et inscriptions des tôles pour chaudières et pour foyers.

Les tôles qui ne répondront pas aux prescriptions ci-après seront rebutées :

1. — La marque permettant de reconnaître la tôle à laquelle l'amorce se rapporte doit être

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

claire et distincte, de façon qu'aucun doute résultant d'une empreinte imparfaite ne puisse s'élever. Une lettre de 1 1/2 pouce (38 millimètres) de hauteur convient parfaitement et doit être poinçonnée profondément.

2. — La tôle doit être pourvue d'une amorce d'essai de 54 pouces (1.372 mètre) de longueur, laquelle doit être poinçonnée comme l'indique le croquis. Après avoir été cisaillée, l'amorce est coupée au travers des marques BB, en trois morceaux de 18 pouces (457 millimètres) de longueur. Le morceau du milieu est le seul qui porte une partie de la marque poinçonnée à la fois sur la tôle et sur l'amorce; les morceaux des extrémités se raccordent à celui du milieu au moyen des marques poinçonnées sur l'amorce.

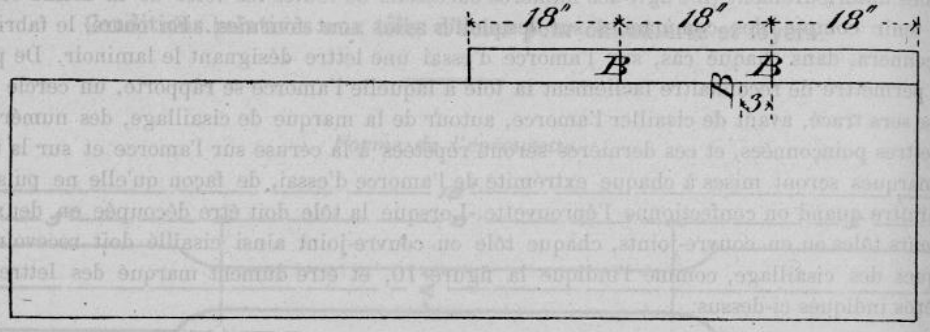


Fig. 11.

Un des morceaux extrêmes est essayé au laminoir, pour renseigner le fabricant d'acier; l'autre morceau extrême nous est envoyé avec la tôle. Le morceau du milieu est envoyé par express aux ateliers de locomotives Baldwin, le jour même où se fait l'expédition de la tôle à laquelle il se rapporte.

3. — La tôle et les morceaux de l'amorce doivent être poinçonnés de la lettre désignée dans la commande, ainsi que d'un numéro de série fixé d'après le nombre de tôles fournies antérieurement (il s'agit des numéros successifs de toutes les tôles, sans tenir compte de la commande en vertu de laquelle elles sont fournies). Le fabricant fera précéder la lettre dont il est question plus haut d'une autre désignant le laminoir. Ces lettres et numéros seront poinçonnés profondément d'une façon claire et distincte et placés, comme l'indique le croquis, à trois pouces (76 millimètres) de l'extrémité de chaque pièce d'essai, de façon qu'ils ne puissent disparaître lors de la préparation de l'éprouvette. Le croquis suivant montre de quelle façon les marques, lettres et numéros doivent être disposés sur les tôles et les amorces d'essai, lorsque l'amorce représente plus d'une tôle.

La pièce d'essai du milieu est raccordée à la tôle au moyen de la marque de cisaillage XC5 et doit porter seulement le numéro d'essai de la tôle Comme les tôles XF6 et XF7 sont représentées par l'amorce d'essai XC5, ces deux tôles doivent, avant d'être cisaillées, recevoir la marque XC5; « X » désigne le laminoir.

Pour reconnaître facilement les tôles auxquelles l'amorce se rapporte, un cercle à la céruse doit être tracé, avant de cisailler les tôles, autour de la marque de cisaillage, des numéros et des lettres et ces numéros et lettres répétés à la céruse sur la tôle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les indications suivantes devront être peintes distinctement, à la céruse, sur chaque tôle :

Les dimensions de la tôle;

Le numéro de la commande;

Les marques inscrites dans ladite commande, après les mots imprimés : « Pour compte ».

Toutes les tôles doivent porter la marque de leur destination, foyer ou chaudière, ainsi que leur résistance à la traction garantie.

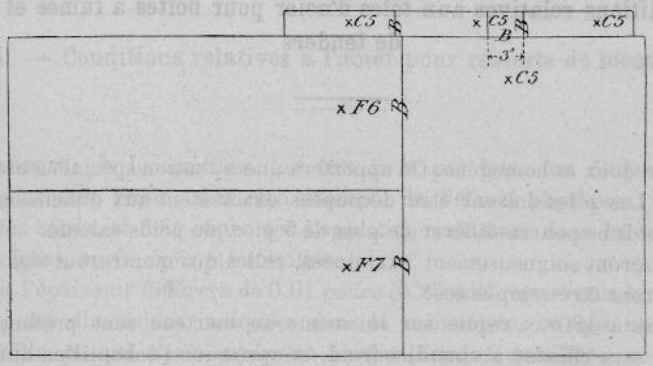


Fig. 12.

1. — Un bordereau d'envoi doit être placé dans la caisse contenant les amorces d'essai envoyées par express, en prenant les précautions nécessaires pour éviter que ladite liste ne s'abîme pendant le trajet. Le bordereau doit avoir la forme suivante (la lettre C désigne le laminoir) :

INVENTAIRE DES PIÈCES D'ESSAI.

B. L. W. Commande n°	Machines.	Tôles.	
6742	10-34-E 1496	C A 1	
		C D 10	
		C E 3	représente C E 4.—Commande 6742
		C F 11	
		C G 5	représente C B 6.—Commande 6742
		C H 12	
		C I 2	
		C S 17	
		C K 18	
6743	10-34-E 1496	C N 23	
		C O 19	représente C Q 20 et C Q 21.—Commande 6743
		C P 22	
6819	10-36-D 514	C A 9	
		C B 7	représente C C 8.—Commande 6742
		C C 13	
		C D 14	représente C C 15.—Commande 6819
		C E 16	

Philadelphie, 1er décembre 1895.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Annexe VI.

—

Compagnie du chemin de fer de Chicago, Burlington et Quincy.

N° 53. — Conditions relatives aux tôles d'acier pour boîtes à fumée et soutes à eau de tenders.

Le métal doit être doux et homogène. On apportera une attention spéciale à obtenir une surface parfaitement finie. Les tôles doivent être découpées exactement aux dimensions indiquées à la commande, et le poids ne pourra différer de plus de 5 p. c. du poids calculé.

Toutes les tôles seront soigneusement examinées, celles qui montreront des défauts avant ou après le travail devront être remplacées.

Cet acier sera plié à 180° et replié sur lui-même au marteau sans présenter de criques ou gerçures; le pliage sera effectué à chaud, à froid, et après que l'échantillon aura été recuit à la température du rouge cerise. L'acier qui ne satisfera pas à cet essai sera rebuté.

Ateliers de locomotives Baldwin.

Conditions relatives aux tôles d'acier pour soutes à eau de tenders.

Les tôles pour soutes à eau de tenders seront laminées de blooms d'acier homogène et doivent être bien finies; leur surface sera exempte de défauts, tels que pailles, cassures et ondulations défectueuses.

L'acier sera de qualité telle que des bandes découpées dans le sens longitudinal d'une tôle quelconque, choisie par nous, doivent pouvoir être repliées sur un mandrin dont le diamètre est égal à une fois et demie l'épaisseur de la tôle, sans qu'il se manifeste aucun signe de rupture.

Philadelphie, le 1er janvier 1893.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Annexe VII.

Compagnie du chemin de fer de Pensylvanie.

TRACTION.

N° 34. — Conditions relatives à l'acier pour ressorts de locomotives.

L'acier pour ressorts de locomotives doit être livré par lots, aux dimensions commandées. Chaque barre, pour être reçue, doit être exempte de défauts physiques, tels que pailles ou criques le long des bords, et doit supporter l'opération consistant dans la rupture à froid sur le bord d'une enclume, après avoir été entaillée.

Les barres dont l'épaisseur différera de 0.01 pouce (0.25 millimètre) et la largeur de 0.02 pouce (0.51 millimètre) des dimensions indiquées dans la commande, ou qui ne se briseront pas à l'endroit de l'entaille, ou qui, après avoir été convenablement entaillées, ne se briseraient pas carrément à l'entaille, seront renvoyées et devront être remplacées aux frais du fournisseur.

On désire avoir un métal ayant la composition suivante :

Carbone	1.00 p. c.
Manganèse	0.25 —
Phosphore, pas plus de	0.03 —
Silicium, —	0.15 —
Soufre, —	0.03 —
Cuivre, —	0.03 —

On n'acceptera pas les fournitures qui montreront à l'analyse moins de 0.90 ou plus de 1.10 p. c. de carbone, ou plus de 0.50 p. c. de manganèse, 0.05 p. c. de phosphore, 0.25 p. c. de silicium, 0.05 p. c. de soufre, et 0.05 p. c. de cuivre.

F.-D. Casanave,
General Superintendent of Motive Power.

Altoona, 15 août 1893.

Compagnie du chemin de fer de Chicago, Burlington et Quincy.

CONDITIONS N° 59.

Acier en feuilles pour ressorts.

Cet acier est principalement employé pour les ressorts de locomotives; il doit être exempt de pailles, criques ou autres défauts physiques. Il doit avoir les dimensions indiquées à la commande; les différences ne peuvent excéder 0.01 pouce (0.25 millimètre) en épaisseur et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

0.02 pouce (0.51 millimètre) en largeur. La feuille, après avoir été convenablement entaillée, est brisée sur le bord de l'enclume; l'acier doit se rompre carrément et à l'endroit de l'entaille.

La composition chimique de l'acier doit être comprise dans les limites suivantes :

Carbone, pas moins de 0.90 p. c. ni plus de	. . . . .	1.10 p. c.
Manganèse, pas plus de	. . . . .	0.60 —
Phosphore, —	. . . . .	0.05 —
Silicium, —	. . . . .	0.25 —
Soufre, —	. . . . .	0.045 —
Cuivre, —	. . . . .	0.05 —

Acier en barres pour ressorts.

Les barres doivent être en acier au creuset ou en acier obtenu par le procédé Martin-Siemens; elles doivent avoir exactement les dimensions prescrites, être parfaitement lisses et être exemptes de gerçures ou de pailles.

On refusera les fournitures qui présenteront plus de 1.10 p. c. ou moins de 0.90 p. c. de carbone.
— — — — 0.06 — de phosphore.
— — — — 0.50 — de manganèse.
— — — — 0.045 — de soufre.

OFFICE SUPERINTENDENT, MOTIVE POWER.
Aurora, le 1er février 1899.

Annexe VIII.

—

Compagnie du chemin de fer de Chicago, Burlington et Quincy.

CONDITIONS N° 13.

Conditions relatives aux blooms en acier.

Qualité « A » pour colliers d'excentriques, « B » pour balanciers de bogies de voitures à voyageurs, « C » pour bielles et tiges de piston, « D » pour boutons de manivelles.

1. — Les blooms seront en acier fabriqué par le procédé Martin-Siemens.

2. — Les blooms auront une section carrée de 8 pouces (203 millimètres) de côté et ne pèseront pas moins de 2,000 livres (907 kilogrammes) ni plus de 2,500 livres (1,134 kilogrammes).

3. — L'extrémité de chaque bloom sera étirée à l'usine, en une barre de section carrée de 2 pouces (51 millimètres) de côté, et d'une longueur de 10 pouces (254 millimètres). La barre d'essai restera adhérente au bloom.

4. — Une éprouvette sera découpée de la barre à égale distance du centre et de la partie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

extérieure. La partie utile aura un diamètre de 5/8 pouce (15.9 millimètres) et une longueur de 4 1/2 pouces (114.7 millimètres) entre les congés.

5. — Tout bloom contenant plus de 0.05 p. c. de phosphore, 0.05 p. c. de soufre, ou 0.65 p. c. de manganèse, sera refusé. La teneur en carbone sera comprise dans les limites indiquées ci-dessous :

A. *Colliers d'excentriques.* — Résistance à la traction, pas moins de 50,000 (35.15 kilogrammes par millimètre carré) ni plus de 60,000 livres par pouce carré (42.19 kilogrammes par millimètre carré). Allongement, pas moins de 28 p. c. sur 4 pouces (102 millimètres). Carbone, entre 0.10 et 0.20 p. c.

B. *Balanciers pour bogies de voitures à voyageurs* — Pas moins de 65,000 (45.70 kilogrammes par millimètre carré) ni plus de 75,000 livres par pouce carré (52.73 kilogrammes par millimètre carré). Allongement, pas moins de 23 p. c. sur 4 pouces (102 millimètres). Carbone, entre 0.20 et 0.35 p. c.

C. *Bielles et tiges de piston.* — Résistance à la traction, pas moins de 70,000 (49.22 kilogrammes par millimètre carré) ni plus de 80,000 livres par pouce carré (56.25 kilogrammes par millimètre carré). Allongement, pas moins de 22 p. c. sur 4 pouces (102 millimètres). Carbone, entre 0.25 et 0.40 p. c.

D. *Boutons de manivelles.* — Résistance à la traction, pas moins de 75,000 (52.73 kilogrammes par millimètre carré) ni plus de 85,000 livres par pouce carré (59.76 kilogrammes par millimètre carré). Allongement, pas moins de 20 p. c. sur 4 pouces (102 millimètres). Carbone, entre 0.30 et 0.45 p. c.

6. — Les blooms qui ne répondront pas aux prescriptions générales ou aux prescriptions spéciales relatives à leur qualité respective seront refusés.

OFFICE SUPERINTENDENT, MOTIVE POWER.

Aurora, 20 février 1897.

Ateliers de locomotives Baldwin.

SERVICE DES ESSAIS.

Conditions relatives aux lingots en acier pour pièces de forge.

Tous les blooms destinés à la confection des essieux, boutons de manivelles, tiges, bielles, guides ou pièces de forge similaires, doivent être fabriqués par le procédé Martin-Siemens et leur surface sera exempte de pailles, bavures ou autres défauts. Aucun travail destiné à cacher les défauts ne peut être effectué, si ce n'est ensuite d'une autorisation de notre inspecteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des copeaux de métal, enlevés au foret à égale distance du centre et de la surface, seront analysés par la méthode-type des ateliers de locomotives Baldwin et devront avoir la composition suivante :

Carbone, environ	0.40 p. c.
Manganèse, pas plus de	0.60 —
Phosphore, —	0.05 —
Soufre, —	0.05 —

Forme de l'éprouvette.

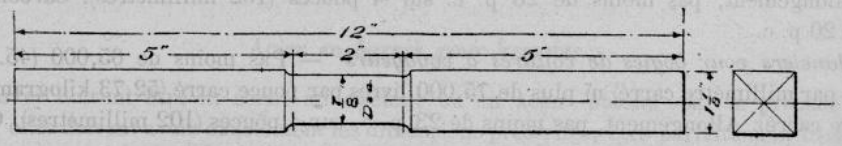


Fig. 13.

Ces blooms seront de qualité telle qu'une éprouvette découpée à froid, à la machine, en plein bloom, devra avoir une résistance à la traction à la rupture de 80,000 livres par pouce carré (56.25 kilogrammes par millimètre carré) et un allongement de 20 p. c. sur une longueur de 2 pouces (51 millimètres).

Un essai sera pratiqué sur chaque coulée employée à l'exécution de notre commande.

Les blooms qui auront une résistance inférieure à 75,000 (52.73 kilogrammes par millimètre carré) ou supérieure à 90,000 livres par pouce carré (63.28 kilogrammes par millimètre carré), ou un allongement inférieur à 15 p. c., seront refusés. Tous les blooms devront être poinçonnés du numéro de la coulée dont ils proviennent.

Toutes les pièces de forge dans lesquelles des pailles ou des soufflures se montreraient lors du travail à la machine seront renvoyées à l'aciérie.

Ateliers de locomotives de Schenectady.

Conditions nº 4 B.

Blooms en acier pour bielles motrices et bielles d'accouplement.

Tous les blooms doivent être en acier Martin-Siemens de la meilleure qualité et doivent avoir une résistance à la traction de 80,000 livres par pouce carré (56.25 kilogrammes par millimètre carré), et un allongement d'au moins 25 p. c. sur 4 pouces (102 millimètres). Les blooms ayant une résistance inférieure à 75,000 livres (52.73 kilogrammes par millimètre carré), ou supérieure à 85,000 livres par pouce carré (59.76 kilogrammes par millimètre carré), ou un allongement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inférieur à 18 p. c. sur 4 pouces (102 millimètres), seront rebutés. Tous les blooms doivent porter le numéro de coulée. Un bloom de chaque coulée employée à l'exécution de la commande doit être pourvue d'une barre d'essai de section carrée, ayant 1 1/4 pouce (32 millimètres) de côté, et de 10 pouces (254 millimètres) de longueur. Lorsque les bielles seront forgées, des barres d'essai seront étirées à une extrémité de chaque bielle et chacune des barres d'essai devra satisfaire aux mêmes conditions de résistance et d'allongement que celles indiquées ci-dessus et devra présenter la même qualité d'acier que dans le premier essai.

18 janvier 1896.

Compagnie du chemin de fer de Pensylvanie.

N° 6. — Conditions relatives à l'acier pour boutons de manivelles remplaçant celles datées du 27 janvier 1886.

I. — Les boutons de manivelles seront commandés par lots de 50, et pour chaque commande de 50 pièces on en fournira 51. Tous les boutons de manivelle seront ébauchés au tour, aux dimensions et suivant la forme indiquées dans la commande ou au plan qui s'y trouve annexé.

II. — Tous les boutons de manivelles doivent être confectionnés en acier et le métal aura la composition suivante :

Carbone	0.45 p. c.
Manganèse, pas plus de	0.60 —
Silicium, —	0.05 —
Phosphore, —	0.03 —
Soufre, —	0.04 —

En outre, le métal devra présenter une résistance à la traction de 85,000 livres par pouce carré (59.76 kilogrammes par millimètre carré) et un allongement de 18 p. c. pris sur une longueur de 8 pouces (203 millimètres).

III. — Un lot de boutons de manivelles étant parvenu à l'atelier, une pièce sera choisie au hasard pour l'essai. Des copeaux destinés à l'analyse seront pris de la manière suivante : à une des extrémités de la pièce d'essai, on tracera une ligne passant par le centre de la circonférence, et sur cette ligne, à une distance du centre égale à 4 p. c du rayon, on frappera un coup de pointeau. Des copeaux seront alors enlevés, en perçant en ce point, au moyen d'un foret de 5/8 pouce (15.9 millimètres) de diamètre, un trou parallèle à l'axe du bouton. On procédera ensuite à la détermination de la teneur en phosphore. En outre, deux éprouvettes destinées à subir les essais physiques seront découpées de ce bouton selon les indications du plan fourni. Ces éprouvettes seront découpées dans une partie quelconque du bouton, mais en un endroit choisi, de telle sorte que le centre de l'éprouvette ne se trouve pas à moins d'un pouce (25 millimètres) du centre du bouton.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IV. — Une fourniture de boutons de manivelles sera considérée comme n'ayant pas satisfait aux essais et sera renvoyée au fabricant qui aura à supporter les frais de transport au retour :

1° Si la résistance à la traction de l'une ou l'autre des éprouvettes dont il est question plus haut, est inférieure à 80,000 livres (56.25 kilogrammes par millimètre carré) ;

2° Si cette résistance est supérieure à 95,000 livres (66.79 kilogrammes par millimètre carré) ;

3° Si l'allongement pris sur sur une longueur de 8 pouces (203 millimètres) est inférieur à 12 p. c. ;

4° Si la résistance à la traction des deux éprouvettes diffère de plus de 500 livres (3.52 kilogrammes par millimètre carré) et leur allongement de plus de 3 p. c. ;

5° Si la teneur en phosphore est supérieure à 0 05 p. c.

F.-D. CASANAVE,
General Superintendent, Motive Power.

Altoona, 8 novembre 1897.

Compagnie du chemin de fer de Chicago, Burlington et Quincy.

N° 14. — Conditions relatives aux essieux en acier pour roues motrices et bogies de locomotives.

1. — Tous les essieux seront conformes aux plans qui accompagnent ces conditions. Ils doivent être ébauchés au tour complètement au moyen d'un outil à bec plat.

2. — Chaque essieu doit porter vers le milieu, lisiblement poinçonné au moyen de lettres de 3/8 pouce (9.5 millimètres), le mot « acier », le nom du fabricant, la date de fabrication (mois et année) et le numéro de coulée.

3. — Après avoir été forgés, tous les essieux doivent être recuits.

4. — Tous les essieux doivent être coupés à la longueur exacte et avoir leurs extrémités polies. Les points de centre doivent avoir 1 pouce (25 millimètres) de profondeur.

5. — Un essieu de chaque coulée présentée en réception doit avoir une longueur supérieure de 3 pouces (76 millimètres) à celle indiquée au plan, cet excédent de longueur devant servir aux essais. Une éprouvette découpée dans le sens transversal doit présenter une résistance à la traction d'au moins 75,000 livres par pouce carré (52.73 kilogrammes par millimètre carré), et un allongement, pris sur une longueur de 4 pouces (102 millimètres), qui ne peut être inférieur à 15 p. c. ou 20 p. c. pour les essieux des bogies de locomotives.

6. — Le métal ne peut contenir plus de 0.05 p. c. de phosphore.

7. — Un dessin de l'extrémité ou de la section d'un essieu doit montrer un acier homogène absolument exempt de défauts quelconques.

8. — Tous les essieux qui ne répondront pas aux conditions ci-dessus, ou dont la surface montrera des défauts seront rebutés.

OFFICE SUPERINTENDENT, MOTIVE POWER.

Chicago, 1er juillet 1899.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Annexe IX.

—

Compagnie du chemin de fer de Chicago, Burlington et Quincy.

N° 29. — Conditions relatives aux bandages bruts pour locomotives.

Une quantité de métal suffisante sera enlevée du lingot de façon à faire disparaître les soufflures et le métal spongieux. Les bandages seront laminés de façon que la partie inférieure du lingot forme le bourrelet. Une pièce d'essai sera fournie par coulée. Elle aura des dimensions telles qu'elle puisse être transformée, par martelage, en une barre de 8 pouces (203 millimètres) de longueur et de 1 $^1/_4$ pouce (32 millimètres) de diamètre, après avoir subi approximativement la même somme de travail que le bandage. Chaque bandage sera poinçonné du numéro du lingot. La pièce d'essai représentera tous les bandages de la coulée. Les résultats de l'analyse de la pièce d'essai devront concorder avec ceux de l'analyse des copeaux des bandages correspondants.

Ils ne pourront dépasser les limites suivantes :

Phosphore, pas plus de		0.05 p. c.
Manganèse,	—	0.70 —
Soufre,	—	0.04 —
Silicium,	—	0.25 —
Carbone (qualité n° 1, bandages de locomotives à marchandises et à voyageurs)	de 0.55 à	0.65 —
Carbone (qualité n° 2, bandages de locomotives de manœuvres)	de 0.65 à	0.75 —

La circonférence extérieure de tous les bandages, prise à 2 $^1/_2$ pouces (63.7 millimètres) de la face du bourrelet, sera mesurée au moyen de calibres, à Aurora.

Les bandages seront classés en séries. La tolérance admise pour la différence dans la circonférence des bandages d'une série est de $^1/_8$ pouce (3.2 millimètres); ils seront circulaires avec une tolérance de $^1/_{16}$ pouce (1.6 millimètre).

Le bourrelet et la surface de roulement seront conformes aux types des *Master Mechanic's*. Tous les bandages à bourrelets auront une largeur de 5 $^1/_2$ pouces (139.7 millimètres), et les bandages sans bourrelet, une largeur de 6 $^1/_2$ pouces (164.7 millimètres). Une tolérance en plus de $^3/_{32}$ pouce (2.4 millimètres) sur ces largeurs est admise. Les bandages doivent être fournis à un diamètre intérieur de $^5/_{16}$ pouce (7.9 millimètres) inférieur à celui qu'ils auront après parachèvement. Tout excédent de métal en dehors de ces limites sera déduit du poids du bandage.

Les bandages qui ne répondront pas aux conditions de dimensions, de qualité de matière ou de fabrication, ou dont la surface montrera des défauts de nature à diminuer la résistance du bandage, soit lors de la visite, soit lors de la mise en œuvre, ne seront pas acceptés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Limites des diamètres des bandages bruts.

DIAMÈTRE DU CENTRE DE ROUE.	ÉPAISSEUR DU BANDAGE.	DIAMÈTRE INTÉRIEUR.	DIAMÈTRE EXTÉRIEUR	
			Limite minimum.	Limite maximum.
Pouces. (Mètre.)	Pouces. (Millimètres.)	Pouces. (Mètre.)	Pouces. (Mètre.)	Pouces. (Mètre.)
63 (1.600)	3 (76)	62 11/16 (1.592)	68 3/4 (1.746)	69 1/2 (1.766)
63 (1.600)	3 1/2 (89)	62 11/16 (1.592)	69 3/4 (1.772)	70 1/2 (1.791)
57 (1.448)	4 (102)	56 11/16 (1.439)	64 3/4 (1.645)	65 1/2 (1.664)
53 (1 346)	4 (102)	52 11/16 (1.338)	60 3/4 (1.543)	61 1/2 (1.562)

Bandages types (bruts) des « Master Mechanic's »

DIAMÈTRE DU CENTRE DE ROUE.	ÉPAISSEUR DU BANDAGE.	DIAMÈTRE INTÉRIEUR.	DIAMÈTRE EXTERIEUR	
			Limite minimum	Limite maximum
Pouces. (Mètre.)	Pouces. (Millimètres.)	Pouces. (Mètre.)	Pouces. (Mètre.)	Pouces. (Mètre.)
66 (1.676)	3 (76)	65 11/16 (1 669)	71 3/4 (1.822)	72 1/2 (1.842)
62 (1.575)	3 (76)	61 11/16 (1.567)	67 3/4 (1.721)	68 1/2 (1.740)
62 (1.575)	3 1/2 (89)	61 11/16 (1.567)	68 3/4 (1.746)	69 1/2 (1.766)
56 (1 422)	4 (102)	55 11/16 (1.415)	63 3/4 (1.709)	64 1/2 (1 639)
50 (1.270)	4 (102)	49 11/16 (1 263)	57 3/4 (1.467)	58 1/2 (1.486)
44 (1.118)	4 (102)	43 11/16 (1.110)	51 3/4 (1 314)	52 1/2 (1.334)

OFFICE SUPERINTENDENT, MOTIVE POWER.

Aurora, 1er mai 1893.

Annexe X.

American Railway Master Mechanic's Association.

SECRÉTARIAT.

Rapport de la commission sur l'emploi de l'acier au nickel dans la construction des locomotives.

A MM les président et membres de l' « American Railway Master Mechanic's Association ».

Il est utile de dire que ce rapport n'a été entrepris qu'à la fin d'avril et qu'on s'est seulement proposé de préparer les bases du travail d'une future commission de « l'acier au nickel ». Ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

métal est entré d'abord dans la pratique à l'époque des essais de tôles de blindage effectués par le gouvernement à Annapolis, en 1890. Il a été également employé par le gouvernement pour les tôles et entretoises de ponts; mais ce fut seulement vers 1896 qu'on l'utilisa dans la construction des locomotives aux États-Unis. On l'employa d'abord pour les tiges de piston, les boutons de manivelles, les essieux, et, plus tard, pour les tôles de foyers, les bielles et les entretoises.

Jusqu'à présent, cependant, l'acier au nickel n'a été utilisé qu'à titre d'essai dans la construction des locomotives, si l'on en juge par les réponses qui ont été faites à la circulaire envoyée par les membres de la commission. Des auteurs des trente réponses, vingt-cinq confessent n'avoir aucune expérience de ce métal, et il résulte des réponses des autres que leurs essais ont été trop limités pour qu'ils soient à même de donner des renseignements quelconques à ce sujet. Ce qui suit comprend quelques renseignements généraux qui ont été recueillis auprès des hommes du pays et de l'étranger dont le nom fait autorité dans la matière.

Nous n'essayerons pas de donner une histoire générale de l'emploi et du développement de l'acier au nickel; nous nous bornerons à faire ressortir les traits caratéristiques de cet alliage, qui peuvent présenter un intérêt pratique pour les membres de cette association. L'acier au nickel n'est pas un alliage difficile à fabriquer, car il n'exige ni fours ni outillage spéciaux, ni conditions thermiques particulières. Le prix du nickel a été, jusqu'en 1875, de 6 à 7 dollars la livre (66 fr. 14 c. à 77 fr. 16 c. le kilogramme), prix trop élevé rendant son emploi impossible pour l'usage dont nous nous occupons; mais la mise en exploitation, au Canada, de mines de nickel des plus étendues a réduit le prix à 30 ou 40 cents la livre (3 fr. 31 c. ou 4 fr. 41 c le kilogramme). Quoique le nickel ait été allié à l'acier en toutes proportions, ce que l'on appelle actuellement l'acier au nickel commercial contient de 2 à 5 p. c. de nickel. Un tel métal possède une grande uniformité, le nickel étant uniformément distribué dans toute la masse du lingot et n'étant pas sujet à se séparer de l'acier comme d'autres éléments de ce métal; toutefois, des expériences plus récentes semblent indiquer que la présence de plus de 2 ½ p. c. de nickel tend à former dans le cœur du lingot de longs cristaux en forme d'aiguilles que le forgeage, la trempe et le recuit ne font pas disparaître.

L'addition du nickel à l'acier augmente sa ductilité, sa durée et sa résistance à la corrosion. L'acier au nickel commercial peut avoir le même allongement que l'acier ordinaire avec une résistance à la traction de 30 p. c. plus considérable et une limite d'élasticité de 75 p. c. plus élevée (Wiggin, *Journal de l'Institut du fer et de l'acier*). La plus grande résistance et particulièrement la limite élastique plus élevée de l'acier au nickel rendent son emploi dans la construction du matériel beaucoup plus avantageux que celui de l'acier ordinaire, spécialement quand on désire obtenir une économie de poids et là où les pièces sont soumises à des efforts alternatifs

Par suite de l'augmentation de la pression de vapeur, il est nécessaire d'employer des tôles de chaudières de 2 pouces (51 millimètres) et plus, ce qui amène de sérieuses difficultés de manutention et de construction, auxquelles il est possible d'obvier par l'emploi de tôles d'acier au nickel de 25 à 30 p. c. plus minces. La plus grande partie de l'acier au nickel fabriqué dans ce pays contient environ 3 p. c. de nickel, et il a été établi que ce métal se travaille sans difficulté; il peut être facilement laminé, forgé, estampé, embouti, poinçonné, soudé et travaillé aux machines-outils. Cependant, il n'est pas douteux que l'acier au nickel ne se travaille pas aux machines-outils aussi facilement que l'acier à basse teneur en carbone. Il émousse les outils très rapidement et la pièce est exposée à se rayer à la dernière passe. Le meilleur outillage est indispensable pour bien fileter les entretoises. Une autorité en la matière dit qu'un alliage contenant 1 p. c. de nickel se soude facilement, mais qu'avec une plus grande teneur en nickel, la difficulté de cette opération augmente. Avec une teneur en nickel de 5 p. c., toutes les opérations dont il vient d'être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

question deviennent beaucoup plus difficiles. Un Français, très compétent, dit qu'il faut dix fois plus de temps pour se corroder à l'acier au nickel qu'à l'acier doux ordinaire contenant 0.18 p. c. de carbone, lorsque ces métaux sont trempés dans une solution diluée d'acide muriatique. D'autres expériences faites en laissant des tôles rabotées exposées pendant un an à l'action de l'eau de mer ont montré que l'acier au nickel a perdu par corrosion 1.36 p. c. de son poids, l'acier doux 1.72 p. c. et le fer forgé 1.89 p. c. L'acier au nickel a été préconisé pour la construction des soutes à eau de tenders, en raison de ses qualités de résistance à la corrosion.

Les conditions du gouvernement pour les arbres moteurs en acier au nickel exigent une résistance à la traction de 85.000 livres (59.76 kilogrammes par millimètre carré) et une limite élastique de 50.000 livres (35.15 kilogrammes par millimètre carré).

Actuellement, la marine semble vouloir donner beaucoup d'extension à l'emploi de l'acier au nickel et soumet son emploi aux conditions générales suivantes :

Pièces de forge des machines, qualité supérieure.

Elles doivent avoir une résistance à la traction minimum de 95.000 livres (66.79 kilogrammes par millimètre carré), une limite élastique minimum de 65.000 livres (45.70 kilogrammes par millimètre carré), un allongement minimum de 21 p. c sur 2 pouces (51 millimètres). Elles doivent être trempées à l'huile et recuites. Elles comprennent les principaux arbres, les axes de crossettes, les bielles, les tiges de piston, les tiges de tiroirs, les coulisses, les barres d'excentrique, les tirants, etc., ainsi que leurs boulons, écrous, clavettes, etc.

Classe A, nº 1. Pièces de forge des machines.

Elles doivent avoir une résistance à la traction minimum de 80.000 livres (56.25 kilogrammes par millimètre carré), une limite élastique minimum de 50.000 livres (35.15 kilogrammes par millimètre carré), un allongement minimum de 25 p. c. sur 2 pouces (51 millimètres). Elles doivent être trempées à l'huile et recuites ou non au choix du fabricant. Elles comprennent les colonnes et les autres parties fixes des machines principales.

Classe A, nº 2. Pièces de forge des machines.

Elles doivent avoir une résistance à la traction minimum de 80,000 livres (56.25 kilogrammes par millimètre carré), une limite élastique minimum de 45,000 livres (31.64 kilogrammes par millimètre carré), un allongement minimum de 26 p. c. sur 2 pouces (51 millimètres). Elles doivent être simplement recuites. Elles comprennent les boulons ou goujons employés pour l'assemblage de la chapelle au cylindre, et des différentes parties des conduites d'eau et de vapeur.

Une résistance à la rupture de 90,000 livres (63.28 kilogrammes par millimètre carré) peut être obtenue par l'addition de 3 p. c. de nickel à un acier ayant une très basse teneur en carbone, savoir 0.175 p. c. Pour atteindre cette résistance l'acier ordinaire devrait contenir au moins 0.50 p. c. de carbone, ce qui rendrait le métal si cassant qu'il ne pourrait inspirer de confiance. On a prétendu qu'avec une fabrication convenable, on peut obtenir de l'acier à 3 p. c. de nickel ayant une résistance à la rupture de 135,000 livres (94.92 kilogrammes par millimètre carré) (J.-B. Nau, *Annales des mines*). En général, pour l'acier au nickel, on peut compter sur une limite élastique supérieure à 50 p. c. de la résistance à la rupture.

H. H. Campbell, dans le *Journal de l'Institut du fer et de l'acier*, donne quelques résultats d'essais d'acier au nickel, comparés à ceux d'autres aciers. Les analyses sont données dans le tableau I et les essais dans le tableau II. Quatre tonnes d'acier au nickel ont été fabriquées, fondues en deux lingots et laminées suivant les différentes formes indiquées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau I.

	Carbone.	Manganèse.	Soufre.	Phosphore.	Nickel.
Acier au nickel	0,24	0,78	0,027	0,027	3,25
Acier forgé dur	0,30 à 0,35	0,60 à 1,00	0,03 à 0,05	0,03 à 0,05	....
Acier forgé	0,25 à 0,30	0,60 à 0,80	0,03 à 0,07	0,03 à 0,06	....

Tableau II.

FORME.	ESPÈCE.	Résistance à la rupture en livres par pouce carré (kilogr. par mill. carré).	Limite élastique en livres par pouce carré (kilogr. par mill. carré).	Rapport élastique. (Pour cent.)	Allongement pris sur 8 pouces (203 millim). (Pour cent.)	Allongement pris sur 2 pouces (51 millim). (Pour cent.)	Réduction de section.
Ronde *a*	Nickel	86,015 (60.48)	63,575 (44.70)	73.9	20.19	34.00	46.3
Ronde *b*	Forgé dur	87,663 (61.64)	58,055 (40.82)	66.2	16.70	24.44	30.3
Ronde *c*	Forgé	78,066 (54.89)	51,793 (36.42)	66.3	23.94	24.44	52.0
Equerre *a*		86,960 (61.14)	58,553 (41.17)	67.3	21.75	39.66	50.5
Equerre *b*		87,820 (61.75)	54,153 (38.07)	61.7	19.25	34.83	43.3
Equerre *c*		76,970 (54.12)	49,544 (34.83)	64.4	19.25	34.83	49.6
Tôles universelles, sens longitudinal *a*		85,773 (60.31)	58,410 (41.07)	68.1	21.08	39.25	52.0
Tôles universelles, sens longitudinal *b*		82,773 (58.20)	50,163 (35.27)	60.6	20.50	37.67	47.0
Tôles universelles, sens longitudinal *c*		78,996 (55.54)	46,654 (32.80)	59.1	26.78	37.67	52·1
Tôles universelles, sens transversal *a*		86,417 (60.76)	58,203 (40.92)	67.4	16.50	28.92	36.1
Tôles universelles, sens transversal *b*		85,173 (59.89)	50,000 (35.15)	58.7	18.83	23.17	27.4
Tôles universelles, sens transversal *c*		85,173 (59.89)	50,000 (35.15)	58.7	18.83	23.17	27.4
Tôles cisaillées, sens longitudinal *a*		85,337 (60.00)	58,169 (40.90)	68.1	19.00	35.50	48.3
Tôles cisaillées, sens longitudinal *b*		85,012 (59.77)	50,000 (35.15)	58.8	22.10	39.40	48.4
Tôles cisaillées, sens longitudinal *c*		78,918 (55.49)	49,128 (34.54)	62.3	22.03	39.40	50.8
Tôles cisaillées, sens transversal *a*		84,377 (59.33)	57,260 (40.26)	67.9	17.13	32.50	43.4
Tôles cisaillées, sens transversal *b*		84,327 (59.29)	50,000 (35.15)	59.3	21.71	37.00	41.3
Tôles cisaillées, sens transversal *c*		84,327 (59.29)	50,000 (35.15)	59.3	21.71	37.00	41.3

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les résultats d'essais comparatifs d'entretoises en acier au nickel et d'entretoises en fer, effectués récemment sont donnés ci-dessous.

DIAMÈTRE.	RÉSISTANCE A LA TRACTION.	ALLONGEMENT.	RÉDUCTION DE SECTION.
	(Livres par pouce carré) (kilog. par millim. carré).	*Fer.*	
0,894	52,250 (36.74)	8 pouces (203 millimètres). . . 20.5 p. c. 4 — (102 —). . . 30.0 — 2 — (51 —). . . 40.0 —	47.1 p. c.
0,865	60,560 (42.58)	8 pouces (203 millimètres). . . 27.0 p. c. 4 — (102 —). . . 38.0 — 2 — (51 —). . . 52.0 —	69.2 p. c.

Un fabricant américain très compétent donne les conditions suivantes comme étant les plus convenables pour les pièces de locomotives en acier au nickel.

Conditions.

ACIER contenant 3 p. c. de nickel.	Résistance à la traction minimum (Livres par pouce carré) (kilogr. par millim. carré).	Résistance à la traction maximum (Livres par pouce carré) (kilog. par millim. carré).	Allongement minimum.	Limite élastique.	
Boutons de manivelles.	78,000 (54.84)	84,000 (59.06)	25 p. c. sur 2 pouces (51 millim.)	1/2 de la charge de rupture	Trempé à l'huile.
Tiges de piston . . .	78,000 (54.84)	84,000 (59.06)	25 p. c. sur 2 pouces (51 millim.)	— — —	
Essieux moteurs. .	74,000 (52.03)	80,000 (56.25)	30 p. c. sur 2 pouces (51 millim.)	— — —	
Bielles	60,000 (42.19)	68,000 (47.81)	25 p. c. sur 2 pouces (51 millim.)	— — —	
Tôles de foyer	60,000 (42.19)	68,000 (47.81)	20 p. c. sur 8 pouces (203 millim.)	— — —	
Entretoises	58,000 (40.78)	66,000 (46.40)	20 p. c. sur 8 pouces (203 millim.)	— — —	

Composition chimique. — Maximums : P, 0.03; S, 0.03; Mn, 0.40; C, 0.25; Si, 0.03.

Quelques expériences comparatives ont été faites en Belgique en 1894, sur un acier ferro-nickel contenant 0.06 de carbone et 7.5 de nickel, et sur un acier à haute teneur en carbone 0.55 p. c. Les déductions suivantes ont été faites. A l'état naturel, l'acier au carbone s'est montré bien supérieur au ferro-nickel au point de vue de la limite élastique et de la résistance à la rupture, mais inférieur au point de vue de l'allongement et de la réduction de section. Après avoir été trempé à 900° Fahr. (482°2 C.) dans l'eau ou dans l'huile, le ferro-nickel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'est montré supérieur en tous points, montrant une cassure soyeuse, tandis que la cassure de l'acier au carbone trempé était sèche et granuleuse. Lorsque les aciers, après trempe, eurent été recuits à 500°, Fahr. (260° C.) la différence ne fut plus aussi marquée, l'acier au carbone présentait une plus grande résistance mais il était inférieur sous les autres rapports. Ces essais ont montré pour le ferro-nickel une résistance de 76,788 livres par pouce carré (53.99 kilogrammes par millimètre carré), à l'état naturel (rapport élastique, 75 p. c.); 177,750 livres (124.98 kilogrammes par millimètre carré) après trempe à l'eau (rapport élastique, 85 p. c.) et 141,631 livres (99.58 kilogrammes par millimètre carré) après trempe à l'huile (rapport élastique, 97 p. c.). L'acier au carbone a donné respectivement 122,292 livres (85,98 kilogrammes par millimètre carré) (60 p. c.), 104,943 livres (73.79 kilogrammes par millimètre carré) (72 p. c.) et 132,815 livres (93.38 kilogrammes par millimètre carré) (76 p. c.).

Les résultats des essais tout à fait complets d'acier au nickel effectués aux aciéries de Saint-Jacques, en France, présentent un intérêt pratique suffisant pour être reproduits entièrement ici. Ils permettent la classification du métal en trois différents groupes.

« 1. — *Aciers contenant 2 à 5 p. c. de nickel.* — Leur résistance augmente avec le pour-« centage de nickel; quand la teneur en carbone atteint ou dépasse 0.50 p. c., la présence du « nickel a peu d'influence. L'acier de cette qualité se forge et se lamine bien. Lorsqu'il est « trempé, le rapport de la limite élastique à la résistance à la rupture s'accroît considérablement.

« 2. *Aciers contenant 10 à 20 p. c. de nickel.* — La résistance augmente également avec la » quantité de nickel. Pour une addition de 0.10 p. c. de carbone, la résistance à la rupture « s'élève de 42,660 à 92,430 livres (29.99 à 64.99 kilogrammes par millimètre carré). Un tel « acier contenant 20 p. c. de nickel présente une résistance de 156,420 livres (109.98 kilo-« grammes par millimètre carré). Si en même temps, la teneur en carbone augmente jusqu'à « une certaine limite, une résistance de plus de 284,000 livres (199.68 kilogrammes par « millimètre carré) peut être obtenue. La limite supérieure de la teneur en carbone, à partir de « laquelle la résistance de l'acier à 10 p. c. de nickel commence à décroître, est 0.50 p. c.

« Les aciers du second groupe ne prennent pas bien la trempe et ne se trempe pas du tout « lorsque la teneur en carbone est supérieure à 0.10 p. c. Les aciers à 20 p. c. de nickel ne « prennent jamais la trempe. Ces aciers sont très cassants, ils se laminent et se forgent bien, « mais quand ils contiennent plus de 0.10 de carbone, ils ne peuvent plus être travaillés à la « machine-outil.

« 3. *Aciers contenant 20 à 25 p. c. de nickel.* — Leur limite élastique ainsi que leur résistance « à la rupture est peu élevée. Ils ont un grand allongement et sont très peu cassants. Quand ils « sont forgés à basse température, sans recuit, leur limite élastique augmente notablement; elle « atteint 78,000 livres (54.84 kilogrammes par millimètre carré) avec une résistance à la « rupture de 113,700 livres (79.94 kilogrammes par millimètre carré et un allongement « de 25 p. c.

« Avec une teneur en carbone inférieure à 1 p. c., l'acier peut facilement être forgé et laminé. « L'acier dont la teneur en carbone atteint 1 p. c. peut être forgé par un léger martelage entre « 500° et 1,000°. Le travail à la machine est difficile, mais non impossible.

« Il résulte de ces essais que seuls les aciers du premier et du troisième groupe peuvent être « employés dans un but pratique, les aciers du deuxième groupe étant trop cassants et trop « difficiles à travailler.

A. Abraham, *Iron Age.* »

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En ce qui concerne l'emploi de l'acier au nickel pour la fabrication des bandages, M. R. Beardmore s'exprime comme suit dans le *Journal de l'Institut du fer et de l'acier :*

« L'essai que l'on fait subir habituellement aux bandages consiste à les comprimer d'un « sixième de leur diamètre sans qu'il puisse se produire de criques ; mais avec l'acier au nickel « on peut ramener ce diamètre de 39 1/2 à 19 pouces (1.004 à 0.483 mètre), sans signe de « rupture. Une crique qui apparaît dans le métal ne s'étend pas comme dans l'acier au carbone, « ce qui rend son application avantageuse pour les arbres et les essieux. »

Une expérience faite par un membre de la commission, au moyen de deux tiges de piston en acier au nickel du commerce, tend à confirmer cette dernière assertion. Après deux ans de service, il apparut des criques d'une profondeur maximum de 3/16 pouce (4.8 millimètres), s'étendant sur un tiers environ de la circonférence des tiges. Après avoir été enlevées, les tiges ne purent être brisées au moyen du plus lourd marteau à deux mains, et finalement on fut obligé d'en rompre une à la presse hydraulique ; dans l'autre, on perça un trou à la machine à forer. La cassure montrait un acier doux et la surface frottante ne présentait pas un aspect glacé bien qu'aucune usure anormale du bourrage métallique n'eût été observée.

Une compagnie qui emploie les boutons de manivelles en acier au nickel, dit avoir constaté une différence dans la dureté de diverses pièces d'un même lot ; cette différence était mise en évidence par la manière dont le métal se comportait au travail de l'outil ; en outre, la réduction de diamètre des boutons les plus doux, sous la pression des cylindres à polir, était particulièrement appréciable.

D'autres rapports s'occupent de l'essai des boulons en acier au nickel en remplacement de boulons en fer (là où ces derniers étaient trop faibles et ne pouvaient être renforcés) ; mais cet essai n'a rien donné d'avantageux.

Quelques membres mentionnent l'emploi récent qu'ils ont fait de boutons de manivelles, de tiges de piston et de foyers en acier au nickel. Parmi les détails peu nombreux qui ont été donnés à cet égard, il en est un qui se rapporte à l'apparence rugueuse des tôles de foyer en acier au nickel ; d'après un autre, qui se base sur l'essai d'un petit nombre de tiges de piston en acier au nickel, ces pièces seraient plus sujettes à se briser que celles en acier ordinaire (aucun renseignement particulier n'a été donné à ce sujet).

Aucune tentative n'a été faite relativement à l'emploi de l'acier au nickel pour la confection des pièces coulées ; mais il peut y avoir beaucoup à faire dans cette voie.

Juin, 1899.

La Commission :

TRACY LYON ;
P. LEEDS ;
A. E. MITCHELL.

Bibliographie.

"Alloys of Nickel and Steel," Jas. Riley. — *Journal Iron and Steel Institute*, Vol. I, 1889.

"Magnetic Properties of Alloys of Nickel and Iron." — *Proceedings Royal Society*, Vols. 47, 48, 50, 1890.

"Nikkel-forekomster og Nikkel-produktion." Kristiana, 1892. — *Journal Iron and Steel Institute*, Vol. II, 1892 ; Vol. I, 1893.

"Production in the United States of Heavy Steel Engine, Gun and Armor Plate Forgings." — *Transactions Naval Architects and Marine Engineers*, Vol. I, 1893.

"Nickel Steel." — *Industries and Iron*, November 2 and 23, 1894.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

"British Armor and Ordnance." — *The Engineer*, March 23, 1894.

"The Armor Plate Question." — *Engineering Magazine*, December, 1894.

"The Present Status of Face-Hardened Armor." — *The Iron Age*, December 6, 1894.

"Notes on the Metallurgy of Nickel in the United States." — *Transactions American Institute Mining Engineers*, Vol. XI.

"The Development of American Armor Plate." — *Transactions Franklin Institute*, Vol. CXXXIII.

Stahl und Eisen. — Nos. 4, 8, 10, 19, 1893; Nos. 11, 12, 1894; No. 1, 1895.

"Nickel and Nickel Steel," F. L. Sperry. — *Transactions American Institute Mining Engineers*, March, 1895.

"Nickel Steel and its Advantages over Ordinary Steel," H. A. Wiggin. — *Iron and Steel Institute*, Vol. II, 1895.

"High-Grade Steel," J. C. Danziger. — *Detroit Engineering Society*, June, 1896.

"Nickel Steel as an Improved Material for Boiler Shell Plates, Forgings and other Purposes, W. Beardmore. — *Institute Naval Architects* (Br.), April, 1897.

Journal Iron and Steel Institute, Vol. II, 1897, W. Beardmore; C. E. Guillaume.

"Steel for Forgings," A. L. Colby. — *Engineers' Club*, Philadelphia.

"Nickel Steel for Crank Pins and Axles," H. K. Porter. — *Western Railway Club*, February, 1898.

"Tests of Nickel Steel Stay Bolts." — *Railway Gazette*, February 1898.

"Improvement in the Manufacture of High-Grade Boiler Materials." — *Railway and Engineering Review*, April 22, 1899.

"Special Nickel, Chromium and Silicon Steels" (*Annales des Mines*), A. Abraham. — *Iron Age*, February 2, 1899.

"Nickel Steel," H. K. Landis, A. I. Mg. E. — *Engineering Magazine.*

Annexe XI.

—

Les avantages de l'acier coulé pour les centres de roues motrices, les boîtes d'essieux moteurs et d'autres pièces, dans la construction des locomotives,

Par J. E. SAGUE,

INGÉNIEUR MÉCANICIEN AUX ATELIERS DE LOCOMOTIVES DE SCHENECTADY.

Un des faits les plus intéressants observés dans le récent développement de la construction des locomotives a été l'augmentation de l'emploi de l'acier coulé. Avant d'entrer dans les détails sur les avantages obtenus, il est utile de citer les raisons générales qui ont conduit à une large substitution de l'acier coulé à la fonte et au fer forgé. Ces raisons sont : d'abord, le désir d'avoir une chaudière aussi grande que possible et comme conséquence la nécessité de rendre les autres parties aussi légères que le permettent la résistance et la durée; en second lieu, la nécessité d'avoir une matière plus résistante que la fonte pour faire face aux efforts toujours croissants résultant de l'emploi des grands cylindres et de la haute pression de vapeur dans les locomotives récentes; troisièmement, le désir de rendre plus légères les pièces du mouvement et de réduire ainsi les effets que les efforts alternatifs exercent sur la voie; enfin, la possibilité de substituer économiquement des pièces en acier coulé aux pièces de forge d'une confection coûteuse et difficile, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suite de la diminution du prix de l'acier coulé et de l'amélioration de sa qualité. Dans cet ordre d'idées, nous reproduisons le passage ci-après d'une lettre de l'*Americain Steel Casting Company* :

« Le principal avantage retiré de la substitution des pièces en acier coulé aux pièces en fonte « résulte de la grande économie dans le poids ; au point de vue de leur substitution aux pièces de « forge, il y a économie dans le travail aux machines, ces pièces pouvant être coulées à peu près « aux dimensions définitives. En d'autres termes, la substitution de l'acier coulé pour les « balanciers de suspensions, plates-formes, sous-gardes, boîtes motrices, pistons, coulisses assure « la légèreté des pièces en même temps que leur durée. »

La nécessité d'obtenir le maximum de puissance avec le minimum de poids est la partie de l'étude des locomotives qui, peut-être, donne lieu à la plus grande difficulté et exige le plus sérieux examen de chacune des conditions dans lesquelles l'auteur du projet doit se renfermer, et à ce point de vue, l'étude d'un projet de locomotives diffère radicalement de celle d'une machine fixe.

Il est vrai que pour obtenir l'adhérence, il doit y avoir, dans tous les cas, un poids suffisant sur les essieux moteurs; mais le poids maximum par roue ne doit pas excéder un chiffre assurant toute sécurité à la voie que la locomotive doit parcourir ; en outre, le poids total est fréquemment limité par la charge maximum en vue de laquelle les ponts ont été établis.

D'un autre côté, les exigences du service des trains s'accroissent de plus en plus et l'on est obligé d'augmenter considérablement les dimensions des cylindres et des chaudières, pour atteindre les grandes vitesses et remorquer les lourdes charges.

Pour la plupart des services de voyageurs, tout au moins, la possibilité pour une locomotive d'atteindre certaines conditions de marche est limitée par la capacité de sa chaudière et ce que l'on exige des chaudières des locomotives récentes, provient plus de l'augmentation de la vitesse des trains que de l'accroissement des poids. Avec les charges maximums sur les rails que l'on admet, il est souvent très difficile d'employer des chaudières suffisamment grandes pour le travail exigé, et celui qui étudie la locomotive doit nécessairement diminuer le poids des pièces, là où la chose est possible, pour reporter ce poids sur la chaudière. C'est cette nécessité, plus que tout autre, qui a amené l'emploi croissant de l'acier coulé dans la construction des locomotives.

On s'est beaucoup préoccupé également d'obtenir un métal qui résiste mieux que la fonte aux efforts qui s'excercent dans les cylindres de grande dimension soumis à une haute pression de vapeur. L'augmentation de tension due à la haute pression de vapeur est clairement démontrée par ce fait qu'un cylindre de 19 × 24 pouces (483 × 610 millimètres) avec une pression de 180 livres (12.66 kilogrammes par centimètre carré) a plus de puissance qu'un cylindre de 21 × 24 pouces (533 × 610 millimètres) avec 145 livres (10.19 kilogrammes par centimètre carré); la pression de vapeur plus élevée correspond, dans ce cas, à une augmentation de puissance de 24 p. c. L'augmentation des dimensions des pièces devant correspondre à un tel accroissement de puissance est difficile à atteindre dans beaucoup de cas, et avec la fonte, malheureusement, un accroissement de section ne procure pas un accroissement équivalent de la résistance.

Nous croyons qu'il est inutile d'insister sur la nécessité de réduire autant que possible le poids des pièces du mouvement et d'employer largement l'acier coulé pour la confection des légères pièces du mouvement, ainsi que la chose se pratique dans les locomotives récentes.

La supériorité de l'acier coulé sur le fer forgé et la fonte, au point de vue de la résistance et de la ductilité, résulte des essais suivants relevés sur les registres du service des essais des ateliers de locomotives de Schenectady.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résultats moyens de 140 essais de centres de roues en acier coulé appliqués à des locomotives à voyageurs et à marchandises : résistance à la traction, 71,400 livres par pouce carré (50.20 kilogrammes par millimètre carré); allongement pris sur 8 pouces (203 millimètres), 19.2 p. c. et 21 p. c. pris sur 4 pouces (102 millimètres). Dans chaque cas, l'éprouvette était coulée avec la roue, chaque éprouvette représentant un centre. Le registre des essais montre également l'emplacement des centres de roues dans chaque machine. Comme point de comparaison, on peut dire, que la fonte de première qualité présente une résistance moyenne à la traction de 20,000 à 30,000 livres par pouce carré (14.06 à 21.09 kilogrammes par millimètre carré) avec un allongement pratiquement nul, et que le fer forgé a une résistance à la traction de 48,000 à 50,000 livres (33.75 à 35.15 kilogrammes par millimètre carré) avec un allongement de 20 p. c. et plus, pris sur 8 pouces (203 millimètres). Ces chiffres montrent que l'acier coulé employé dans la confection des pièces de locomotives possède une résistance à la traction trois fois plus grande que celle de la fonte et de 50 p. c. plus élevée que celle du fer forgé. Il a aussi le grand avantage d'avoir une grande ductilité à peu près égale à celle du fer forgé.

Pour obtenir tout le bénéfice de la grande résistance de l'acier coulé, il est cependant nécessaire de prendre beaucoup de soin dans la détermination des dimensions et dans la fabrication des pièces coulées. L'acier coulé a un retrait de 50 p. c. plus élevé que celui de la fonte, et si l'on ne prend tous les soins voulus, il se développe des tensions intérieures inégales qui ne peuvent être compensées par la grande résistance à la traction.

Il est de pratique courante, dans les ateliers auxquels l'auteur est attaché, de soumettre à l'examen des fabricants d'acier les dessins des pièces coulées d'une exécution difficile, telles que les centres de roues et d'en modifier les dispositions suivant les critiques qui sont présentées. On peut dire, en général, que les règles à suivre pour obtenir des pièces de fonte bien proportionnées, uniformité de la section, congés de grands rayons, etc., s'appliquent d'une façon plus rigoureuse encore à l'acier coulé.

L'emploi de l'acier coulé au lieu de la fonte augmente généralement le coût de premier établissement des locomotives, le prix du procédé et le plus grand pourcentage de perte faisant monter son prix à trois fois environ celui de la fonte, augmentation qui n'est que faiblement compensée par la diminution du poids de la plupart des pièces. Le coût du travail aux machines-outils est aussi beaucoup plus considérable que pour la fonte, car le retrait inégal donne lieu à un plus grand travail d'achèvement; en outre, la dureté ainsi que l'élasticité du métal exigent que les machines travaillent à faible vitesse, avec de légères passes, ce qui augmente le coût du travail et diminue la production de l'atelier. Dans quelques cas cependant, des pièces en acier coulé peuvent être substituées économiquement aux pièces de forge de fabrication difficile, mais en ce qui concerne les locomotives, il a été reconnu que cela n'est exact que pour un petit nombre de pièces de forge de faibles dimensions.

Dans ce pays, l'acier coulé est utilisé d'une façon plus ou moins étendue pour les pièces de locomotives suivantes : centres de roues motrices, boîtes d'essieux moteurs, crosses de piston, pistons, longerons, embases du dôme, coulisses et marchepieds.

La substitution de l'acier coulé à la fonte pour les centres de roues motrices des locomotives américaines est toute récente. Les premiers centres en acier appliqués par les ateliers de locomotives de Schenectady ont été mis en service le 1er mai 1895. Depuis lors, 500 centres de roues en acier ont été placés à des locomotives à voyageurs ou à marchandises, y compris celles actuellement en construction. La plus grande partie a été appliquée aux fortes locomotives à voyageurs, mais les machines à marchandises en assez grand nombre en ont reçu également. Pour les locomotives à voyageurs, le principal avantage réside dans la diminution de poids et dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'augmentation de résistance. Une photographie que je possède représente des centres en fonte et des centres en acier de 62 pouces (1.575 mètre) de diamètre destinés au même service ; pour l'acier, l'économie en poids est d'environ 610 livres (277 kilogrammes), soit une économie totale de 2,440 livres (1,107 kilogrammes) pour une locomotive à quatre roues couplées. Je possède également les plans de différents modèles de centres de roues motrices en acier appliqués à des machines à voyageurs et à marchandises. Les résistances à la traction et au choc des centres en acier, même de ceux d'un poids plus léger, sont sans contredit beaucoup plus considérables que celles de la fonte ; en fait, avec des pièces coulées saines dans lesquelles il n'existe pas de tensions intérieures, on ne voit pas bien comment un centre en acier peut se briser, si ce n'est lors d'un accident. De grands soins, cependant, doivent être pris pour éviter que le retrait ne fatigue le métal. De grands soins doivent également être pris pour la coulée du métal et pendant le refroidissement de la pièce. Les fabricants d'acier disent, par exemple, que les moules cuits sont si durs et si difficiles à enlever que si le sable n'est pas brisé presque immédiatement après la coulée, il se produit presque certainement des gerçures dues au retrait. Un avantage accidentel des roues en acier, qui est apprécié des mécaniciens, est la facilité de pouvoir graisser et visiter la machine entre les rayons et autour du moyeu.

Une difficulté inhérente à l'emploi des roues en acier coulé résulte de la nécessité de prendre certaines précautions en ce qui concerne l'usure du moyeu, car il est bien connu que l'usure de l'acier coulé sur la fonte ne s'opère pas dans des conditions satisfaisantes. On y a remédié en munissant le moyeu d'une garniture en fonte ou en bronze, ou bien la boîte à huile d'un revêtement en bronze ou métal blanc Babbitt. L'usure du métal blanc sur l'acier coulé s'opère dans de bonnes conditions. Trente locomotives construites récemment à Schenectady pour le chemin de fer de New York, New Haven & Hartford , avec des centres de roues et des boîtes d'essieux moteurs en acier, ont la face des boîtes revêtue de métal blanc, les moyeux des centres de roues étant simplement dressés de façon à avoir une surface aussi lisse que possible. D'après les rapports, l'usure se fait dans des conditions très satisfaisantes. Les garnitures en bronze des boîtes motrices donnent également de très bons résultats quand on emploie des centres de roues en acier. L'emploi de l'acier coulé pour les centres des roues motrices des locomotives à marchandises à six et huit roues couplées, permet une diminution de poids considérable ; mais l'avantage de l'augmentation de résistance est surtout de plus grande importance pour la roue motrice principale, à cause de l'effort considérable auquel la matière est soumise par suite du grand bras de levier suivant lequel agit la bielle motrice.

Lorsque les centres sont en fonte, ils doivent être de très fortes dimensions, et quand même toutes les précautions ont été prises au point de vue du profil et de la qualité de la matière, il arrive souvent, dans les très lourdes machines, que les centres se fissurent. Il est à supposer que ces difficultés disparaîtront entièrement par l'emploi de centres en acier bien construits et que la diminution de poids de la jante et du moyeu permettra d'augmenter le contrepoids de la roue motrice principale.

Pour les boîtes motrices, l'acier n'a eu qu'un emploi limité malgré sa grande résistance et les difficultés auxquelles ont donné lieu les bris des boîtes en fonte. A la connaissance de l'auteur, les lignes qui ont la plus grande expérience des boîtes en acier sont celles de Boston & Albany et de New York, New Haven & Hartford. Il est probable que l'une des principales objections à l'emploi plus étendu des boîtes en acier a été la crainte de mauvais résultats, en ce qui concerne l'usure de la boîte et du moyeu de la roue, ainsi que des guides et des coins. Cependant, une garniture en bronze ou en métal blanc de la face de la boîte semble résoudre d'une manière très satisfaisante la question de l'usure du moyeu. Lorsqu'on a appliqué les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grandes boîtes motrices en acier aux locomotives de New Haven, des précautions spéciales ont été prises au point de vue de l'usure contre les coins et les guides, et l'auteur a pu s'assurer que les résultats obtenus en service ont été des plus satisfaisants. En supposant que la question de l'usure puisse être résolue d'une façon satisfaisante, il est à prévoir que les boîtes en acier sont destinées à être employées d'une façon tout à fait générale. Comparées aux boîtes en fonte, elles ont une plus grande résistance et sont moins exposées à se briser, elles peuvent subir une réduction de poids considérable et si on le désire l'épaisseur des rebords peut être réduite, ce qui permet de donner une plus grande largeur aux coins et aux guides et d'avoir une plus grande surface frottante. En outre, les boîtes en acier coulé étant plus résistantes que celles en fonte, sont moins exposées à se briser lorsqu'on y chasse le coussinet. Comparées aux boîtes en bronze, les boîtes en acier se dilatent moins par la chaleur, et il est probable, par conséquent, qu'on peut donner plus de serrage au coin.

La lettre suivante que nous avons reçue de M. John Hensey Jr, *Superintendent of Motive Power* du chemin de fer de New York, New Haven & Hartford donne des renseignements très précieux au sujet de l'usure des boîtes en acier :

« En réponse à votre lettre du 5 courant, nous vous disons que nous avons employé les boîtes « motrices en acier, deux ou trois ans avant la mise en service des nouvelles locomotives con- « struites en dernier lieu dans nos ateliers. Nous avons employé des boîtes dont la face est garnie « de métal blanc, comme celles confectionnées dans les ateliers de locomotives de Schenectady, « et en vérité, nous avons trouvé qu'elles se comportent d'une façon très satisfaisante.

« Nous n'avons éprouvé aucun inconvénient résultant de l'emploi de coins en fonte en contact « avec la boîte en acier. Le serrage de ces coins est le même qu'autrefois avec les boîtes en fonte « et les résultats obtenus sont meilleurs.

« L'usure du métal blanc qui garnit la face de la boîte s'opère dans de bonnes conditions. Vous « pouvez à peine mesurer l'usure après une année, ce qui, pour ces machines, correspond « fréquemment à un parcours de 120,000 milles (193,118 kilomètres). »

L'acier fondu est plus largement employé pour les crossettes que pour aucune pièce de locomotive. Les crossettes doivent être faites aussi légères que possible, tout en conservant une grande résistance et une grande portée; l'emploi de l'acier fondu permet d'atteindre ce but plus efficacement qu'avec n'importe quel autre métal.

Les photographies et les dessins montrent le dernier modèle de crossette employé par les ateliers de locomotives de Schenectady pour les locomotives à cylindres de 20 × 24 pouces (508 × 610 millimètres) travaillant à une pression de vapeur de 190 livres (13.36 kilogrammes par centimètre carré). Les branches de la fourche et l'axe de l'articulation sont évidés, ce qui diminue le poids d'environ 50 livres (22.7 kilogrammes), par rapport à celui d'une crossette pleine, sans aucune diminution de la portée et de la résistance.

Le poids total de cette crossette, avec les cales en bronze, prête à être mise en service, est de 157 livres (71.2 kilogrammes).

Le type de crossette H du chemin de fer de Pensylvanie se fabrique également le mieux en acier coulé, et il est à supposer que l'on pourrait donner aux crossettes « Laird » en acier coulé une forme telle que l'objection relative au bris des tiges de piston soit pratiquement écartée, surtout si l'on renforce la partie de la tige fixée à la crossette.

Les longerons en acier ne sont encore employés qu'à titre d'essai, et il serait prématuré d'émettre une opinion concluante relativement aux avantages ou aux désavantages qu'ils peuvent présenter sur les longerons en fer forgé. L'avantage suivant paraît évident par lui même : toute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soudure étant évitée, les risques de bris dus à un travail mal exécuté sont diminués, et ce, dans une proportion d'autant plus grande que le métal employé est plus résistant et plus ductile. Depuis longtemps, cependant, les ateliers de locomotives de Schenectady font la soudure des longerons en trois chaudes, et il y a lieu de croire qu'avec cette manière de procéder, la résistance du longeron à la soudure est aussi grande qu'en tout autre point. L'emploi de l'acier au lieu du fer donnerait une plus grande latitude dans le choix de la forme à donner au longeron, car les longerons en fer doivent pouvoir se forger et se souder facilement et il semble probable que si les longerons en acier étaient employés sur une plus large échelle, des modifications importantes pourraient être apportées dans la forme de ces pièces. Il est possible, par exemple, qu'on pourrait leur donner des formes en T et en I, ce qui permettrait de réduire le poids sans sacrifier la résistance. Les parties les plus faibles des longerons en fer forgé, à part les soudures défectueuses possibles, sont les endroits où se trouvent les trous de boulons; par l'emploi de l'acier, on pourrait maintenir l'épaisseur du métal en ces points et la diminuer ailleurs, de façon à obtenir une résistance à peu près égale en tous les points. Une objection au sujet de l'emploi de l'acier coulé, qui viendra naturellement à l'esprit de chacun, est la difficulté de la réparation des pièces brisées. L'acier coulé sous une faible section peut être soudé dans de bonnes conditions, mais il est probable qu'avec des sections plus étendues, la difficulté d'obtenir une bonne soudure sera plus grande qu'avec le fer.

Le passage suivant, relatif à cet objet, est extrait d'une lettre de l'*American Steel Casting Company :*

« En ce qui concerne les longerons de locomotives, nous avons l'honneur de vous faire savoir « que nous sommes d'ardents défenseurs des longerons en acier, mais que notre expérience en « cette matière est assez limitée, et quoique nous ayons fourni une grande quantité de ces « pièces, nous ne possédons actuellement aucun chiffre indiquant les résultats que leur emploi a « donnés. »

A notre avis personnel, nous croyons pouvoir dire que la substitution des longerons en acier coulé aux longerons en fer forgé fera disparaître tous les inconvénients de ces derniers, tout en en conservant les avantages.

Le prix des longerons en acier coulé est encourageant, car nous sommes à même de les fournir, soit bruts, soit finis, à un prix moins élevé que celui auquel les longerons en fer forgé peuvent être fabriqués. Les ateliers de locomotives ont employé, avec beaucoup de succès, l'acier coulé pour la base du dôme. Dans ce cas, cependant, l'acier coulé est inférieur à la tôle d'acier emboutie à la presse hydraulique, qui convient mieux pour cet usage que n'importe quelle autre matière. L'emploi de l'acier pour la plate-forme, les supports de glissières, les supports de la chaudière, les pièces entretoisant le châssis et d'autres pièces de détail de locomotives, prend une extension croissante. Le principal objet de cette substitution est, comme il a été dit plus haut, d'obtenir une économie de poids permettant d'augmenter les dimensions de la chaudière. On obtient également un gain considérable dans la résistance, ce qui donnera lieu, sans nul doute, à une diminution des bris et conduira à l'emploi de l'acier pour d'autres pièces que celles qui viennent d'être indiquées.

En Angleterre, l'acier fondu est employé sur une beaucoup plus grande échelle que chez nous. L'ouvrage de M. Brook sur la construction des locomotives récentes fait mention de quarante pièces en acier coulé, parmi lesquelles les supports de glissières des locomotives à mouvement intérieur et les armatures du ciel du foyer. Même des essieux coudés en acier coulé ont été employés, mais dans des limites fort restreintes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qui retarde l'adoption plus générale de l'acier coulé, c'est son prix élevé, l'augmentation de la dépense de travail aux machines-outils et l'incertitude d'obtenir des pièces saines et une prompte livraison. Ceci amène souvent des retards non prévus par les contrats relatifs à la fourniture des locomotives et entraîne des retards désagréables et des pertes d'argent pour les constructeurs. Cependant, les désavantages que nous venons de signaler résultent d'une demande hâtive et imprévue de ce métal pour les nombreux nouveaux types de locomotives, et il n'est pas douteux qu'ils disparaîtront lorsque l'acier coulé sera d'un usage plus régulier, et ceux qui s'occupent du perfectionnement de la locomotive peuvent être heureux que dans leurs efforts pour satisfaire aux grandes exigences du service des trains, ils aient rencontré un métal si bien adapté aux besoins actuels.

Annexe XII.

Pièces en acier coulé pour les travaux de chemins de fer,

Par W. P. BARBA,

DES ACIÉRIES DE MIDVALE.

Dans ces derniers temps, on a apporté une attention beaucoup plus marquée qu'autrefois à l'emploi des pièces en acier coulé dans les travaux de chemins de fer et l'on a reconnu que cette importante question est bien digne d'un examen sérieux. La possibilité d'adopter l'acier coulé pour toutes, ou presque toutes, les pièces où la fonte était autrefois exclusivement employée, a vivement attiré l'attention des hommes de progrès du pays, lesquels ont recherché les formes les plus convenables à donner aux pièces en acier coulé entrant dans la construction des locomotives et qui sont soumises aux efforts les plus considérables et les plus fréquemment répétés. C'est là la conséquence naturelle de l'expérience des ingénieurs et des constructeurs de locomotives, en ce qui concerne les pièces de forge soumises à des chocs fréquents et aux efforts les plus considérables, et pour lesquelles, actuellement, l'acier a remplacé le fer. Les bandages, tiges de pistons, bielles et essieux, qui autrefois étaient en fer, sont actuellement confectionnées en acier; en outre, pour les boutons de manivelles, on demande un acier dont les qualités soient supérieures à celles imposées par le gouvernement pour ses coûteuses bouches à feu.

Cependant, il est quelque peu étrange que les pièces en acier coulé aient dû attendre si longtemps pour obtenir des chemins de fer la reconnaissance de leur réel mérite; l'acier coulé n'est pas un produit récent et l'étude de sa fabrication par les meilleurs métallurgistes du pays lui a fait atteindre une grande perfection. Les premières pièces en acier coulé fabriquées avec succès en Amérique furent des croisements pour le chemin de fer de Philadelphie à Reading. Ce travail fut exécuté en 1867, aux aciéries de Midvale, par un homme qui, depuis lors, n'a cessé de s'occuper de la fabrication des pièces en acier coulé. Pendant cette période, les qualités des pièces en acier coulé n'ont cessé de s'améliorer d'une façon constante, tant au point de vue du métal employé à leur confection que de leur aspect extérieur. En conséquence, je n'ai aucune hésitation à assurer qu'à l'heure actuelle les pièces en acier coulé peuvent être obtenues en une qualité qui se rapproche sensiblement de celle des pièces de forge ordinaires, et que pour les pièces qui fatiguent beaucoup, elles surpassent tous les produits en fonte de n'importe quelle qualité.

Il résulte de cette amélioration constante de la qualité des pièces en acier coulé que la question

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la substitution de ces pièces à celles en fonte devient d'une grande importance pour les constructeurs de matériel de chemins de fer. L'emploi de pièces en acier coulé permettra l'adoption de pièces du mouvement de dimensions moindres et d'un poids plus léger — ce qui est toujours une chose désirable — tout en assurant une plus grande résistance et plus de sécurité.

Si vous le voulez bien, nous ferons la comparaison d'un centre de roue en fonte et d'un centre en acier. Dans le premier cas, nous avons un métal présentant une résistance à la traction de 25,000 livres (17.58 kilogrammes par millimètre carré) et n'ayant aucune élasticité ; dans le cas de la roue en acier nous avons un métal dont la limite élastique atteint 35,000 livres (24.61 kilogrammes par millimètre carré), c'est-à-dire 10,000 livres (7.03 kilogrammes par millimètre carré) ou 40 p. c. de plus que la résistance à la rupture de la roue en fonte. La résistance à la rupture de la roue en acier, est de 65,000 à 70,000 livres (45.70 à 49.22 kilogrammes par millimètre carré) et son allongement après rupture de 20 à 30 p. c. Sa résistance à la traction est donc de deux fois et demie à trois fois celle de la fonte.

Par conséquent, il est évident que le poids de chaque roue peut être réduit et qu'une réduction notable du poids des pièces du mouvement peut être obtenue en même temps qu'une augmentation considérable de résistance et de stabilité.

J'ai dans mon bureau les photographies d'une roue en fonte et d'une roue en acier destinées au même type de machine ; la roue en fonte pèse 2,400 livres (1,089 kilogrammes) et la roue en acier 1,800 livres (816 kilogrammes) ; il y a donc pour cette dernière une réduction de poids de 600 livres (272 kilogrammes) ou 25 p. c. ; en outre, le centre en acier présente une apparence plus robuste et plus gracieuse.

Laissant de côté pour un moment la question des centres en acier, j'attirerai votre attention sur ce point que l'acier fondu est spécialement désigné pour la confection des crossettes, qui, vous le reconnaîtrez comme moi, sont des pièces d'une très grande importance. Si une crossette vient à se briser en service, le dommage qui peut en résulter est réellement effrayant à envisager. Par conséquent, les auteurs des projets doivent apporter la plus soigneuse attention à obtenir des types de crossettes simples, robustes et présentant toute sécurité ; c'est par l'emploi de l'acier que ce but peut le mieux être atteint. Dans cet ordre d'idées, permettez-moi de dire que plus simple est le modèle, plus satisfaisant est le résultat ; les formes et les sections compliquées, qui sont très jolies sur le papier, ne répondent généralement pas au désir des services mécaniques. J'ai vu une grande quantité des modèles de crossettes passer par la fonderie et, dans chaque cas, c'est le plus simple qui a survécu.

Il n'est pas nécessaire de s'arrêter longuement à la question des boîtes en acier pour essieux moteurs. La pièce qui la première reçoit et transmet les chocs doit être à l'abri de toute appréhension et l'emploi de l'acier pour cet usage constituerait un grand progrès. Dernièrement, dans un grand atelier de locomotives, j'ai vu des piles de boîtes en acier et de boîtes en fer, et j'ai pu voir par la grande proportion des boîtes en acier que l'expérience se prononce en faveur de ce métal pour la fabrication des boîtes.

L'emploi des longerons en acier coulé constituerait, je pense, une innovation dans les locomotives américaines, et cependant, il suffit de voir la force considérable dépensée par des forgerons d'élite, laborieusement occupés à souder les longerons en fer forgé, ainsi que le puissant outillage employé pour enlever l'excédent relativement considérable de métal résultant d'une méthode de fabrication peu rationnelle, pour se rendre compte des avantages de pièces coulées de fabrication facile et présentant une structure homogène en toutes ses parties, au lieu des soudures douteuses des grandes pièces de fer. Il n'a pas été fait grand chose en Amérique en matière de longerons en acier coulé, mais à l'étranger, Krupp s'est appliqué à perfectionner leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabrication et ils donnent toute satisfaction pour les raisons que j'ai énumérées. J'aimerais à voir les constructeurs s'occuper de cette question et j'ai la certitude que les fabricants d'acier coulé fourniront des longerons en acier doux et bien recuit qui recevront l'entière approbation de toutes les parties intéressées.

Les plateaux de dôme, les coulisses, les colliers d'excentrique et les pistons ont été coulés dans notre fonderie et ont donné d'excellents résultats; l'accroissement des demandes de ces pièces me permet de dire qu'une plus grande extension de l'emploi des pièces en acier coulé dans la construction des locomotives n'est qu'une question de temps.

J'appellerai votre attention sur quelques essais de pièces en acier coulé (centres de roues, crossettes, pistons, plateaux de dôme et colliers d'excentrique) effectués aux aciéries de Midvale au cours de l'année dernière. Ces expériences se rapportent à deux qualités d'acier, l'une, la plus douce, est celle généralement fournie, et l'autre, la plus dure, avait été commandée spécialement.

Série I. – (Les chiffres se rapportent aux résultats extrêmes obtenus).

	Résistance à la traction. Livres par pouce carré (kilogr. par millim. carré).		Limite élastique. Livres par pouce carré (kilogr. par millim. carré).		Allongement.	Contraction.
	61,500	(43.24)	29,500	(20.74)	32.8	54.1
	69,500	(48.87)	34,500	(24.26)	22.9	30.9
Moyenne de 32 échantillons :	66,239	(46.57)	33,415	(23.49)	30.8	49.8
Série II.						
	70,000	(49.22)	36,000	(25.31)	31.6	48.2
	79,430	(55.85)	38,190	(26.85)	23.8	30.1
Moyenne de 25 échantillons :	73,266	(51.51)	36,900	(25.94)	27.8	41.3

Ces chiffres donneront une idée du caractère particulier du métal employé pour les pièces en acier coulé et une comparaison avec la fonte montrera l'énorme avantage de l'acier; la fonte pour centres de roues, pour laquelle on ne désire avoir qu'un faible retrait, n'a qu'une résistance moyenne de 23,000 livres par pouce carré (16.17 kilogrammes par millimètre carré).

Pour comparer plus complètement la fonte à l'acier coulé, quelques essais de flexion de barres d'acier ont été effectués. Les barres d'une section de 1 × 1 pouce (25 × 25 millimètres) et d'une longueur de 14 pouces (356 millimètres) étaient placées sur des appuis distants de 12 pouces (305 millimètres) et la charge était appliquée au milieu, ce qui se rapporte exactement aux conditions imposées en Angleterre pour les essais transversaux des fontes. En appliquant une charge de 2,680 livres (1,216 kilogrammes) on a obtenu une flèche de 0.033 pouce (0.825 millimètre), tandis que celle observée pour la fonte avait été de 0.065 pouce (1.65 millimètre). En appliquant une charge de 3,200 livres (1,452 kilogrammes) correspondant à la charge de rupture de la fonte, on a observé pour la barre d'acier une flèche de 0.050 pouce (1.3 millimètre). En enlevant la charge la barre a repris sa forme primitive, aucune déformation permanente n'ayant été observée, ceci, rappelons-le nous, avec une charge qui produit la rupture des meilleures qualités de fonte. Ensuite, on a appliqué une nouvelle charge (qui n'a pas été mesurée) pour obtenir le pliage de la barre à froid, à 180°; aucun signe de rupture n'a été observé.

Le pliage à froid est l'essai favori du service des constructions de la marine.

Lorsqu'une pièce en fonte se brise, la rupture se fait tout d'un coup sans aucune déformation de section, ce qui est dû à sa structure grenue et à son manque d'élasticité; on ne peut l'empêcher quels que soient les soins apportés dans la fabrication. Aussi doit-on en tenir compte quand on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

détermine les dimensions d'une pièce en fonte. Lorsqu'une pièce en acier coulé est soumise à un effort exagéré, sa limite élastique élevée dépassant, comme je l'ai dit, la résistance à la rupture des meilleures qualités de fonte, lui permet de reprendre sa forme primitive lorsque l'effort est suffisant pour que la limite élastique soit dépassée, la pièce en acier coulé se déformera, et il conviendra d'en tenir compte de suite, et de modifier la pièce. Ceci est particulièrement vrai pour les pièces coulées recuites soigneusement, ainsi que la chose se pratique régulièrement aux aciéries de Midvale pour toutes les pièces coulées entrant dans la construction du matériel de chemin de fer; d'ailleurs, cette opération est imposée par le gouvernement pour toutes les pièces coulées ou forgées qui doivent lui être fournies.

Permettez-moi d'ajouter que les firmes à même de fournir, dans des conditions satisfaisantes, les pièces en acier coulé pour matériel de chemins de fer sont suffisamment nombreuses pour satisfaire avec promptitude aux demandes des consommateurs de la Nouvelle-Angleterre.

On peut citer *The Benj. Asha & Illingworth Company*, de Newark; *The Penn. Steel Castings Company*, de Chester, dont le capitaine D.-A. Lyle, l'officier d'artillerie bien connu, a tant loué le travail; les importantes fonderies de *The American Steel Casting Company*, à Thurlow; enfin, les nombreux établissements dont la réputation est bien établie et qui s'appliquent continuellement à obtenir des produits supérieurs comme qualité et inférieurs comme prix, à ceux fabriqués par leurs concurrents d'Europe.

Il n'est pas douteux que ces progrès sont dus au travail consciencieux des hommes placés à la tête de ces établissements et que le rapide accroissement de l'industrie de l'acier coulé dans le pays doit leur être attribué; il convient d'ajouter que cette excellente production ne pourrait être maintenue, sans l'assistance des hommes pratiques qui dirigent les services de la traction des chemins de fer du pays.

Annexe XIII.

Compagnie du chemin de fer de Pensylvanie.

SERVICE DE LA TRACTION.

N° 36. — Conditions relatives aux pièces en acier coulé.

Les pièces en acier coulé auront une résistance à la traction de 70,000 livres par pouce carré (49.22 kilogrammes par millimètre carré) et un allongement de 15 p. c. pris sur une longueur de 2 pouces (51 millimètres). Les pièces en acier coulé seront rebutées si la résistance à la traction est inférieure à 60,000 livres (42.19 kilomètres par millimètre carré), si l'allongement n'atteint par 12 p. c. ou si elles contiennent des soufflures ou des criques résultant du retrait. Lorsque la chose est indiquée au plan, les pièces seront coulées avec une éprouvette de section carrée venue de fonte dont les dimensions seront $^3/_4 \times {}^3/_4$ pouce (19 × 19 millimètres) et de 12 pouces (305 millimètres) de longueur.

Les éprouvettes et les pièces auxquelles elles appartiennent doivent être marquées de façon à pouvoir être facilement identifiées lorsqu'elles sont séparées.

F.-D. Casanave,
General Superintendent, Motive Power.

Altoona, le 7 novembre 1895.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Compagnie du chemin de fer de Chicago, Burlington et Quincy.

N° 22. — Conditions relatives aux pièces en acier coulé.

1. — Toutes les pièces coulées doivent avoir une surface lisse et uniforme, exempte de sable, de gravelures, soufflures et cavités dues au retrait.

2. — Toutes les pièces coulées seront recuites, à moins de prescription contraire de la commande.

3. — Deux pièces de chaque coulée seront pourvues d'une éprouvette venue de fonte, ayant une longueur de 10 pouces (254 millimètres) et une section carrée de 1 1/8 pouce (28.6 millimètres de côté. Ces éprouvettes représenteront la coulée. Les pièces ayant les éprouvettes adhérentes accompagneront la fourniture.

Lorsqu'il n'est pas possible de couler l'éprouvette avec la pièce, deux barres de 10 pouces (254 millimètres) de longueur et d'une section carrée de 1 1/8 pouce (28.6 millimètres) de côté, provenant de la même coulée, devront accompagner la fourniture.

4. — Un barreau d'essai sera découpé des éprouvettes; il aura une section de 3/4 pouce (19 millimètres) de diamètre et une longueur de 4 1/2 pouces (114.7 millimètres) entre les congés. Il devra montrer une résistance à la traction d'au moins 60,000 livres par pouce carré (42.19 kilogrammes par millimètre carré) et un allongement minimum de 15 p. c. pris sur une longueur de quatre pouces (102 millimètres).

5. — Les pièces coulées ne pourront contenir plus de 0.06 p. c. de phosphore, ni plus de 0.05 p. c. de soufre.

6. — Les pièces coulées qui ne répondront pas aux conditions ci-dessus ou qui montreront des défauts de fabrication seront rebutées.

OFFICE SUPERINTENDENT, MOTIVE POWER.
Aurora, le 13 avril 1896.

Annexe XIV.

Compagnie du chemin de fer de Chicago, Milwaukee et Saint-Paul.

SERVICE DE LA TRACTION.

N° 83 A. — Conditions relatives à l'acier doux entrant dans la construction du matériel de transport.

L'acier entrant dans la construction du matériel de transport doit être obtenu par le procédé Martin-Siemens. Toutes les pièces doivent être livrées aux dimensions exactes indiquées à la commande; leur surface doit être exempte de criques, gerçures et de défauts de toute espèce. La teneur en phosphore ne peut excéder 0.04 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'acier doit montrer les qualités physiques suivantes : résistance à la traction par pouce carré, 50,000 à 60,000 livres (35.15 à 42.19 kilogrammes par millimètre carré) ; allongement minimum pris sur une longueur de 8 pouces (203 millimètres), 25 p. c. ; réduction de section minimum, 40 p. c.

L'acier devra pouvoir être plié à froid et à chaud sur un mandrin dont le diamètre est égal à l'épaisseur de la pièce, sans présenter aucune apparence de rupture.

Les petites barres seront essayées à leurs dimensions. Des tôles d'acier ainsi que des aciers [et I, on découpera des barrettes d'essai de 20 pouces (508 millimètres) de longueur, d'une épaisseur égale à celle de la pièce et dont la largeur sera telle que la section transversale soit d'environ 1 pouce carré (645 millimètres carrés).

L'acier ne répondant pas à ces conditions sera rebuté.

1er décembre 1898.

Pressed Steel Car Company, à Pittsburg.

Conditions relatives aux tôles en acier Martin-Siemens entrant dans la construction du matériel de transport.

Nature du métal. — On emploiera l'acier homogène fabriqué par le procédé Martin-Siemens, ayant les qualités indiquées ci-après et répondant aux prescriptions suivantes :

Composition chimique. — Les teneurs maximums seront de 0.035 p. c. en phosphore, 0.45 p. c. en manganèse et 0.045 en souffre. Les échantillons destinés à l'analyse chimique seront prélevés sur la pièce laminée. Les résultats de l'analyse chimique de chaque coulée indiquant les teneurs en carbone, phosphore, manganèse et soufre seront envoyés par le laminoir en même temps que la fourniture.

Qualités physiques. — La résistance à la traction pourra varier de 52,000 à 60,000 livres (36.56 à 42.19 kilogrammes par millimètre carré) ; elle devra se rapprocher autant que possible de 55,000 livres (38.67 kilogrammes par millimètre carré). L'allongement pris sur 8 pouces (203 millimètres) sera au moins égal au quotient de 1,400,000 par la charge de rupture.

Essais de pliage. — Des échantillons découpés de la tôle doivent pouvoir être repliés sur eux-mêmes sans qu'il se manifeste aucun signe de rupture. Le même essai sera pratiqué sur des échantillons que l'on chauffe à la température d'emboutissage et qu'on laisse ensuite refroidir, et également à chaud sur des échantillons chauffés à la température d'emboutissage ou au rouge sombre. Cette qualité d'acier sera également soumise à des essais à froid d'estampage au marteau. Toute dédoublure qui sera constatée dans les éprouvettes brisées ou dans un échantillon quelconque, entraînera le rebut des tôles sur lesquelles les échantillons ont été prélevés ; de nouveaux échantillons provenant du même lingot peuvent être réclamés.

Un échantillon destiné aux essais de traction, de pliage, etc., doit être fourni pour chaque lingot dont les tôles comprises dans la commande ont été laminées, et le numéro de coulée ainsi que le numéro du lingot doivent être poinçonnés sur toutes les tôles, de façon à pouvoir reconnaître, d'une façon certaine, quelles sont les tôles auxquelles les essais se rapportent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les bords des tôles seront mesurés au moyen d'un calibre, et toutes les tôles dont l'épaisseur des bords serait inférieure à 95 p. c. de l'épaisseur prescrite seront rebutées.

Les tôles doivent être laminées parfaitement planes, sans ondulations, et la surface sera exempte de tout défaut; elles seront laminées aux dimensions exigées autant que le permettent les meilleurs procédés de laminage.

Le bordereau d'envoi de chaque fourniture indiquera le numéro de coulée et le numéro du lingot dont proviennent les tôles expédiées.

Annexe XV.

—

Compagnie du chemin de fer de Pensylvanie.

N° 10 C. — Conditions relatives aux essieux,

remplaçant les conditions datées du 23 janvier 1896.

---

1. — Les conditions s'appliquent aux essieux suivants :

CLASSIFICATION.	FUSÉE.		PORTÉE DE CALAGE.		Diamètre au centre.	Distance de centre à centre des fusées.	Longueur totale.
	Diamètre.	Longueur	Diamètre.	Longueur			
Essieux de bogies de tenders, voitures et wagons.							
	Pouces (millim.).	Pouces (millim.).	Pouces (millim.).	Pouces (millim.).	Pouces (millim.).	Pds-P. (mètre).	Pds-P. (mètre).
P. R. R. . . . . N° 2B.	3 3/4 (95)	7 (178)	5 1/4 (133.3)	7 1/4 (184.3)	4 7/16 (113.1)	6 2 3/4 (1.899)	6 11 (2.108)
— . . . . . — 4A.	4 1/4 (108.3)	8 (203)	5 5/8 (142.9)	7 1/4 (184.3)	4 3/4 (121)	6 4 3/4 (1.949)	7 2 (2.184)
— M. C. B. . . — 4B.	4 1/4 (108.3)	8 (203)	5 5/8 (142.9)	7 1/4 (184.3)	4 3/4 (121)	6 3 (1.905)	7 0 1/4 (2.140)
Pullman. . . . . — 5F.	4 1/4 (108.3)	8 1/2 (215.7)	5 5/8 (142.9)	9 11/16 (246.5)	4 3/4 (121)	6 5 7/8 (1.978)	7 2 3/8 (2.194)
M. C. B. . . . . — 6A.	5 (127)	9 (229)	6 3/8 (161.5)	7 1/4 (184.3)	5 3/8 (136.5)	6 4 (1.930)	7 2 1/2 (2.197)
P. R. R. . . . . — 7.	5 1/2 (139.7)	10 (254)	6 7/8 (174.2)	7 1/4 (184.3)	5 7/8 (149.2)	6 5 (1.956)	7 4 1/2 (2.248)
Essieux de bogies de locomotives.							
P. R. R. . . . . N° 11.	4 1/2 (114.7)	7 1/2 (190.7)	4 1/4 (108.3)	...	4 1/4 (108.3)	3 8 1/2 (1.131)	5 6 (1.676)
— . . . . . — 12.	5 1/4 (133.3)	9 (229)	5 1/4 (133.3)	...	5 (127)	3 7 (1.092)	5 6 (1.676)
— . . . . . — 13.	5 1/2 (139.7)	10 (254)	5 1/2 (139.7)	...	5 1/4 (133.3)	3 5 1/4 (1,047)	5 6 (1.676)
— . . . . . — 14.	6 (152)	12 (305)	6 (152)	...	5 1/2 (139.7)	3 4 (1.016)	5 5 3/4 (1.670)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2. — Les essieux seront toujours commandés par quantités qui ne seront pas inférieures à cent. Chaque lot de cent essieux comprendra les essieux pour bogies de locomotives indiqués à la commande et dont le nombre sera aussi limité que les nécessités du service l'exigeront.

Tous les essieux devront être parfaitement finis et seront exempts de criques, pailles ou gerçures visibles à l'œil nu. Les essieux seront ébauchés au tour sur toutes leurs parties, excepté celle marquée A aux figures 14 et 15.

3. — Tous les essieux seront en acier et devront présenter la composition chimique suivante :

Carbone	0.40 p. c.
Manganèse, pas plus de.	0.50 —
Silicium, —	0·05 —
Phosphore, —	0.05 —
Soufre, —	0·04 —

4. — Tous les essieux doivent être conformes, au point de vue des dimensions, formes et limites des poids, aux indications des commandes ou des plans qui y sont annexés. L'ébauchage au tour doit être fait au moyen d'un outil d'une forme telle que la surface soit exempte de stries ou de marques de broutage. Les essieux doivent avoir des points de centre de 60° auxquels on donne du dégagement pour éviter que les pointes du tour de l'atelier ne s'émoussent. Avant d'être présentés à l'essai, tous les essieux doivent être poinçonnés lisiblement du numéro de coulée sur la partie A (*voir* fig. 14 et 15) et du nom du fabricant sur la partie centrale.

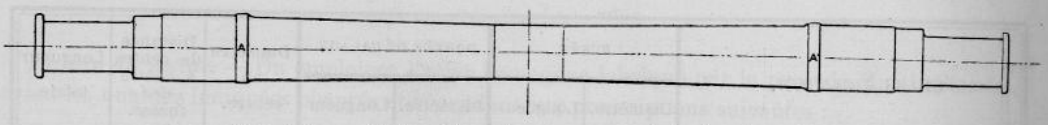


Fig. 14. — Essieu de voiture, wagon et bogie de tender.

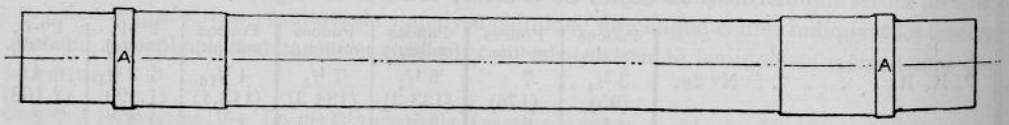


Fig. 15. — Essieu de bogie de locomotive.

5. — Lorsque les fabricants sont prêts à expédier cent essieux au moins, ils doivent en aviser le *General Superintendent of Motive Power* à Altoona, et ils doivent former une pile de tous les essieux d'une même coulée ; ces piles ne peuvent contenir aucun essieu d'une autre coulée. Elles peuvent comprendre des essieux de voitures et wagons et des essieux de bogies de tender des différents modèles. Le fabricant fournira l'appareil d'essai dont il est question au § 8, ainsi que les instruments nécessaires pour déterminer les poids et dimensions ; il doit avoir à pied d'œuvre un ou plusieurs wagons prêts à recevoir le chargement ; il doit mettre à la disposition de l'inspecteur les hommes et la force motrice nécessaires pour lui permettre de procéder rapidement à la visite et de faire effectuer l'expédition ou la mise en dépôt des essieux, lorsque les essais sont terminés. Les essieux couverts de rouille au point de cacher les défauts seront rebutés avant l'essai.

6. — Une fourniture d'essieux étant prête à subir les épreuves, l'inspecteur indiquera, de sa propre autorité, l'ordre suivant lequel les essais seront effectués ; mais l'expédition ne peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être faite que quand l'inspecteur s'est assuré que les prescriptions indiquées ci-après ont été observées :

I. L'inspecteur dressera une liste des numéros de coulée des différentes piles d'essieux présentées en réception et notera le nombre d'essieux portant le même numéro de coulée. S'il trouve dans une pile quelconque des essieux portant des numéros de coulée différents, la composition des séries devra être modifiée de façon qu'une même pile ne contienne plus que des essieux provenant de la même coulée. En outre, s'il trouve dans une pile quelconque des essieux dont on a changé ou effacé le numéro, dont le numéro est indéchiffrable ou qui portent un numéro de coulée appartenant à une fourniture précédemment rebutée, la série ne sera pas soumise à un examen ultérieur.

II. L'inspecteur examinera chaque essieu de chaque pile ou coulée au point de vue de l'aspect extérieur, des défauts visibles à l'œil nu, des dimensions et des formes indiquées à la commande, au plan ou dans les conditions spéciales. Tous les essieux qui ne donneraient pas satisfaction à cet égard seront laissés de côté et ne seront pas soumis aux épreuves. Si, après cette sélection, il reste dans la coulée moins de trente essieux, l'inspecteur refusera de soumettre cette coulée à un examen ultérieur. Si, dans la visite, l'inspecteur trouve des essieux aux défectuosités desquels on peut remédier à l'usine, il autorisera le travail, et les essieux convenablement modifiés entreront en ligne de compte dans le chiffre de trente indiqué ci-dessus.

III. L'inspecteur choisira un essieu au hasard, dans chaque pile ou coulée, et le soumettra aux épreuves physiques. Si l'essieu ne satisfait pas aux essais physiques, tous les essieux de la coulée à laquelle il appartient seront rebutés. Si l'essieu satisfait aux épreuves, l'inspecteur tracera à partir de l'extrémité une ligne droite de 10 pouces (254 millimètres) de longueur parallèlement à l'axe de l'essieu et poinçonnera une marque en différents points de cette ligne. On découpera ensuite de l'essieu un morceau d'environ 6 pouces (152 millimètres) de long, de façon à laisser plusieurs marques sur chacune des parties de l'essieu. Ce morceau de 6 pouces sera envoyé, au nom de l'inspecteur et convenablement étiquetté, à M. B. Dudley, chimiste à Altoona, en indiquant à ce dernier le numéro de la coulée à laquelle l'essieu appartient. Les piles d'essieux qui ont satisfait à l'essai devront être conservées dans l'état où elles se trouvent jusqu'à ce que les résultats de l'analyse chimique soient connus.

IV. A la réception des résultats de l'analyse chimique, l'inspecteur fera connaître au fabricant si les essieux sont acceptés ou rebutés du chef de cette analyse; s'ils sont acceptés, il procédera, selon le cas, à leur expédition ou à leur mise en dépôt. Si, à la suite de la visite ou des épreuves physiques et chimiques, il y a plus de pièces acceptées que n'en comporte la commande, l'inspecteur poinçonnera de son propre nom les essieux acceptés excédents, et ceux-ci seront emmagasinés en attendant les commandes ultérieures de l'agent commercial. A la réception de ces commandes, les essieux dont il s'agit ne seront plus, naturellement, soumis à de nouveaux essais; mais ils ne pourront être chargés et expédiés qu'en présence de l'inspecteur. Dans tous les cas, l'inspecteur tiendra note bien exactement des numéros de coulée rebutés, acceptés ou mis en dépôt, et joindra ces renseignements à son rapport.

7. — Lorsque le morceau de 6 pouces (252 millimètres) dont il est question plus haut sera parvenu au laboratoire du chemin de fer de Pensylvanie, on tracera un diamètre de la section de l'essieu, et un coup de pointeau sera frappé sur ce diamètre, à une distance du centre égale aux deux cinquièmes du rayon. En ce point, on enlèvera des copeaux pour l'analyse, au moyen d'un foret de $^5/_8$ pouce (15.9 millimètres) de diamètre agissant parallèlement à l'axe de l'essieu. Ces copeaux seront analysés par la méthode-type du chemin de fer de Pensylvanie et les résultats

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'analyse seront communiqués à l'inspecteur. Si l'analyse montre que l'acier ne répond pas aux prescriptions, tous les essieux de la coulée à laquelle l'essieu essayé appartient, seront rebutés définitivement. Si l'analyse donne des résultats favorables, tous les essieux de la coulée qui ont été admis à la suite de la visite et des essais physiques seront considérés comme acceptés.

8. — Les essieux seront soumis à des essais au choc. L'appareil d'essai doit être conforme, en ses parties essentielles, au plan qui sera fourni par la Compagnie du chemin de fer de Pensylvanie. Ces parties essentielles sont les supports sur lesquels l'essieu repose pendant l'essai, lesquels doivent être distants de 3 pieds (914 millimètres) de centre à centre; le mouton doit peser 1,640 livres (744 kilogrammes) et l'enclume qui est supportée par les ressorts doit peser 17,500 livres (7,938 kilogrammes); elle doit être libre de se mouvoir dans le sens vertical; les ressorts sur lesquels l'enclume repose, au nombre de douze, doivent être du type H 13 indiqué dans les conditions spéciales n° 12 B; le rayon des supports et celui de la partie inférieure du mouton doivent être de 5 pouces (127 millimètres). Pour l'essai, l'essieu est placé de façon que le choc du mouton se produise au milieu de sa longueur; il doit être retourné après le premier et le troisième coup de mouton, et, lorsque la chose est spécifiée, après le cinquième. Après le premier coup, la flèche de l'essieu est mesurée de la façon indiquée plus loin.

9. — Il est désirable que les différents types d'essieux essayés comme il est indiqué plus haut et dans les conditions spécifiées au tableau I puissent supporter le choc du mouton sans se rompre et sans que la flèche donnée dans le même tableau soit dépassée.

Tableau I.

ESSIEU.	NOMBRE DE COUPS.	HAUTEUR DE CHUTE.	FLÈCHE.
Essieux de voitures, wagons et bogies de tenders.		Pieds (mètres).	Pouces (millim.).
P. R. R. . . . . N° 2B.	5	28 1/2 (8.686)	7 (178)
— . . . . . — 4A.	5	34 (10.363)	7 (178)
— M. C. B. . . . . — 4B.	5	34 (10.363)	7 (178)
Pullmann . . . . . — 5F.	5	34 (10.363)	7 (178)
M. C. B. . . . . — 6A.	5	43 (13.106)	6 (152)
P. R. R. . . . . — 7.	7	43 (13.106)	4 1/2 (115)
Essieux de bogies de locomotives.			
P. R. R. . . . . No. 11.	5	25 1/2 (7.772)	5 3/4 (146)
— . . . . . — 12.	5	38 1/2 (11.734)	5 (127)
— . . . . . — 13.	5	43 (13.106)	4 3/4 (121)
— . . . . . — 14.	7	43 (13.106)	4 (102)

10. — Les essieux seront considérés comme n'ayant pas satisfait aux essais physiques et seront rebutés si, essayés dans les conditions indiquées au tableau II, ils se brisent d'une façon quelconque ou présentent, après le premier coup, une flèche supérieure à celle donnée dans le même tableau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau II.

ESSIEU.	NOMBRE DE COUPS.	HAUTEUR DE CHUTE.	FLÈCHE.
Essieux de voitures, wagons et bogies de tenders.		Pieds (mètres).	Pouces (millim.).
P. R. R. . . . . N° 2B.	5	28 1/2 (8.686)	8 (203)
— . . . . . — 4A.	5	34 (10.363)	8 (203)
— M. C. B. . . . . — 4B.	5	34 (10.363)	8 (203)
Pullmann . . . . . — 5F.	5	34 (10.363)	8 (203)
M. C. B. . . . . — 6A.	5	43 (13.106)	7 (178)
P. R. R. . . . . — 7.	7	43 (13.106)	5 1/2 (140)
Essieux de bogies de locomotives.			
P. R. R. . . . . N° 11.	5	25 1/2 (7.772)	6 1/2 (165)
— . . . . . — 12.	5	38 1/2 (11.734)	5 3/4 (146)
— . . . . . — 13.	5	43 (13.106)	5 1/2 (140)
— . . . . . — 14.	7	43 (13.106)	4 3/4 (121)

11. — Les essieux seront considérés comme n'ayant pas satisfait aux essais chimiques, si l'analyse des copeaux donne des résultats qui sortent des limites indiquées ci-après :

Carbone	minimum 0·35;	maximum 0·50 p. c.
Manganèse.	—	0·60 —
Phosphore.	—	0·07 —

L'expérience montre que si une teneur très peu élevée en phosphore et en manganèse est accompagnée d'une teneur en carbone atteignant la limite inférieure, l'essieu montrera, selon toute probabilité, une flèche excessive et la coulée sera rebutée à la suite des essais physiques.

Pour mesurer la flèche, on fait usage d'une règle de la même longueur que l'essieu, laquelle porte à chaque extrémité une saillie disposée de telle façon que quand les deux saillies reposent sur les extrémités de l'essieu, la règle ne touche ce dernier en aucun point. Avant de procéder à l'essai, on place la règle sur l'essieu et on mesure la distance de la règle au point milieu de l'essieu. Après le premier coup on mesure de nouveau cette distance et la différence des deux chiffres relevés constitue la flèche.

F.-D. CASANAVE,
General Superintendent of Motive Power.

Altoona, 26 janvier 1898.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Annexe XVI.

—

Compagnie du chemin de fer de Chicago, Burlington et Quincy.

N° 27. — Conditions relatives aux essieux en acier pour voitures, wagons et bogies de tenders.

---

1. — Tous les essieux doivent être conformes aux plans qui accompagnent ces conditions. Les fusées et les portées de calage doivent être ébauchées au tour avec un outil à bec plat.

2. — Chaque essieu doit être lisiblement poinçonné vers le milieu, au moyen de lettres de 3/4 pouce (19 millimètres), du mot « acier », du nom du fabricant, de la date de fourniture (mois et année) et du numéro de coulée.

3. — Tous les essieux doivent être recuits après avoir été forgés et on doit les laisser refroidir lentement, dans des conditions qui devront donner toute satisfaction à l'inspecteur.

4. — Tous les essieux doivent être coupés à la longueur exacte et les extrémités devront être parfaitement dressées. Ils devront avoir des points de centre de 75° d'une profondeur de 3/4 pouce (19 millimètres).

5. — Un essieu supplémentaire par coulée sera fourni gratuitement pour l'essai au choc qui sera pratiqué sur une pièce choisie au hasard, au moyen de la machine du type des *Master Car Builders*. Les essieux devront pouvoir supporter, sans rupture, cinq coups d'un mouton tombant de la hauteur indiquée ci-après; l'essieu sera retourné après le premier et le troisième coup. La flèche, après le premier coup, ne pourra dépasser 7 pouces (178 millimètres) mesurés à partir d'une ligne parallèle à l'axe de l'essieu :

| | | |

Annexe XVII.

Compagnie du chemin de fer de Pensylvanie.

N° 12 C. — Conditions relatives aux ressorts en hélice remplaçant celles du 18 septembre 1895.

CONDITIONS GÉNÉRALES.

1. — Les ressorts en hélice seront commandés aux fabricants par les ateliers ci-après seulement : Meadows, Wilmington, Baltimore, Renovo, Altoona (locomotives), Altoona (matériel de transport), Juniata et Allegheny. Ils approvisionnent les autres ateliers. Les différents modèles de ressorts sont commandés par lots.

2. — Les fabricants seront mis en possession de plans montrant la construction des différents modèles; les ressorts devront être conformes aux indications de ces plans ainsi qu'aux conditions données ci-après. Comme des modifications peuvent être apportées aux plans, les fabricants doivent s'assurer que le numéro et la lettre du plan qu'ils possèdent, sont les mêmes que ceux renseignés à la commande. En cas de discordance entre les conditions spéciales et le plan, ce sont les indications de ce dernier qui doivent être suivies. Les fabricants doivent prévenir le *General Superintendent of Motive Power*, à Altoona, lorsqu'ils sont prêts à effectuer une fourniture comportant un nombre de ressorts au moins égal à celui indiqué, comme pouvant être commandé. Lorsque la commande porte « à fournir suivant les demandes du service », les fabricants ne doivent prévenir la Compagnie que quand ils sont prêts à fournir tous les ressorts de la commande. Ils doivent également attendre l'arrivée de l'inspecteur de la Compagnie, ils doivent fournir une machine d'essai convenable, digne de toute confiance, ainsi que les couleurs nécessaires; ils doivent avoir à pied d'œuvre un nombre suffisant de wagons pour l'expédition des ressorts et doivent mettre à la disposition de l'inspecteur les hommes nécessaires pour essayer, marquer et charger les ressorts rapidement. Chacun des ressorts partiels, fabriqué au moyen d'une barre de $^{7}/_{16}$ pouce (11.1 millimètres) ou plus, doit être poinçonné du nom du fabricant et du chiffre désignant le modèle de ressort. Cette marque doit se trouver sur le côté du ressort lorsque les ressorts sont assemblés entre des plateaux, et à l'extrémité du ressort pour les autres modèles. Il est désirable que les fabricants soumettent les ressorts partiels à quatre aplatissements successifs avant de les assembler pour former le ressort complet et présenter celui-ci en réception. Des expériences directes ont démontré qu'après cette opération, les déformations permanentes ne sont plus à craindre.

3. — Lorsqu'une fourniture sera prête à être essayée, l'inspecteur examinera les ressorts en vue de s'assurer s'ils répondent aux conditions générales, et mesurera les dimensions extérieures, excepté la hauteur, d'au moins 10 p. c. des ressorts présentés en réception, et il comparera les dimensions relevées à celles indiquées aux plans. S'il trouve une différence dans une dimension quelconque, sauf la hauteur, supérieure de $^{1}/_{8}$ pouce (3.1 millimètres) à la dimension type (à l'exception des cas visés par le § 5), il mesurera toute la fourniture et exclura de tout examen ultérieur les ressorts où cette différence sera constatée. Il pèsera alors au moins 10 p. c. de chacun des ressorts partiels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S'il en trouve un quelconque dont le poids est inférieur au minimum prescrit, il pèsera tous les ressorts partiels et exclura de tout examen ultérieur tous ceux qui pèseraient moins que le minimum admis.

4. — Tous les ressorts seront ensuite essayés de la manière suivante : 1° chaque ressort est placé sur une tôle plate et l'on en mesure la distance entre les deux extrémités au moyen d'un calibre étalon. On obtient ainsi la hauteur du ressort libre; 2° chaque ressort est placé dans la machine à essayer, soit isolément, soit par lots, et soumis à une charge supérieure d'au moins 25 p. c. à la capacité de résistance; on mesure la distance entre les deux plateaux de la machine. Ce mesurage donne la hauteur du ressort complètement comprimé; 3° on enlève la charge et l'on mesure le ressort au point de la circonférence où la hauteur du ressort libre a été prise en premier lieu. Si l'on constate une perte de hauteur de $^1/_{16}$ pouce (1.6 millimètre) ou plus, le ressort ou les ressorts seront considérés comme ayant subi une déformation permanente et seront exclus de l'examen ultérieur. En outre, tous les ressorts essayés comme il est indiqué ci-dessus qui se briseront ou dont la hauteur à l'état libre ou comprimé est inférieure de $^1/_8$ pouce (3.2 millimètres) à la hauteur prescrite (excepté les cas visés par le § 5) seront exclus de l'examen ultérieur. Tous les ressorts des modèles désignés dans les conditions spéciales, comme devant subir les essais ci-dessus, et qui ne doivent pas être soumis aux essais détaillés dans le § 6, sont expédiés en une fois en présence de l'inspecteur.

5. — Les dimensions de tous les ressorts détaillés dans les nomenclatures ci-jointes et qui sont renseignés comme devant satisfaire aux conditions indiquées dans ce paragraphe, ne peuvent différer de plus de $^1/_{32}$ pouce (0.8 millimètre) de la hauteur et des dimensions extérieures prescrites.

6. — En outre des essais indiqués au § 4, 10 p. c. des ressorts des modèles ainsi désignés dans les nomenclatures détaillées doivent être essayés dans les conditions indiquées à ces nomenclatures, sauf que l'essai de capacité de résistance ne doit pas être effectué. Si un quelconque de ces ressorts ne satisfait pas aux conditions, il sera exclu de tout examen ultérieur et le lot tout entier auquel il appartient devra subir les essais complets dont il est question dans la nomenclature détaillée. Toutes les pièces qui ne satisferont pas à ces essais seront exclues de l'examen ultérieur et celles qui répondront aux conditions seront marquées de la manière indiquée ci-après et expédiées, en une fois, en présence de l'inspecteur.

7. — Les ressorts doivent être marqués de la manière suivante : au moyen d'un pinceau on tracera sur chaque ressort, à l'intérieur ou à l'extérieur, mais non aux extrémités, une ligne à la couleur dont la largeur ne pourra dépasser $^3/_8$ pouce (9.6 millimètres); à cette fin, on utilisera de la couleur à l'huile très siccative dont la nuance variera suivant l'atelier auquel les ressorts sont destinés, savoir : pour les ateliers des locomotives d'Altoona, le vert de chrome; pour les ateliers du matériel d'Altoona, la céruse; pour les ateliers de Juanita, un mélange d'ocre et de noir de fumée donnant une couleur olive; pour les ateliers de Baltimore, le rouge de chrome; pour les ateliers de Renovo, la terre d'ombre; pour les ateliers de Wilmington, le jaune de chrome; pour les ateliers d'Allegheny, le bleu de Prusse.

Si le nombre de ressorts présentés aux essais en une fois, pour un même atelier est égal ou inférieur à celui dont le lot doit être composé, il est évident qu'on ne formera qu'une pile de ressorts sur chacun desquels une seule marque sera peinte. Mais si le nombre des ressorts qui doivent être expédiés en une fois à un même atelier est supérieur à celui dont le lot doit être composé, on le divisera, avant l'expédition, en séries dont la composition se rapprochera le plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possible de celle prescrite pour le lot. Les ressorts de la première série recevront une marque à la couleur, ceux de la seconde série deux, ceux de la troisième trois, et ainsi de suite. Par exemple, si les ressorts sont commandés par lots de 200 pièces et que l'on doive faire une expédition de 576 à un atelier quelconque, cette quantité sera divisée en trois piles dont la première recevra une marque, la seconde deux et la troisième trois.

Lorsque les ressorts sont commandés « à fournir suivant les demandes du service », s'il y a plus de cent ressorts à expédier, en une fois, à un atelier quelconque, la quantité sera classée en deux séries qui recevront les marques correspondantes; s'il y a plus de deux cents ressorts, en trois séries, etc.

8. — Les fabricants doivent fournir pour l'analyse chimique un ressort supplémentaire pour chacune des séries dont il est question dans le paragraphe précédent. Ces ressorts seront choisis au hasard, par l'inspecteur, dans chaque lot présenté en réception. Il est évident qu'il doit y avoir autant de ressorts choisis qu'il y a de séries expédiées à un même atelier et également qu'il y a d'ateliers auxquels des expéditions sont faites en même temps. Le ressort entier ou un morceau dont le poids ne peut être inférieur à une demi-livre (0.227 kilogramme), découpé de chaque ressort partiel fabriqué au moyen d'une barre de dimension différente, doit être envoyé à M. B. Dudley, chimiste à Altoona, Pensylvanie. Si l'échantillon destiné à l'analyse chimique est coupé à chaud, on doit le laisser refroidir de façon à ne pas le rendre plus dur. Le ressort ou le morceau du ressort destiné à l'analyse doit être poinçonné du nom de l'inspecteur dès qu'il a été choisi et doit être marqué avec la même couleur et de la même façon que la série qu'il représente. En outre, chaque échantillon expédié pour être soumis à l'analyse doit être muni d'une étiquette « d'échantillon d'essai » remplie comme il convient ; quand plusieurs échantillons sont envoyés dans un même colis, l'emballage doit être tel que les marques ne puissent être effacées et que les étiquettes ne puissent se détacher des échantillons pendant le transport.

9. — Le métal que l'on désire voir employer dans la fabrication des ressorts est l'acier ayant la composition suivante :

Carbone	1.00 p. c.
Manganèse	0.25 —
Phosphore, pas plus de	0·05 —
Silicium, —	0.10 —
Soufre, —	0.03 —

10. — L'analyse de l'échantillon dont il est question plus haut sera faite suivant la méthode du chemin de fer de Pensylvanie et, si la teneur en carbone est inférieure à 0.90 p. c. et les teneurs en manganèse et en phosphore supérieures respectivement à 0.50 et 0.07 p. c., les ressorts représentés par cet échantillon seront, au choix de la Compagnie, renvoyés aux fabricants ou acceptés avec une réduction de 25 p. c. sur le montant de la facture. La Compagnie se réserve le droit de prélever les copeaux pour l'analyse en un endroit quelconque du ressort. Il est entendu et convenu que les fabricants peuvent, dans le délai de trois semaines après la date de l'analyse, réclamer une partie des copeaux dans un but de vérification. Les ressorts confectionnés au moyen de barres d'un diamètre égal ou inférieur à $^1/_4$ pouce (6.3 millimètres) ne doivent pas présenter la composition chimique indiquée plus haut. Ces ressorts sont rebutés ou acceptés avec une réduction de 25 p. c., si la teneur en carbone est inférieure à 0.50 p. c. et les teneurs en manganèse et phosphore supérieures respectivement à 1 et 0.11 p. c.

11. — Chaque modèle de ressort doit être confectionné suivant les indications du plan qui s'y rapporte et satisfaire aux conditions des nomenclatures détaillées ci-après.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les plans des modèles H2, H21, H22 et H23 renseignent des plateaux en fonte malléable de 1/4 pouce (6.3 millimètres) d'épaisseur. Des plateaux en fonte malléable ou en acier embouti moins épais peuvent être employés mais ils ne peuvent avoir une épaisseur inférieure à 1/8 pouce (3.2 millimètres); dans ce cas, la hauteur de chacun des ressorts partiels doit être maintenue, mais la hauteur totale du ressort complet, y compris les plateaux, sera réduite de la quantité dont l'épaisseur des deux plateaux a été diminuée.

F.-D. CASANAVE,
General Superintendent of Motive Power.

Altoona, 10 mars 1899.

CONDITIONS DÉTAILLÉES.

MODÈLE H 1

(figuré au plan nº 9321).

Une barre : diamètre 1/4 pouce (6.3 millimètres), longueurs 45 1/2 pouces (1,156 millimètres) et 47 pouces 1,194 millimètres), y compris les extrémités de forme conique. Extrémités meulées.

Poids normal, 10 onces (283 grammes); poids minimum, 9 1/2 onces (269 grammes).

Diamètre extérieur du ressort, 1 1/4 pouce (31.7 millimètres).

Hauteurs : libre, 5 1/8 pouces (130.2 millimètres); complètement comprimée, 3 5/8 pouces (91.9 millimètres); sous une charge de 250 livres (113 kilogrammes), 4 3/8 pouces (111.6 millimètres).

Capacité de résistance, 500 livres (0.35 kilogramme par millimètre carré).

Doit satisfaire aux conditions des §§ 2, 3, 4, 7, 8 et 10.

MODÈLE H 2

(figuré au plan nº 9322).

Quatre barres : diamètre, 15/16 pouce (23.8 millimètres); longueurs, 46 pouces (1.168 mètre) et 52 3/8 pouces (1.331 mètre), y compris les extrémités de forme conique.

Poids normal de chaque barre, 8 livres 15 1/4 onces (4,060 kilogrammes); poids minimum, 8 livres 11 onces (3.940 kilogrammes).

Diamètre extérieur des ressorts partiels, 5 pouces (127 millimètres).

Plateaux en fonte malléable ou en acier embouti.

Ressort partiel : hauteurs, libre, 4 5/8 pouces (117.9 millimètres); complètement comprimé, 3 3/8 pouces (85.5 millimètres), sous une charge de 3,250 livres (1,474 kilogrammes) 4 pouces (102 millimètres).

Capacité de résistance, 7,000 livres (4.92 kilogrammes par millimètre carré).

Groupe des ressorts : hauteurs, non compris les plateaux, libre, 4 5/8 pouces (117.9 millimètres); complètement comprimé, 3 3/8 pouces (85.5 millimètres); sous une charge de 13,000 livres (5,897 kilogrammes), 4 pouces (102 millimètres).

Capacité de résistance, 28,000 livres (19.69 kilogrammes par millimètre carré).

Doit satisfaire aux conditions des §§ 2, 3, 4, 6, 7, 8 et 10.

MODÈLE H 3

(figuré au plan nº 9323).

Une barre : diamètre, 1 1/8 pouce (28.6 millimètres); longueurs, 35 3/8 pouces (899 millimètres) et 41 1/4 pouces (1.047 mètre), y compris les extrémités de forme coniqne.

Poids normal, 9 livres 15 onces (4.507 kilogrammes); poids minimum, 9 livres 10 onces (4.365 kilogrammes).

Diamètre extérieur du ressort, 4 7/8 pouces (124.2 millimètres).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Hauteurs : libre, 4 1/8 pouces (105.2 millimètres); complètement comprimé, 3 3/8 pouces (85.5 millimètres); sous une charge de 6,000 livres (2,722 kilogrammes), 3 3/4 pouces (95 millimètres).
Capacité de résistance, 12,000 livres (8.44 kilogrammes par millimètre carré).
Doit satisfaire aux conditions des §§ 2, 3, 4, 6, 7, 8 et 10.

Modèle H 4
(figuré au plan nº 9324).

Une barre : diamètre, 1 1/16 pouce (26.9 millimètres); longueurs, 98 7/8 pouces (2.511 mètres) et 105 pouces (2.667 mètres), y compris les extrémités de forme conique.
Poids normal, 24 livres 12 onces (11.226 kilogrammes); poids minimum, 24 livres 1/4 once (10.893 kilogrammes).
Diamètre extérieur du ressort, 5 pouces (127 millimètres).
Hauteurs : libre, 10 7/8 pouces (276.2 millimètres); complètement comprimé, 8 1/2 pouces (215.7 millimètres); sous une charge de 6,000 livres (2,722 kilogrammes), 9 3/8 pouces (238.5 millimètres).
Capacité de résistance, 9,570 livres (6.73 kilogrammes par millimètre carré).
Doit satisfaire aux conditions des §§ 2, 3, 4, 6, 7, 8 et 10.

Modèle H 5
(figuré au plan nº 9325).

Une barre : diamètre, 1/4 pouce (6.3 millimètres); longueurs, 25 1/4 pouces (641.3 millimètres) et 28 1/4 pouces (717.3 millimètres), y compris les extrémités de forme conique; extrémités meulées.
Poids normal, 6 onces (170 grammes); poids minimum, 5 3/4 onces (163 grammes).
Diamètre extérieur du ressort, 2 1/4 pouces (57.3 millimètres).
Hauteurs : libre, 2 1/4 pouces (57.3 millimètres); complètement comprimé, 1 1/8 pouce (28.6 millimètres); sous une charge de 164 livres (74 kilogrammes), 1 1/2 pouce (38.1 millimètres).
Capacité de résistance, 240 livres (0.17 kilogramme par millimètre carré).
Doit satisfaire aux conditions des §§ 2, 3, 4, 7, 8 et 10.

Modèle H 6.

Trois barres :

1re barre : diamètre, 1 3/16 pouce (30.2 millimètres); longueurs, 99 1/8 pouces (2.517 mètres) et 109 3/4 pouces (2.787 mètres), y compris les extrémités de forme conique;
2e barre : diamètre, 13/16 pouce (20.6 millimètres); longueurs, 99 1/8 pouces (2.517 mètres) et 106 1/2 pouces (2.705 mètres), y compris les extrémités de forme conique;
3e barre : diamètre, 9/16 pouce (14.3 millimètres); longueurs, 98 pouces (2.489 mètres) et 103 pouces (2.616 mètres), y compris les extrémités de forme conique.

Poids normal :

1re barre : 31 livres 1 once (14.089 kilogrammes); poids minimum, 30 livres 2 onces (13.665 kilogrammes);
2e barre : 14 livres 10 onces (6.633 kilogrammes); poids minimum, 14 livres 2 onces (6.406 kilogrammes);
3e barre : 6 livres 15 onces (3.147 kilogrammes); poids minimum, 6 livres 12 onces (3.062 kilogrammes).

Diamètre extérieur :

1er ressort partiel, 8 pouces (203 millimètres);
2e ressort partiel, 5 1/3 pouces (139.7 millimètres);
3e ressort partiel, 3 3/4 pouces (95 millimètres).

1er ressort partiel : hauteurs, libre, 9 1/8 pouces (232.2 millimètres); complètement comprimé,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5 1/2 pouces (139.7 millimètres); sous une charge de 4,550 livres (2,064 kilogrammes), 7 pouces (178 millimètres). Capacité de résistance, 7,750 livres (5.44 kilogrammes par millimètre carré).

2e ressort partiel : hauteurs, libre, 9 1/8 pouces (232.2 millimètres); complètement comprimé, 5 1/2 pouces (139.7 millimètres); sous une charge de 2,100 livres (953 kilogrammes), 7 pouces (178 millimètres). Capacité de résistance, 3,600 livres (2.53 kilogrammes par millimètre carré).

3e ressort partiel : hauteurs, libre, 9 1/8 pouces (232.2 millimètres); complètement comprimé, 5 1/2 pouces (139.7 millimètres); sous une charge de 1,050 livres (476 kilogrammes), 7 pouces (178 millimètres). Capacité de résistance, 1,800 livres (1.27 kilogrammes par millimètre carré).

Groupe des ressorts :

Hauteurs : libre, 9 1/8 pouces (232.2 millimètres); complètement comprimé, 5 1/2 pouces (139.7 millimètres); sous une charge 7,700 livres (3,493 kilogrammes), 7 pouces (178 millimètres).

Capacité de résistance, 13,150 livres (9.25 kilogrammes par millimètre carré).

Doit satisfaire aux conditions des §§ 2, 3, 4, 6, 7, 8 et 10.

Modèle H 7

(figuré au plan nº 11803).

Huit barres :

Quatre barres : diamètre, 15/16 pouce (23.8 millimètres); longueurs, 72 1/2 pouces (1.842 mètre) et 79 pouces (2.007 mètres) y compris les extrémités de forme conique.

Quatre barres : diamètre, 19/32 pouce (15.1 millimètres); longueurs, 41 11/16 pouces (1.058 mètre) et 44 pouces (1.118 mètre) y compris les extrémités de forme conique.

Poids normal de chacune des quatre premières barres : 14 livres 3 onces (6.435 kilogrammes); poids minimum, 13 livres 12 onces (6,237 kilogrammes).

Poids normal de chacune des quatre secondes barres : 3 livres 4 1/8 onces (1.478 kilogrammes); poids minimum 3 livres 2 1/2 onces (1.432 kilogrammes).

Diamètre extérieur des quatre premiers ressorts partiels : 5 3/16 pouces (131.8 millimètres).

— — seconds — 2 3/32 — (53.3 —).

Hauteur des quatre premiers ressorts partiels : libres, 6 7/8 pouces (174.2 millimètres); complètement comprimés, 5 1/8 pouces (130.2 millimètres); sous une charge de 3,125 livres (1,417 kilogrammes), 6 pouces (152 millimètres).

Hauteur des quatre seconds ressorts partiels : libres, 5 27/32 pouces (148.4 millimètres); complètement comprimés, 5 1/4 pouces (133.3 millimètres); sous une charge de 3,180 livres (1,442 kilogrammes), 5 3/8 pouces (136.5 millimètres).

Capacité de résistance : premiers ressorts, 6,500 livres (4.570 kilogrammes par millimètre carré); seconds ressorts, 4,000 livres (2.810 kilogrammes par millimètre carré).

Groupe des ressorts :

Hauteurs y compris les plateaux : libre, 7 1/4 pouces (184.3 millimètres); complètement comprimé, 5 1/2 pouces (139.7 millimètres); sous des charges de 12,500 et 16,700 livres (5,670 et 7,575 kilogrammes), respectivement 6 3/8 pouces (161.5 millimètres) et 6 1/8 pouces (155.2 millimètres).

Capacité de résistance : 42,000 livres (29.53 kilogrammes par millimètre carré).

Doit satisfaire aux conditions des §§ 2, 3, 4, 6, 7, 8 et 10.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Compagnie du chemin de fer de Pensylvanie.

SERVICE DE LA TRACTION.

N° 13. — Conditions relatives aux ressorts à pincettes (remplaçant celles datées du 16 mai 1889).

Les ressorts à pincettes désignés dans les commandes par les lettres et numéros donnés ci-dessous seront fournis selon les demandes du service et seront soumis aux prescriptions suivantes :

Conditions générales.

Les fournisseurs de ressorts doivent prévenir le *General Superintendent of Motive Power* à Altoona, lorsqu'ils sont prêts à effectuer une livraison, et ils doivent attendre l'arrivée de l'inspecteur de la Compagnie. Ils sont obligés de fournir des appareils d'essai convenables dignes de toute confiance et doivent donner à l'inspecteur toute l'assistance nécessaire pour lui permettre de visiter et d'essayer rapidement tous les ressorts présentés en réception et d'expédier en une seule fois les pièces acceptées.

Lorsque la demande en sera faite par le laboratoire, l'inspecteur prélèvera les échantillons nécessaires pour l'analyse chimique. Dans ce but, un ressort sera choisi au hasard, on en coupera le collier et on enlèvera une feuille. Le collier et la feuille, convenablement étiquettés, seront envoyés à M. B. Dudley, chimiste à Altoona, Pensylvanie. Les fabricants doivent remplacer le collier et la feuille qui ont été enlevés. L'inspecteur visitera les ressorts au point de vue de l'aspect extérieur et vérifiera les dimensions. S'il relève dans l'une quelconque de ces dimensions une différence égale ou supérieure aux chiffres indiqués ci-après, les ressorts seront rebutés : $^1/_4$ pouce 6.3 millimètres) en longueur et $^1/_8$ pouce (3.2 millimètres) en largeur ; $^1/_{16}$ pouce (1.6 millimètre) dans la largeur et $^1/_{32}$ pouce (0.793 millimètre) dans l'épaisseur du collier ; $^2/_{100}$ pouce (0.508 millimètre) dans l'épaisseur et $^3/_{100}$ pouce (0.762 millimètre) dans la largeur des lames. Seront également rebutés, les ressorts composés d'un nombre inexact de feuilles.

Ensuite, il essayera les ressorts en se conformant aux prescriptions détaillées ci-après. Il rebutera les ressorts dont les hauteurs sous les charges indiquées différeraient de $^3/_{16}$ pouce (4.8 millimètres), en plus ou en moins, des chiffres prescrits. Il en sera de même des ressorts qui se briseront ou présenteront une déformation permanente quelconque. Tous les ressorts qui satisferont aux essais physiques seront expédiés en une fois.

On remettra aux fabricants des plans montrant la construction des différents modèles ; les ressorts doivent être conformes aux indications de ces plans aussi bien qu'aux conditions détaillées ci-après. Comme des modifications peuvent être apportées aux plans, les fabricants devront s'assurer que le numéro et la lettre du plan sont les mêmes que ceux renseignés à la commande. En cas de discordance entre les conditions spéciales et les indications du plan, ces dernières doivent être suivies. Tous les ressorts doivent porter poinçonnés, sur une face latérale du collier, le nom des fabricants, ainsi que le numéro et la lettre du modèle.

Les lames des ressorts doivent être en acier et les colliers en fer forgé. Il est désirable que l'acier ait la composition chimique suivante :

Carbone	1.00 p. c.
Phosphore, pas plus de	0.03 —
Manganèse, —	0.25 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Silicium, pas plus de	0.15 p. c.
Soufre, —	0.03 —
Cuivre, —	0.03 —

Toutefois, les ressorts dont l'analyse indiquerait la composition ci-après seront acceptés :

Carbone, pas moins de 0.90 p. c.; ni plus de	1.10 p. c.
Phosphore, pas plus de	0.05 —
Manganèse, —	0.50 —
Silicium, —	0.25 —
Soufre, —	0.05 —
Cuivre, —	0.05 —

Une analyse des lames et des colliers effectuée suivant la méthode type des chemins de fer de Pensylvanie sera faite aussi souvent que la Compagnie le jugera indispensable à la protection de ses intérêts. Chaque échantillon analysé représentera un nombre déterminé de ressorts — tous les ressorts, si la commande est de peu d'importance — mais, dans tous les cas, jamais plus de vingt ressorts. Si l'échantillon analysé ne satisfait pas aux conditions de composition chimique indiquées plus haut, tous les ressorts représentés par l'échantillon seront renvoyés aux fabricants, qui auront à supporter les frais de transport au retour. Chaque modèle de ressort doit être fabriqué aux dimensions indiquées et résister aux essais prescrits pour ce modèle.

Les renseignements quant au nombre et au modèle des ressorts à pincettes utilisés aux wagons, voitures et tenders, sont indiqués au plan nº 10398, qui sera fourni sur demande. Quand un atelier quelconque a reçu directement des fabricants une fourniture de ressorts, il doit la vérifier aussitôt que possible au moyen de la facture, et si une différence quelconque est relevée, celle-ci doit être signalée au *Superintendent of Motive Power*, à qui la facture non signée doit être envoyée. En aucun cas on ne peut employer aucune partie de la fourniture avant d'avoir reçu le rapport constatant que les ressorts ont satisfait aux essais physiques, si ce n'est en vertu d'une autorisation spéciale du *Superintendent of Motive Power*. Le rapport d'essai doit toujours être joint à l'imprimé *C* lorsque celui-ci est signé.

F.-D. Casanave,
General Superintendent of Motive Power.

Altoona, 6 février 1896.

Exemple de conditions détaillées.

Modèle E 1
(autrefois modèle A)
(figuré au plan nº 10313).

Ressort à pincettes triple, pour suspension de caisse.

Les ressorts doivent avoir 40 pouces (1.016 mètre) de longueur de centre à centre et une largeur totale de 11 3/4 pouces (298 millimètres). Colliers, 3 pouces (76 millimètres) de largeur et 3/8 pouce (9.5 millimètres) d'épaisseur. Doit être composé de cinq feuilles de 3 pouces (76 millimètres) de largeur et 11/32 pouce (8.7 millimètres) d'épaisseur et d'une feuille auxiliaire.

Sous une charge de 4,800 livres (2,177 kilogrammes), il doit conserver une hauteur totale de 9 3/8 pouces (238.5 millimètres) et une distance entre les colliers de 3 3/4 pouces (95 millimètres).

Sous une charge de 5,500 livres (2,495 kilogrammes), la distance entre les colliers doit être de 3 pouces (76 millimètres).

Lorsque les feuilles auxiliaires se touchent, la distance entre les colliers doit être de 2 pouces (51 millimètres).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION EN SECTION

Séance du 24 septembre 1900 (après-midi).

PRÉSIDENCE DE Mr FREDRIK ALMGREN.

Mr le Président. — La parole est à Mr Durant, rapporteur.

Mr Durant, *rapporteur pour tous les pays, sauf les États-Unis.* — Messieurs, la question XVI que j'ai été chargé de traiter a pour but de marquer la place prise aujourd'hui dans la construction du matériel roulant par le métal acier et de montrer par quelles considérations diverses on a été conduit à la substitution progressive de ce métal à la fonte et au fer; c'est une question, comme vous le voyez, assez complexe.

Pour déterminer l'importance actuelle de l'application du métal acier dans les constructions du matériel roulant, il a été envoyé un questionnaire aux compagnies de chemins de fer des divers pays auxquels s'applique mon rapport. Pour les États-Unis d'Amérique, il est fait un rapport spécial.

Le réseau total des compagnies, au nombre de deux cent treize, auxquelles ce questionnaire a été adressé, comporte 225,178 kilomètres de lignes en exploitation; cinquante-neuf compagnies seulement ont répondu, mais il est à remarquer qu'elles représentent ensemble 128,158 kilomètres exploités, c'est-à-dire un peu plus de la moitié du nombre total de kilomètres de lignes en exploitation.

Le résumé des réponses reçues représente donc l'état actuel de l'application de l'acier sur plus de la moitié du réseau total exploité par les compagnies interrogées.

Pour terminer, j'ai exposé sous une forme succincte et tel qu'il résulte des indications contenues dans les parties précédentes l'état actuel de l'emploi de l'acier dans la construction du matériel roulant, locomotives, voitures et wagons.

J'ai dû condenser toutes les réponses dans des annexes, au nombre de trente-deux, suivies de tableaux synoptiques, et j'ai résumé les indications qui y sont contenues dans les quelques pages qui suivent.

J'ai cru devoir diviser ce travail en deux parties :

La première partie s'applique aux locomotives et la seconde aux voitures et wagons.

Je ne lirai pas ce résumé *in extenso*, ce qui, je crois, demanderait plus de temps

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il ne peut m'en être accordé; je le résumerai du moins le plus succinctement possible.

D'abord, je considère le choix des tôles d'acier.

Il résulte des réponses que j'ai pu recueillir sur cette question, que quarante-quatre compagnies de chemins de fer ont employé pour leurs locomotives des chaudières en tôles d'acier et que cinq autres ont continué jusqu'à ce jour l'emploi du fer.

La première application a été faite en 1864; en 1874, dix ans après, il n'y avait encore que quatre compagnies ayant appliqué les tôles d'acier pour les chaudières. Ce nombre s'élève à dix en 1884 et passe à dix-sept en 1889 et à trente-quatre en 1894; il était de quarante-quatre en 1898. C'est donc dans les dernières années surtout que l'emploi de l'acier s'est développé.

Pour ce qui est du foyer proprement dit, à l'exception de deux compagnies seulement qui emploient l'acier, toutes les autres ont conservé l'usage du cuivre rouge.

Le nombre de chaudières sur lesquelles ont porté les applications de tôles d'acier ou de fer fondu est très variable suivant les compagnies.

Le tableau II de l'annexe I à l'exposé indique le degré d'avancement du remplacement du fer par l'acier dans la construction des chaudières de locomotives du plus grand nombre des compagnies.

Les considérations qui ont conduit à l'emploi de l'acier sont à peu près les mêmes pour toutes les compagnies et peuvent être résumées comme suit :

La résistance plus grande de l'acier permet de diminuer l'épaisseur des tôles ou d'augmenter la pression à épaisseur égale.

Les tôles en acier ou en fer fondu sont beaucoup plus faciles à emboutir que les tôles en fer et donnent des surfaces plus propres.

Les tôles d'acier sont plus homogènes.

La considération d'économie a aussi été pour beaucoup dans le choix du métal fondu.

Deux compagnies seulement ont fait usage, à titre d'essai, d'aciers spéciaux pour la tôle de chaudière en employant un métal contenant du chrome et du nickel.

J'examine ensuite les conditions de fabrication des tôles d'acier.

Un tiers environ des compagnies ne spécifient que des essais de réception sans imposer des conditions de fabrication.

Les deux tiers spécifient, en outre, des essais de réception, diverses conditions de fabrication.

Le tableau de l'annexe II indique les appareils de fusion qui sont spécifiés par les quarante-trois compagnies qui imposent certaines clauses de fabrication; c'est le Martin tantôt acide, tantôt basique, qui est imposé.

Les proportions sacrifiées sur chaque lingot sont d'un tiers environ.

Une compagnie interdit le travail des tôles à la température du bleu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant au recuit, il est demandé après laminage par onze compagnies sans indication du mode d'opérer.

Une compagnie donne les détails d'exécution du recuit qu'elle exige.

Le recuit après travail des tôles est demandé par trois compagnies qui spécifient un recuit général après montage provisoire de la chaudière.

Dix compagnies ne demandent que le recuit des tôles ayant été embouties.

Deux de celles-ci demandent que les tôles soient recuites après le poinçonnage.

Une compagnie exige un recuit spécial après que les tôles ont été coupées à la cisaille ou à la presse.

(L'annexe II à l'exposé contient les détails et le tableau synoptique III résume la question.)

Je passe aux conditions de réception des tôles d'acier.

Parmi les grandes compagnies françaises, six ont adopté la formule établissant la relation entre la longueur et la section des barreaux d'essai de traction et permettant la comparaison des résultats obtenus.

Les compagnies étrangères imposent des dimensions très variables pour les barreaux d'épreuve; pourtant, les longueurs comprises entre 200 et 250 millimètres semblent avoir été généralement préférées. De nombreuses compagnies n'imposent aucune dimension aux éprouvettes.

En général, on essaie toutes les tôles présentées; quelques compagnies n'essaient qu'une proportion variable de ces tôles en long et en travers.

Toutes les compagnies qui ont répondu font subir aux tôles des essais de traction.

Les divers autres essais à chaud ou à froid les plus usités sont : le pliage à froid après trempe ou sans trempe (vingt-sept compagnies), le pliage à chaud (treize compagnies), le poinçonnage à froid (onze compagnies), le poinçonnage à chaud (deux compagnies), le poinçonnage et l'élargissement à froid (quatorze compagnies), l'essai à la lime (cinq compagnies), l'emboutissage, calotte sphérique et angle trièdre (quatre compagnies), l'étirage à chaud (trois compagnies), le pliage sur soudure (deux compagnies).

(L'annexe III contient les détails et le tableau synoptique IV résume la question.)

On y voit que la résistance des tôles employées varie depuis la nuance extra-douce 35 kilogrammes à l'acier dépassant la qualité douce, soit 50 kilogrammes.

J'arrive aux calculs et fatigues des tôles en service.

Pour déterminer l'épaisseur des tubes, on se sert généralement de la formule $e = \frac{dp}{2R}$, qui établit une relation entre

e, l'épaisseur de la tôle en centimètres;
p, la pression effective de la vapeur en kilogrammes par centimètre carré;
d, le diamètre intérieur de la chaudière;
R, la fatigue de la tôle en kilogrammes par centimètre carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les coefficients de sécurité extrêmes sont 4 et 9; mais ceux généralement adoptés varient de 5 à 7.

Toutes les compagnies utilisent l'acier doux ou le fer fondu pour les tôles des chaudières. Elles admettent pour la fatigue de ces tôles de 5 à 8.8 kilogrammes par millimètre carré à la pression du timbre, soit de 7 à 10 à la pression d'épreuve hydraulique.

On admet une réduction de résistance de 36 à 44 p. c. pour la rivure simple, à recouvrement.

Elle n'est plus que de 20 à 30 p. c. dans le cas de la rivure double à recouvrements ou à couvre-joints intérieurs et extérieurs.

(L'annexe IV contient les détails et le tableau synoptique V résume la question.)

Voici quelques indications sur le travail des tôles d'acier.

L'emboutissage à la presse en une seule fois est imposé le plus souvent.

L'emboutissage au marteau ou au maillet, quelquefois.

L'emploi du foret pour le perçage des trous de rivets est presque général, avec réserve, quelquefois, d'un alésage ultérieur.

1 compagnie réserve pour l'alésage ultérieur	1 millimètre.
2 compagnies réservent —	2 millimètres.
1 compagnie réserve —	1/5 du diamètre.

Onze compagnies autorisent l'usage du poinçon, dont

1 compagnie réserve pour l'alésage ultérieur	1.5 millimètre.
2 compagnies réservent —	2 à 3 millimètres.
3 — —	3 millimètres.
1 compagnie réserve —	4.7 —
1 — —	6 —

La rivure hydraulique ou mécanique est très souvent imposée.

Le recuit après emboutissage complet est généralement demandé.

Toutes les compagnies acceptent le cisaillage des tôles, mais, pour la mise à la dimension définitive, imposent la machine à raboter ou à fraiser en enlevant de 5 à 12 millimètres.

Cinq compagnies spécifient le recuit des viroles formées et des chaudières finies.

L'étirage à chaud, pour la formation des pinces, est presque toujours demandé.

Trois compagnies forment les pinces par rabotage.

(L'annexe V contient les détails et le tableau synoptique VI résume la question.)

J'ai pensé qu'il était intéressant de demander des renseignements sur la corrosion et la durée des tôles d'acier et de fer fondu, mais on ne paraît pas encore fixé sur la durée relative des chaudières en acier comparées aux chaudières en fer.

Les avis émis sont contradictoires; cette contradiction est justifiée, d'ailleurs, par des conditions différentes qui donnent des eaux plus ou moins mauvaises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les corrosions ont surtout lieu aux joints du bas du corps cylindrique, au-dessus du cadre inférieur du foyer, aux joints des plaques tubulaires.

Les moyens préventifs destinés à restreindre les corrosions généralement employés sont : les garnitures intérieures en cuivre, les garnitures intérieures en tôles minces, les injections de pétrole lourd, les solutions alcalines, les lavages périodiques et l'épuration des eaux et étamage des tôles.

Toutes les compagnies procèdent à des revisions périodiques. De plus, chaque réparation importante entraîne l'essai à la pression hydraulique de la chaudière.

Pour les chaudières n'ayant subi aucune réparation, la revision périodique est opérée comme suit pour dix-huit compagnies :

5 compagnies font des révisions tous les	. . . . .	10 ans.
1 compagnie fait	—	6 —
3 compagnies font	—	5 —
4 —	—	5 à 3 ans.
2 —	—	3 ans.
3 —	—	3 à 1 an.

(L'annexe VI contient les détails et le tableau synoptique VII résume la question.)

Voici l'emploi comparatif de l'acier pour les parties de la chaudière qui ne sont pas soumises à la pression :

20 compagnies utilisent l'acier pour la cheminée.
23 — — pour les rivets.

Les tubes sont très souvent en acier, quelquefois les entretoises le sont aussi.

Le métal employé pour les pièces du châssis est l'acier, presque partout, pour les longerons et bâtis; l'acier moulé ou forgé est employé pour les supports et glissières.

Aucune compagnie, sauf le chemin de fer du Gothard, n'utilise d'acier spécial, mais quelques-unes spécifient la nature de l'acier.

(L'annexe VIII comporte les détails et le tableau synoptique IX résume la question.)

J'examine avec un peu plus de détails l'emploi de l'acier pour les pièces du mécanisme.

Pour les pistons, l'acier est accepté sous la forme forgée ou moulée par les deux tiers environ des compagnies représentées.

Deux compagnies ont remplacé la fonte par le fer forgé. Toutes les autres (un tiers environ) ont conservé l'emploi de la fonte.

Pour les bielles motrices et accouplées, l'usage de l'acier est moins généralisé, le fer restant maintenu dans les deux tiers des compagnies.

Les essieux droits sont généralement en acier.

Il est à remarquer que l'acier au nickel est quelquefois imposé, de même que l'acier au creuset.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant aux essieux coudés, une seule compagnie les a conservés en fer; toutes les autres utilisent l'acier. Parmi ces dernières, il faut noter huit compagnies qui demandent l'acier au creuset, tandis que trois autres imposent l'acier au nickel.

Il y a lieu de remarquer qu'une compagnie spécifie que ses essieux coudés seront trempés et recuits.

Pour les pièces de la distribution, le fer a été maintenu par la majorité des compagnies; il y a lieu, pourtant, d'observer que plus d'un tiers des compagnies spécifient l'emploi de l'acier pour cet usage.

L'acier moulé est employé pour les centres de roues soit définitivement, soit à titre d'essai, concurremment avec le fer matricé par la plupart des compagnies.

Pour les bandages, l'emploi de l'acier est général, mais la nature de l'acier varie suivant les compagnies; tandis que les deux tiers de celles-ci, environ, imposent l'acier Martin ou laissent aux fournisseurs le choix de l'acier, l'autre tiers demande l'acier au creuset.

Il y a encore deux compagnies qui acceptent l'acier Bessemer pour les bandages de locomotives.

(L'annexe IX comporte les détails et le tableau synoptique X résume la question.)

Les conditions de réception pour les pièces d'acier autres que les tôles de chaudières sont les suivantes :

Rivets :

R. = 38 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 30 p. c.
St. = 55 p. c.

Les dimensions des éprouvettes sont très variables suivant les compagnies.

Quelques compagnies demandent, en outre des essais de traction, un pliage à bloc soit à chaud, soit à froid, soit après trempe.

Une autre compagnie impose un pliage à 45° de la tête du rivet sur sa tige.

Quatre compagnies imposent des essais d'écrasement à froid et en long, soit de la barre, soit de la tête du rivet.

Deux compagnies exécutent des essais de soudure.

Deux compagnies font des essais de poinçonnage au travers des barres avec un poinçon conique d'un diamètre égal à celui du rivet.

(L'annexe X contient les détails et le tableau synoptique XI résume la question.)

Entretoises en acier. — Conditions moyennes :

R. = 39 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 26 p. c.
St. = 55 p. c.

(L'annexe XI contient les détails et le tableau synoptique XII résume la question.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tubes à fumée. — Les essais se subdivisent en deux catégories :

1° Essais des tubes entiers à la pression intérieure ou extérieure ;

2° Essais de malléabilité sur des échantillons prélevés sur un certain nombre de tubes de la fourniture.

(L'annexe XII contient les détails et le tableau synoptique XIII résume la question.)

J'arrive aux tôles non soumises à la pression de la vapeur.

Cinq compagnies spécifient trois catégories distinctes comme résistance et qualité, suivant l'usage et l'épaisseur de la tôle. Ces résistances varient de 36 à 55 kilogrammes par millimètre carré, correspondant à des allongements de 33 à 17 p. c. pour des dimensions d'éprouvettes très différentes.

Les dix-sept autres compagnies ne possèdent qu'une seule catégorie, dont les conditions moyennes de l'essai de traction peuvent se résumer comme suit :

R. = 40 kilogrammes par millimètre carré.
Al. = 20 à 22 p. c. pour des dimensions très différentes de l'éprouvette.

Les vingt et une compagnies qui procèdent aux essais de ces tôles imposent également presque toutes des essais de pliage soit à froid, soit à chaud, avec ou sans trempe.

(L'annexe XIII contient les détails et le tableau synoptique XIV résume la question.)

Pour les pièces en acier forgé ou laminé du châssis, les conditions de réception sont pour la traction :

R. = 40 kilogrammes environ par millimètre carré.
Al. = 20 à 22 p. c.
St. = 50 p. c.

Les dimensions des éprouvettes sont différentes suivant les compagnies, ce qui rend l'appréciation de l'allongement imposé difficilement comparable.

Pour les longerons, une compagnie impose, en outre, un essai de pliage à froid à bloc et un essai de soudure.

(L'annexe XIV et le tableau synoptique XV résument la question.)

Pour les conditions de réception des pièces en acier forgé du mécanisme, *voir* l'annexe XV et le tableau synoptique XVI.

Les essais de ressorts se font, soit sur les ressorts montés, soit sur les barres destinées à leur fabrication.

Dans l'essai des ressorts montés, on impose un allongement élastique qui varie de 0.004 à 0.0065, suivant les compagnies et les qualités demandées.

L'essai des lames isolées se fait dans une proportion de 1 à 5 p. c. des lames présentées en réception.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est procédé aux essais de flexion de trois façons différentes. La principale consiste à charger la lame jusqu'à ce que l'allongement élastique des fibres extérieures atteigne un minimum qui varie de 0.005 à 0.008.

(*Voir* l'annexe XVI pour les détails et le tableau synoptique XVII.)

Pour la réception des essieux droits, neuf compagnies imposent le four Martin sans désignation de garniture, sauf pour deux qui demandent la garniture acide.

Trois compagnies prescrivent l'emploi du four à creuset, cinq laissent le choix du four aux fabricants; les autres compagnies ne font aucune spécification sur l'appareil de fusion à employer.

Presque toutes les compagnies procèdent à des essais à la traction; quelques-unes demandent, en outre, des essais de pliage à bloc sur barreaux spéciaux et un essai d'élargissement de trou.

(L'annexe XVII comporte les détails et le tableau synoptique XVIII résume la question.)

Pour les essieux coudés, l'acier Martin est généralement employé avec des conditions de résistance variant de 45 à 50 kilogrammes et un allongement de 25 à 28 p. c.

Quelques compagnies font usage d'aciers spéciaux; ainsi, quatre compagnies imposent l'acier au creuset; deux autres demandent l'acier au nickel; deux compagnies essaient l'acier au chrome et nickel trempé et recuit, l'acier extra-supérieur dit « acier à canon ».

Pour les bandages, les résistances extrêmes demandées pour le métal sont de 50 à 85 kilogrammes par millimètre carré; mais les conditions le plus souvent imposées varient de 68 à 76 kilogrammes par millimètre carré.

Les allongements demandés sont compris entre les extrêmes 12 et 25 p. c., mais sont le plus souvent voisins de 18 à 20 p. c.

Les grandes différences qui existent dans la relation entre la section et la longueur des éprouvettes de traction rendent difficile la comparaison entre les conditions d'allongement imposées.

(L'annexe XVIII contient les détails et le tableau synoptique XX résume la question.)

J'arrive à l'emploi de l'acier moulé.

Sauf deux compagnies, toutes ont plus ou moins utilisé l'acier moulé dans la construction des locomotives.

Les principales considérations qui ont conduit à son emploi sont surtout d'ordre économique, par suite de la résistance supérieure de l'acier moulé par rapport à la fonte; d'où une légèreté relative des pièces similaires. D'autre part, on a pu constater que l'assemblage formé de plusieurs pièces forgées ou laminées par boulons et rivets était avantageusement remplacé par une seule pièce en acier moulé.

Les centres de roues en acier moulé ont été adoptés, au moins comme essai, par la presque totalité des compagnies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une seule compagnie a utilisé l'acier moulé dans la construction des cylindres de locomotives; il a aussi été employé par trois autres compagnies pour les dômes et les sièges de trous d'homme.

L'acier moulé donne lieu à des essais de réception semblables à ceux de l'acier laminé ou forgé pour la traction. Les charges de rupture demandées varient de 40 à 55 kilogrammes par millimètre carré. Ce métal peut être classé parmi les aciers demi doux.

Les allongements imposés varient de 10 à 15 p. c. Cette variation n'est que relative, elle dépend surtout de la section de l'éprouvette et de sa longueur. On peut considérer 15 p. c. comme répondant à la moyenne des conditions.

Pour découvrir les soufflures, le sondage au marteau est seul pratiqué jusqu'à présent.

J'aborde maintenant les voitures et wagons.

Les essieux de voitures et de wagons sont aujourd'hui presque exclusivement faits en acier, et la qualité le plus communément en usage est l'acier Martin; l'acier au creuset est rarement employé.

Les procédés de fabrication en usage sont le forgeage ou le laminage que l'on emploie séparément ou combinés; les essieux sont recuits après les opérations de forge.

On a essayé, ces temps derniers, de tremper les essieux, mais ce traitement n'est pas, jusqu'à présent, entré dans la fabrication courante.

Les essieux terminés de forge sont soumis à des essais de flexion par le choc au moyen d'un mouton de poids déterminé, tombant en chute libre d'une hauteur également déterminée.

Ces essais sont généralement complétés par des essais de traction.

Le rodage préalable des fusées avant la mise en service est peu pratiqué.

Les centres de roues se font encore aujourd'hui en majeure partie en fer ou en fonte et bois; cependant on compte déjà d'assez nombreuses applications de roues en acier moulé ou en acier matricé, soit aux roues de voitures, soit aux roues de wagons.

Les bandages, aussi bien pour les voitures que pour les wagons, se font exclusivement en acier. Cet acier est le plus souvent obtenu au four Martin, quelquefois au Bessemer, très rarement au creuset.

Comme les essieux, les bandages sont, avant emploi, l'objet d'essais au choc au moyen d'un mouton tombant en chute libre; cet essai est complété le plus souvent par un essai de traction. L'essai au choc est quelquefois remplacé par un essai de résistance à la déformation au moyen de la presse hydraulique.

La double trempe n'est pas pratiquée dans la fabrication des bandages de voitures et wagons; la trempe simple est quelquefois appliquée.

L'acier est employé concurremment avec le fer pour la confection des châssis et des différentes pièces de choc et de traction, telles que : crochets d'attelage, barres de traction, guides, balanciers, mouvement de freins, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les chaînes de sûreté sont encore presque exclusivement faites en fer; une seule compagnie emploie des chaînes à maillons en acier sans soudure.

La qualité de l'acier employé pour les châssis est l'acier doux ayant une résistance de 40 kilogrammes environ par millimètre carré.

Les ressorts sont généralement faits en acier Martin, mais un certain nombre de compagnies emploient l'acier au creuset, principalement pour les ressorts de suspension. Il est fait aussi, pour ces derniers, quelques applications d'acier spécial au Wolfram.

La qualité du métal est vérifiée par des essais faits sur les barres ou par des essais faits sur les ressorts finis. Cette prescription n'est pas générale; quand elle est imposée, la vérification consiste à déterminer soit l'allongement élastique du métal en barres, soit la résistance à la déformation des ressorts finis sous une charge déterminée.

On emploie l'acier pour les tôles des panneaux, les montants de caisse et de porte; cet emploi n'est encore fait que par un petit nombre de compagnies.

Quelques applications de fer fondu ou d'acier moulé sont faites pour les consoles et supports.

On a fait aussi en acier moulé des charnières de porte et des porte-lanterne.

L'acier est encore employé pour des tuyaux, des réservoirs, de petites ferrures, etc., entrant dans la confection des appareils de chauffage, d'éclairage et de freins.

Il me reste à parler du rapport de Mr Forsyth, chargé d'étudier la même question, mais pour l'Amérique. Mr Forsyth étant absent, Mr le président de la section m'a chargé de présenter les conclusions de son rapport.

Je n'ai rien trouvé dans ce travail qui fût en contradiction avec les constatations qui précèdent; il est seulement à remarquer que l'emploi de l'acier dans les locomotives est déjà général depuis plus de vingt ans aux Etats-Unis.

Ce rapport contient également quelques considérations très intéressantes sur les essais d'emploi d'acier au nickel pour les essieux et autres pièces du mécanisme des locomotives.

En résumé, le rapport de Mr Forsyth n'apporte aucun changement aux conclusions qui vont suivre.

Avant de présenter ces dernières, je crois devoir exprimer le désir de voir unifier les qualités et les essais demandés pour chaque application, en vue d'arriver à construire vite et économiquement le matériel de traction et de transport des chemins de fer.

J'arrive, messieurs, aux conclusions, ou plutôt à de simples constatations, les seules qu'il me paraît possible de préciser sur une question aussi complexe; il ne semble pas, en effet, étant donnée la diversité des méthodes employées pour la fabrication et la réception des pièces en acier, qu'il soit possible de formuler à ce sujet des règles à suivre et je ne puis que renvoyer, pour répondre à cette partie du ques-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionnaire, aux trente-deux tableaux résumant l'état de la question pour chaque catégorie de pièces.

On ne peut constater également que l'absence de procédés certains pour découvrir les soufflures cachées.

J'ai déposé entre les mains de Mr Sauvage des conclusions que j'ai rédigées seul, le rapporteur américain n'étant pas ici. J'ai analysé son rapport et n'y ai rien trouvé qui fût en opposition avec les indications que je viens de donner. Je crois donc que les conclusions que j'ai rédigées peuvent être admises.

Il est seulement à remarquer qu'en Amérique, d'après le rapport de Mr Forsyth, toutes les chaudières sont, depuis vingt ans, faites en acier. La restriction qu'on pourrait faire pour les chaudières en ce qui concerne la France n'a donc pas sa raison d'être pour l'Amérique. Non seulement il en est ainsi pour les chaudières, mais encore les foyers sont faits en acier, tandis qu'en France les foyers en acier sont l'exception.

Le rapporteur américain indique les raisons de la préférence donnée aux tôles d'acier sur les tôles de fer. Ces raisons sont celles que j'ai indiquées, les résistances des tôles d'acier sont analogues à celles que j'ai données dans mon rapport, l'épaisseur des tôles est déterminée au moyen de la même formule, mais le coefficient de sécurité dont on fait usage en Amérique est un peu plus faible : il est de $4\,^1/_2$ à 5.

Après avoir répondu à un certain nombre de questions que j'ai posées moi-même, le rapporteur américain constate que les indications que j'ai données peuvent être étendues à l'Amérique en ce qui concerne le calcul des tôles, l'emboutissage, le poinçonnage, le rivetage mécanique ou hydraulique, etc.

Il y a cependant à signaler dans son rapport un point très intéressant : c'est celui qui concerne l'acier au nickel, qui paraît être fort employé en Amérique pour les pièces de forge des locomotives. Un certain nombre de lignes en expérimentent l'emploi. Le prix de l'acier au nickel étant élevé, on ne peut dire encore si son emploi deviendra général, mais cet emploi est actuellement prescrit pour les pièces de forge importantes et il est à croire que les qualités que le nickel donne à l'acier auront pour effet d'augmenter les applications de ce métal. Le rapporteur américain parle aussi de l'emploi de pièces en acier moulé pour les locomotives et de l'emploi de l'acier moulé dans la construction du matériel de transport.

Pour le surplus, le rapport américain ne renferme pas de conclusions et je crois donc que celles que j'ai déposées peuvent s'appliquer aussi bien à l'Amérique qu'à la France.

Mr le Président. — Messieurs, en remerciant Mr Durant pour son rapport, je crois pouvoir le féliciter en votre nom pour son bon sens pratique : il n'a pas soulevé ici de questions métallurgiques, il s'est contenté de nous donner des indications précieuses que nous pourrons utilement suivre lorsque nous aurons à demander à l'industrie de nous fournir du matériel, dans la construction duquel nous aurons probablement de plus en plus l'emploi de l'acier fondu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je prie Mr le Secrétaire principal de vouloir bien nous donner lecture du projet de conclusions rédigé par Mr Durant.

Mr Sauvage, *secrétaire principal*. — Voici le projet de conclusions :

« L'acier est aujourd'hui exclusivement employé en Amérique pour la construction des chaudières et de leur foyer, au moins pour les locomotives devant fonctionner dans ce pays.

« Dans les autres contrées, presque toutes les chaudières sont construites en acier, mais les foyers sont rarement en acier.

« On n'est pas fixé exactement sur les corrosions et la durée relative des chaudières en fer et des chaudières en acier; mais il semble acquis que la durée des tôles d'acier ne sera pas inférieure à celle des tôles de fer.

« Les bandages des locomotives et ceux des voitures et wagons sont aujourd'hui tous en acier. Les essieux droits sont aussi presque exclusivement en acier. Les essieux coudés sont toujours en acier.

« L'acier, et souvent l'acier au nickel, est employé pour la plupart des pièces du mécanisme.

« L'acier moulé est employé d'une façon générale dans la construction des locomotives, des voitures et des wagons, pour remplacer avantageusement les pièces en fonte, certaines pièces forgées, des pièces d'assemblage et même des pièces en bronze. »

Mr Bertoldo, Ch. de f. italiens de la Méditerranée. — Dans ce projet, il n'est pas question de l'emploi, assez fréquent depuis quelques années, de l'acier moulé dans la fabrication des roues de wagons et de locomotives. Il serait bon, à mon avis, de dire un mot de cet emploi, car l'usage des roues en fer forgé devient de jour en jour plus rare.

Mr Durant, *rapporteur*. — Je n'y fais pas d'objection. Je crois cependant que l'emploi de centres en acier moulé est encore trop peu général pour qu'on puisse l'indiquer dans les conclusions.

Mr Souschinsky, Ministère des voies de communication, Russie. — Cependant, cet emploi est assez répandu en Allemagne et en Russie. C'est ainsi que, même dans le train impérial, nous avons des roues en acier moulé.

Mr Durant. — Je sais qu'on en emploie et j'ai du reste indiqué la chose dans mon rapport, mais il n'y a pas là un usage général. Il ne me paraît pas que, dans nos conclusions, nous devions nous occuper, sinon d'exceptions, au moins d'emplois peu importants.

Vous remarquerez, messieurs, que le libellé de la question mentionne encore les moyens de découvrir les soufflures cachées dans l'acier moulé. Je n'ai pas parlé de ce point parce que personne ne connaît ces moyens. Je n'aurais pu dire qu'une chose : c'est que l'examen au marteau est encore le seul moyen employé pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

découvrir les soufflures cachées, mais j'ai cru préférable de n'en rien dire. Vous serez sans doute d'accord avec moi qu'il n'y a pas lieu de répondre à cette partie de la question.

Mr Souschinsky. – Je dois encore signaler que l'emploi de l'acier moulé pour les roues est une question délicate. Il faut s'adresser à des usines qui recuisent bien l'acier, car si l'acier n'est pas bien recuit, on trouvera beaucoup de soufflures dans les rayons.

Je dirai encore un mot des essais comparatifs d'acier nickelé et d'acier Martin faits dans les usines Krupp. On a pris des essieux dans lesquels on a fait de petites fentes; l'essieu fabriqué d'acier Martin et n'ayant qu'une très petite fente n'a pas résisté, même à de faibles coups de marteau, tandis que l'acier nickelé s'est bien tenu; il était tenace, doux et s'allongeait comme le fer forgé. Ces essais faits sur une grande échelle ont démontré que l'acier Martin est très délicat, tandis que l'acier nickelé est beaucoup plus résistant; seulement, l'acier nickelé coûte 50 p. c. plus cher.

J'ajoute qu'en Allemagne une grande partie des essieux coudés sont en acier nickelé.

Mr Durant, *rapporteur*. — Nous nous occupons ici de tous les pays. Or, je ne crois pas que l'emploi des centres en acier moulé dans tous les pays soit assez important pour justifier une mention spéciale. Si, cependant, la section était d'un autre avis, je n'y ferais pas d'opposition.

Mr Sauvage, *secrétaire principal*. — La constatation faite par Mr Durant est générale : « L'acier moulé est employé d'une façon générale dans la construction des locomotives, des voitures et des wagons pour remplacer avantageusement les pièces en fonte, certaines pièces forgées, des pièces d'assemblage et même des pièces en bronze. »

Il n'y a aucune mention spéciale, il n'y a pas d'énumération et, par conséquent, cela peut comprendre les roues qui sont des pièces forgées et qui sont d'ailleurs mentionnées expressément dans le rapport même. Si l'on citait les roues ici, il deviendrait peut-être nécessaire d'énumérer les différentes pièces faites en acier moulé, et ce serait la répétition de ce qui est dit dans le rapport.

Mr Bertoldo. — Il s'agit en ce moment de pièces d'une importance exceptionnelle au point de vue du matériel. Il me semble qu'on pourrait dire : « Certaines pièces forgées, notamment les roues. »

Mr Baudry, Ch. de f. de Paris-Lyon-Méditerranée. — Je me permets d'appuyer l'observation de Mr Bertoldo. Les roues des locomotives sont, en effet, des pièces très importantes, et la fabrication des roues en acier moulé qui existe depuis longtemps déjà dans certains pays, en Angleterre, par exemple, qui s'est beaucoup développée en Allemagne, qui est devenue presque exclusive en Autriche, tend à se développer partout. Je puis même vous dire que, bien qu'il n'en ait pas été fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mention dans les réponses au questionnaire, nous avons actuellement 140 locomotives en construction qui auront des roues en acier moulé.

Il y a donc intérêt à constater que la construction de roues en acier moulé est, aujourd'hui, générale dans un grand nombre de pays et qu'elle tend à se développer, comme vous l'indique le fait que je viens de vous signaler.

Mr Sauvage, *secrétaire principal*. — Nous pourrions, après les mots « certaines pièces forgées », ajouter : « y compris les roues ». Cela ne voudrait pas dire qu'on n'emploie pas autre chose.

Mr Souschinsky. — On peut évidemment employer des roues en acier moulé; seulement, il faut prendre soin de bien les recuire. Chez Krupp, on les recuit pendant huit jours et même pendant deux semaines.

Mr Durant, *rapporteur*. — Il est à remarquer que mon rapport ne constate les faits que jusqu'en 1898. Si, depuis lors, des faits aussi importants que ceux qu'on vient de signaler se sont produits, on peut certainement les mentionner et ajouter même « dans ces dernières années ».

Mr le Président. — Je crois que cette dernière ajoute est inutile.

— Le projet de conclusions de Mr Durant est adopté avec l'addition des mots « y compris les roues » après les mots « certaines pièces forgées ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 29 septembre 1900 (après-midi).

PRÉSIDENCE DE Mr ALFRED PICARD.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : Mr L. WEISSENBRUCH.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section*, donne lecture du

Rapport de la 2e section.

(Voir *Bulletin* quotidien de la session, n° 6, p. 4.)

« Mr DURANT donne une analyse de l'important mémoire qu'il a rédigé sur la question. Ce mémoire met en relief la grande importance prise par l'acier ou le fer fondu dans la construction du matériel de traction et de transport.

« En ce qui concerne les chaudières de locomotives, les tôles d'acier se substituent de plus en plus aux tôles de fer. La tôle d'acier est préférée parce qu'elle est plus résistante, plus homogène et moins coûteuse. L'acier spécial, tel que l'acier au nickel, n'est employé pour les chaudières qu'à titre d'expérience exceptionnelle.

« Les tôles d'acier pour chaudières sont généralement fabriquées au four Martin, acide ou basique. Souvent les cahiers des charges spécifient la chute d'une fraction déterminée des lingots. Le plus souvent, toutes les feuilles de tôle sont essayées ; cependant, il y a quelques exceptions à cette pratique.

« On demande pour ces aciers des charges de rupture variant, suivant les administrations, entre 35 et 50 kilogrammes par millimètre carré.

« En service, la charge normale calculée est de 5 à 9 kilogrammes par millimètre carré.

« Le rapporteur donne ensuite quelques détails sur le travail des tôles et sur le traitement des chaudières en service.

« Pour plusieurs pièces de mécanisme, l'acier est très employé, mais le fer est fréquemment conservé pour les attirails de distribution. Pour les essieux droits et coudés et les bandages, l'emploi de l'acier est à peu près universel.

« Les tubes à fumée sont souvent en fer ou en acier.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le rapport donne les conditions d'essais assez variés de ces diverses pièces.

« L'acier moulé se substitue souvent à la fonte ; il remplace aussi des assemblages de tôles et cornières rivées et certaines pièces de forge.

« Pour les corps de roues de locomotives, il est d'un usage fréquent.

« En ce qui concerne le matériel de transport, les essieux et les bandages sont presque toujours en acier, souvent en acier Martin. Les châssis, les attelages et bien des pièces de détail sont, soit en fer, soit en acier. Pour les châssis, on fait usage d'acier doux caractérisé par une charge de rupture d'environ 40 kilogrammes par millimètre carré.

« Mr Durant analyse en dernier lieu le rapport de Mr Forsyth et signale en particulier l'emploi fréquent de l'acier au nickel pour les pièces de forge en Amérique.

« En terminant, il exprime le désir de voir unifier les qualités et les essais demandés pour chaque application, puis il propose enfin un projet de résumé de la question.

« Mr Bertoldo (*Chemins de fer italiens de la Méditerranée*) demande que l'emploi de l'acier coulé pour les centres de roues soit indiqué dans ces constatations.

« Mr Baudry (*Paris-Lyon-Méditerranée*) appuie cette proposition.

« Mr Souschinsky (*gouvernement russe*) signale quelques essais comparatifs d'acier Martin ordinaire et d'acier au nickel, dont il communique les détails.

« En définitive, la section approuve le projet de résumé présenté par Mr Durant, avec une très légère addition. »

Mr le Président. — Ces propositions sont ainsi conçues :

CONCLUSIONS.

« L'acier est aujourd'hui exclusivement employé en Amérique pour la construc-
« tion des chaudières et de leur foyer, au moins pour les locomotives devant fonc-
« tionner dans ce pays.

« Dans les autres contrées, presque toutes les chaudières sont construites en acier,
« mais les foyers sont rarement en acier.

« On n'est pas fixé exactement sur les corrosions et la durée relative des chau-
« dières en fer et des chaudières en acier ; mais il semble acquis que la durée des
« tôles d'acier ne sera pas inférieure à celle des tôles de fer.

« Les bandages des locomotives et ceux des voitures et wagons sont aujourd'hui
« tous en acier. Les essieux droits sont aussi presque exclusivement en acier. Les
« essieux coudés sont toujours en acier.

« L'acier, et souvent l'acier au nickel, est employé pour la plupart des pièces du
« mécanisme.

« L'acier moulé est employé d'une façon générale dans la construction des loco-
« motives, des voitures et des wagons pour remplacer avantageusement les pièces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« en fonte, certaines pièces forgées, y compris les roues, des pièces d'assemblage et « même des pièces en bronze (1). »

Mr le Président. — Je crois devoir rappeler les termes de la question et faire remarquer qu'il n'a pas été répondu à la partie du littera *A*, ainsi libellée : « Conditions techniques de fabrication et de réception. Moyens de découvrir les soufflures cachées. »

Il n'est pas répondu davantage au littera *B* tout entier.

Sir Andrew Fairbairn, Great Northern Railway. — C'est une question de métallurgie tout à fait spéciale, au sujet de laquelle l'expérience ne nous permet pas de nous prononcer.

Mr le Président. — Sans doute, il s'agit ici de métallurgie; mais, quand une compagnie commande des objets en métal, elle doit connaître les qualités ou les défauts de ce métal. Il faudrait donner une autre raison que celle indiquée par Sir A. Fairbairn pour justifier le silence de la section sur ce point. Il serait nécessaire d'indiquer pourquoi les questions sont restées partiellement sans réponse. Cette nécessité s'impose d'autant plus que nos rapports et nos procès-verbaux sont lus attentivement par des ingénieurs de tous les pays.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section*. — On doit dire qu'en réalité il n'y a pas de moyen pratique de découvrir les soufflures cachées. Il y a des procédés très intéressants, mais qui n'ont guère été employés en pratique.

Mr Noblemaire, Ch. de Paris-Lyon-Méditerranée. — J'appuie l'observation de Mr le Président, non pas en ce qui concerne la reconnaissance des soufflures cachées, car c'est extrêmement difficile et chacun fait comme il peut, mais pour les conditions de fabrication et de réception.

Il serait très intéressant d'indiquer les bases extrêmes des procédés et des épreuves auxquelles les pièces sont soumises, épreuves qui sont très variables d'une compagnie à l'autre et d'un pays à l'autre. Il est possible que certaines épreuves soient insuffisantes et d'autres excessives.

Mr Sauvage. — On pourrait peut-être renvoyer au travail très considérable publié par la Commission et qui contient les réponses que l'on peut donner actuellement à la question. Mais il est difficile dans des conclusions sommaires d'indiquer les méthodes de réception qui sont très délicates.

Mr Brière, Ch. de f. de Paris-Orléans. — Si elles sont indiquées dans le rapport, il faut renvoyer à celui-ci.

Mr Noblemaire. — Est-il préférable de faire les essais de réception sur les pièces mêmes ou sur des échantillons de métal prélevés pendant la fabrication?

(1) Prière de tenir compte dans la rédaction définitive de l'addition indiquée plus loin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux systèmes sont-ils également bons? Je n'en sais rien, mais voilà une question à laquelle il me paraît difficile que des hommes compétents ne donnent pas une réponse.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section*. — L'uniformisation des méthodes d'essai est une question très vaste; elle est à l'étude, la solution se prépare peut-être, mais actuellement le Congrès des chemins de fer n'aurait pas qualité pour la trancher. Cela exigerait des études nouvelles et spéciales. La question pourrait être réservée à une prochaine session.

Mr Bélélubsky, Ministère des voies de communication, Russie. — L'unification des méthodes d'essai pour le fer et pour l'acier est à l'ordre du jour du prochain congrès de l'Association internationale des méthodes d'essai. Ce congrès aura lieu en 1901 ou, au plus tard, en 1902; la question de l'unification des méthodes d'essai de l'acier et du fer, ainsi que de l'homogénéité du métal, devrait être discutée d'après les travaux préparatoires de deux commissions internationales.

Mr le Président. — Je ne puis partager l'avis de Mr Sauvage. Il existe en France une commission des méthodes d'essai des matériaux de construction et il y a eu, cette année, un congrès international des méthodes d'essai. La commission française et le congrès se sont, sans aucun doute, livrés à des travaux plus approfondis que ceux auxquels nous pourrions nous livrer ici. Mais leurs études ne donnent pas satisfaction au desideratum que Mr Noblemaire indiquait avec raison, car ces études ont été limitées aux matériaux constitutifs des pièces. Nous ne pouvons donc renvoyer ni aux conclusions de la commission, ni à celles du congrès des méthodes d'essai. Je suis d'autant plus au courant de la matière que j'ai l'honneur de présider la commission française. On s'est toujours occupé des méthodes d'essai des matériaux, mais pas des pièces. Ne faut-il pas, indépendamment des essais sur les matériaux, se livrer à des essais sur les pièces fabriquées? Si l'on ne peut répondre, qu'on dise que la question n'est pas suffisamment étudiée et qu'on la renvoie à une prochaine session.

Sir Andrew Fairbairn. — Un certain nombre de compagnies ont répondu au questionnaire qui réclamait des indications pour le contrôle des pièces et la qualité des produits, mais nous n'avons pas cru, en section, devoir entrer dans le détail de cette question qui touche plus particulièrement à la métallurgie.

Mr Noblemaire. — Faut-il se contenter d'essayer le métal, ou faut-il essayer les pièces?

Dans certaines compagnies, les ingénieurs qui commandent des pièces, se croyant aussi compétents que les métallurgistes qui les fabriquent, croient devoir indiquer en détail les conditions de fabrication, la teneur en phosphore, en silicium, etc. D'autres, au contraire, confiants dans l'expérience des métallurgistes, se contentent de leur dire : « Vous fabriquerez comme vous l'entendez, pourvu que les pièces résistent à certains essais. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une fois que le métal a été fabriqué dans les conditions imposées par la personne qui fait la commande, cela suffit-il? et ne convient-il pas de soumettre les pièces fabriquées, dans leur forme définitive, à des essais spéciaux?

Ne vaudrait-il pas mieux faire l'essai sur la pièce fabriquée que sur les métaux servant à sa confection?

L'essai sur les pièces fabriquées n'est pas toujours possible, car toute pièce soumise à un essai est nécessairement une pièce perdue. On ne peut songer à soumettre à des essais continus que des pièces courantes, comme des bandages, des rails, etc.

Je demanderai qu'on veuille bien indiquer, non pas en entrant dans des détails, car on peut s'en référer au rapport, mais en quelques mots, ce qui est préférable.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section*. — C'est une question importante qui doit être étudiée; elle est tout à fait indépendante de celle qui nous a été posée et qui comporte simplement : « Emploi de l'acier et du fer fondus. »

La question soulevée par Mr Noblemaire viserait non seulement l'acier et le fer fondus, mais embrasserait tous les métaux employés dans la construction des machines. C'est une matière nouvelle très intéressante qui pourrait être soumise à l'examen du congrès dans une prochaine session.

Mr le Président. — Mr le secrétaire principal propose de prendre acte de l'insuffisance des études qu'il était possible de faire dans l'état actuel de la question et de renvoyer cette question à une prochaine session, en l'étendant à tous les métaux employés dans la construction du matériel de traction et de transport.

Des Membres. — Et même de la voie.

Mr le Président. — Les conclusions présentées par la 2e section seraient donc complétées comme suit :

ADDITION AUX CONCLUSIONS.

« Les conditions de fabrication et de réception imposées par les diverses admi-
« nistrations sont indiquées dans le rapport. Aucun procédé pratique ne paraît en
« usage pour découvrir les soufflures cachées.

« Le Congrès émet le vœu que les conditions imposées pour les matières
« premières et pour les pièces fabriquées par les diverses administrations soient
« l'objet d'une étude comparative pour la prochaine session, et qu'on recherche
« notamment si des conditions de réception seules n'offrent pas de garanties suffi-
« santes, à l'exclusion de toute prescription relative aux procédés de fabrication. »

— Cette proposition est adoptée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE

Errata à l'exposé n° 2 par Mr Durant.

Page XVI-9 du tiré à part n° 47 et du *Compte rendu* (page 3947 du *Bulletin* de 1900), 16e ligne du haut, *au lieu de :* « $e = \frac{2R}{dp}$ », *lisez :* « $e = \frac{dp}{2R}$ ».

Page XVI-88 (page 4026 du *Bulletin*), 5e ligne du bas, *au lieu de :* « $\delta = \frac{d}{2k} = p$ », *lisez :* « $\delta = \frac{d}{2k} \times p$ ».

Page XVI-89 (page 4027 du *Bulletin*), 11e ligne du haut, *au lieu de :* « $\delta = \frac{d}{2k} = p$ », *lisez :* « $\delta = \frac{d}{2k} \times p$ ».

Page XVI-91 (page 4029 du *Bulletin*), 9e et 8e lignes du bas, *au lieu de :* « 56 à 65 kilogrammes par millimètre carré », *lisez :* « 5.6 à 6.5 kilogrammes par millimètre carré ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e SECTION. — TRACTION ET MATÉRIEL.

[625.251 & 625.216] QUESTION XVII.

Freins et attelages des voitures et des wagons.

A. *Progrès récents réalisés dans les appareils de frein des voitures et des wagons.*

B. *Progrès récents réalisés dans les appareils d'attelage des voitures et des wagons.*

C. *Essais d'adaptation d'attelages centraux automatiques au matériel européen en conservant les deux buttoirs latéraux.*

Rapporteurs :

États-Unis. — Mr West (Geo. W.), Superintendent of Motive Power, New York, Ontario & Western Railway.

Autriche-Hongrie, Roumanie, Pays-Bas, Luxembourg, Suisse et Allemagne. — Mr Schützenhofer (Victor), conseiller supérieur de construction au ministère I. R. des chemins de fer d'Autriche.

Autres pays. — Mr Doyen, ingénieur principal aux chemins de fer de l'État belge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION XVII.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Exposé n° 1 (tous les pays, sauf l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse, l'Allemagne et les États Unis), par Mr J. Doyen. (Voir le *Bulletin* d'avril 1900, 1er fasc., p. 1146)	XVII — 5
Exposé n° 2 (États-Unis), par Mr Geo. W. West. (Voir le *Bulletin* de juillet 1900, 3e fasc., p. 4661.)	XVII — 27
Exposé n° 3 (Autriche-Hongrie, Roumanie, Pays-Bas, Luxembourg, Suisse et Allemagne), par Mr Victor Schützenhofer (Voir le *Bulletin* d'août 1900, 1er fasc., p. 4961.).	XVII — 55
Discussion en section	XVII — 97
Rapport de la 2e section	XVII — 112
Discussion en séance plénière	XVII — 112
Conclusions	XVII — 113

N. B. — Voir aussi les tirés à part (à couverture brune) nos 15 et 51.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[625.251 & 625.216]

EXPOSÉ N° 1

(tous les pays, sauf l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse, l'Allemagne et les États-Unis)

Par J. DOYEN,

INGÉNIEUR DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE.

FREINS.

MATÉRIEL POUR LES TRAINS DE MARCHANDISES.

En dehors des États-Unis d'Amérique, l'application des freins continus aux trains de marchandises n'est qu'exceptionnelle; généralement, les compagnies de chemins de fer qui sont entrées dans cette voie en sont encore à la période d'essai.

Pour ce qui nous concerne, les points principaux sont donc : l'appareil mis à la disposition du serre-frein et la guérite que doit occuper cet agent.

Nous n'avons pas de progrès récents à signaler dans la timonerie; le frein à huit blocs, bien connu sous le nom de timonerie Westinghouse, n'a pas été dépassé. Ce système, simple, léger, dont toutes les parties sont facilement accessibles, donne une bonne répartition de l'effort de freinage sur les roues, et permet, avec un peu de soin, d'éviter le frottement des blocs desserrés sur les bandages.

La Compagnie de l'Est français calcule les éléments de cette timonerie d'après la règle suivante : la pression des blocs sur les roues doit être égale

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux deux tiers du poids du véhicule en pleine charge, lorsque l'effort exercé sur la manivelle est de 20 kilogrammes.

Bien qu'il ne soit pas récent, il faut signaler l'appareil de manœuvre des freins du Nord français; les vis sont munies de contre-poids, ou de ressorts à déclic, qui activent le serrage et facilitent le travail du serre-frein.

Les blocs en bois ne se rencontrent plus que dans les anciens freins; dans les types nouveaux, l'emploi de la fonte ordinaire est général; l'Ouest français exige de la fonte dure ayant une résistance de 16 kilogrammes.

La guérite et le frein à vis entraînent un surcroît de tare de 600 à 1,000 kilogrammes, et c'est, dans les nouveaux wagons, dans lesquels on a voulu le confort et la sécurité du serre-frein, que cette augmentation de poids est la plus grande.

Or, ces guérites sont mal utilisées; car forcément, un grand nombre de wagons à guérite chôment, dans les voies de garage ou de manœuvres, dans les ateliers de réparation, sur les quais de chargement ou de déchargement; sans aucune utilité au point de vue du freinage; d'autres, en grand nombre aussi, circulent à vide ou incomplètement chargés, ne pouvant fournir qu'un freinage incomplet.

On est donc conduit à avoir un nombre exagéré de wagons à frein à vis, pour être certain de trouver toujours, dans les trains, en wagons complètement chargés, les moyens de freinage qu'exigent les règlements

Les guérites inutilisées représentent, en poids mort, en capital de premier établissement et en frais d'entretien, une charge des plus onéreuses.

On peut même se demander, s'il n'y aurait pas intérêt à se passer de wagons à guérite, en assurant le freinage des trains au moyen de véhicules spéciaux de forte tare, exclusivement utilisés à ce service. Les chemins de fer de l'État belge se préoccupent de cette question et paraissent disposés à entreprendre des essais dans ce sens.

En Angleterre, du reste, il n'existe pas de wagons à guérite. En règle générale on ne trouve, dans le corps du train, que le frein du fourgon; si exceptionnellement, il faut un deuxième frein, on ajoute un fourgon. Dans des circonstances toutes particulières le « North Eastern Railway » procède comme suit :

Quand plusieurs freins sont nécessaires, le garde-frein descend du fourgon et, cheminant le long du train, il serre le nombre voulu de freins à main, avant que le train aborde la pente.

Naturellement, tout ceci exige des conditions d'exploitation spéciales, et nul ne pourrait songer à appliquer ces procédés au freinage des trains sur les lignes à profil sinueux, où se rencontre une succession de pentes et de rampes accentuées.

Aussi, toutes les autres compagnies de chemins de fer possèdent des wagons à guérite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ici, les progrès réalisés sont importants : les simples sièges, juchés sur une paroi des wagons, où les serre-freins étaient exposés à toutes les intempéries et mal protégés contre les accidents, sont remplacés, dans les derniers types, par des guérites, complètement fermées, accessibles des deux côtés du wagon par des marchepieds avec rampes très commodes.

Les guérites n'ont d'abord que trois parois pleines et sont recouvertes d'un toit. La baie, sans porte, est ouverte, tantôt sur le côté, comme dans les wagons du chemin de fer méridional italien et des chemins de fer de l'État belge, tantôt sur le pignon, tels les wagons de l'Ouest français (fig. 10 et 11).

Ces systèmes présupposent que les wagons peuvent toujours être orientés de façon que le vent rencontre les parois pleines.

Les règlements de l'État belge contiennent des prescriptions dans ce sens, mais les nécessités du service ne permettent pas toujours de s'y conformer. Aussi l'État belge étudie l'application à ses wagons de guérites complètement fermées.

On hésite à adopter ces dernières guérites, parce qu'on craint que les serre-freins n'entendent plus assez distinctement les signaux acoustiques, et voici, à cet égard, comment s'exprime la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée :

> Nous avons adopté pour les trains de messageries et de voyageurs une guérite complètement fermée.
>
> Nous avons gardé la guérite ouverte pour les trains de marchandises de petite vitesse, afin que les gardes-freins entendent mieux les appels du mécanicien.

Mais l'expérience d'autres compagnies telle, par exemple, l'Est français, montre que ces craintes sont peu fondées.

La guérite italienne (*voir* fig. 1 à 3) est remarquable par la facilité d'accès qu'elle offre des deux côtés du wagon ; elle laisse libre à l'avant et à l'arrière des paliers, où le serre-frein peut se tenir debout, soit pour se délasser d'être resté longtemps assis, soit pour mieux observer les signaux.

La guérite belge (*voir* fig. 4 à 6) est complètement séparée de la caisse, elle permet ainsi un bâchage parfait et facile du wagon.

Ces deux types ainsi que la guérite ouverte du Paris-Lyon-Méditerranée (*voir* fig. 7 à 9) ont l'inconvénient d'obliger le garde-frein à se tenir debout, en plein air, pendant la manœuvre du frein.

La guérite du Paris-Lyon-Méditerranée n'est accessible que d'un seul côté.

La guérite espagnole (fig. 12 et 13), fermée à l'avant et à l'arrière, est ouverte sur les côtés ; elle est très accessible, mais pendant la manœuvre le serre frein n'est protégé contre les chutes que par une barre mobile.

La Compagnie de l'Est français a adopté, sans hésitation, la guérite fermée. Son premier type (fig. 14 à 16) a l'inconvénient d'être très bas de plafond ; le garde-frein doit s'y tenir constamment assis, l'entrée par la paroi d'about est peu commode. Dans le deuxième type (fig. 17 à 19) l'inconvénient du plafond bas a disparu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais on doit citer comme un modèle, au point de vue de la sécurité et du confort, le dernier type de guérite (fig. 20 à 23) créé par cette Compagnie. On pourrait, toutefois, désirer qu'elle fût séparée de la caisse pour la facilité du bâchage.

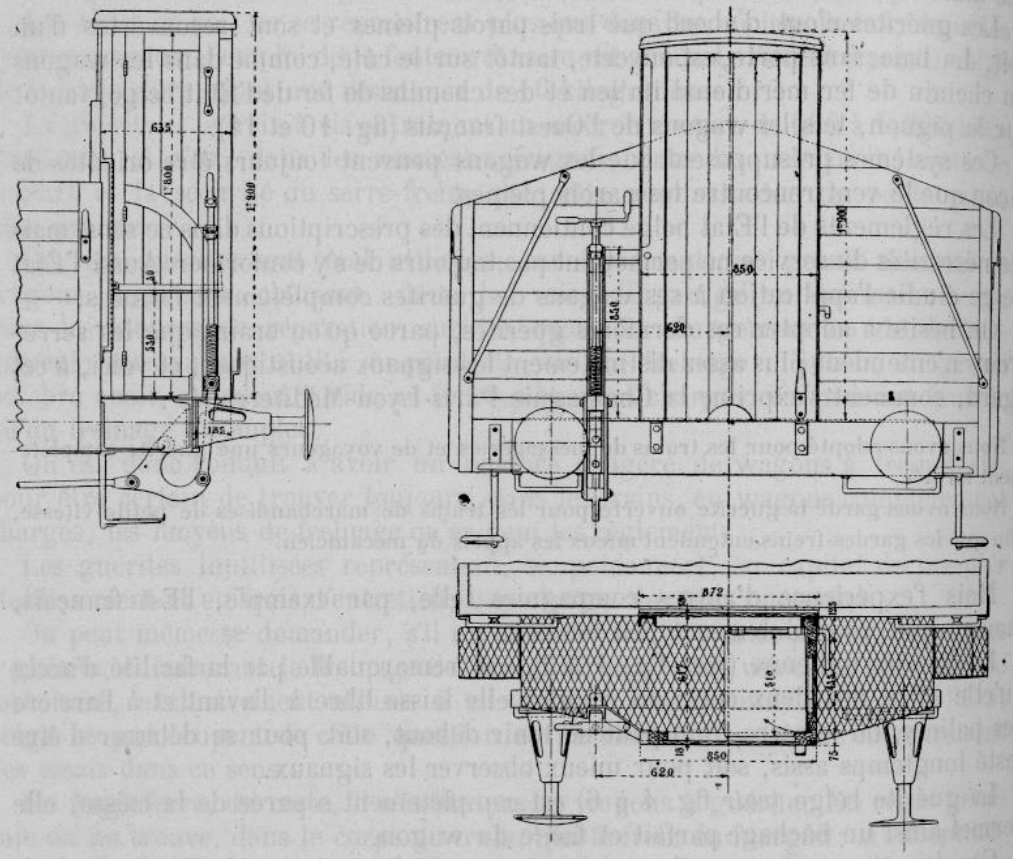


Fig. 1 à 3.

Malheureusement, elle ne pourrait être introduite partout; son toit a une hauteur d'environ 3.10 mètres au-dessus du rail, et en Belgique, par exemple, les installations des charbonnages raccordés, ne permettent pas de dépasser la hauteur de 2.70 mètres pour les wagons ouverts. Pour les wagons fermés, qui ne circulent pas sur ces raccordements, nous avons pu adopter la guérite figurée aux figures 24 à 26.

La guérite fermée (fig. 27 à 29) de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée est très intéressante, le siège mobile sur deux rails permet de faire ouvrir les portes vers l'intérieur de la guérite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A ses nouveaux wagons, le chemin de fer méridional italien applique des guérites complètement fermées.

Les compagnies françaises de l'Est, du Nord, de l'Ouest et de Paris-Orléans, ainsi que, d'autre part, les chemins de fer de l'État belge, admettent qu'un serre-frein puisse desservir les guérites juxtaposées de deux wagons.

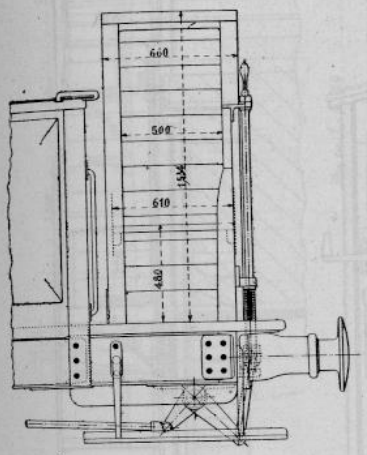


Fig. 4.

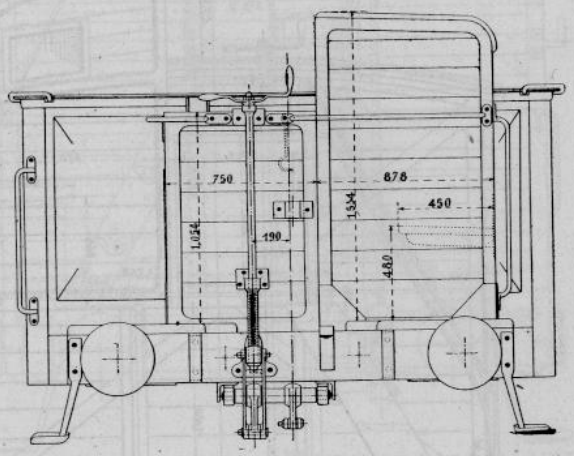


Fig. 5.

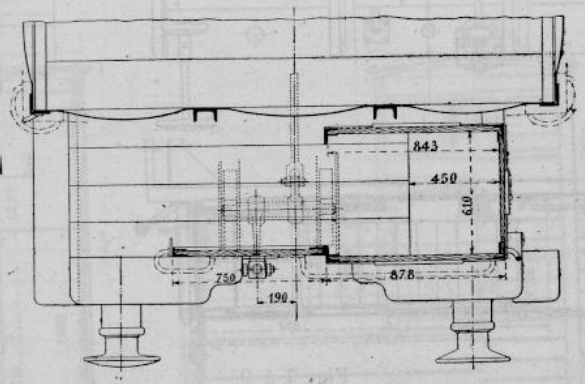


Fig. 6.

A l'Est et à l'État belge, des mains-courantes et des petites plates-formes faisant saillie sur le pignon du wagon facilitent le passage d'un wagon à l'autre. Grâce à la forme spéciale des guérites de l'Ouest, le serre-frein n'est pas obligé de quitter, pour cette manœuvre, le wagon qu'il occupe ; debout, sur la plate-forme et appuyé contre la rampe, il peut actionner le volant du deuxième frein (fig. 10 et 11).

Le système de frein avec contre-poids ou ressort de la Compagnie du Nord permet une manœuvre bien plus commode ; une corde, passant sur des rouleaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de renvoi, est attachée à la poignée de déclic du deuxième wagon; il suffit au garde-frein d'agir sur cette corde, pour provoquer la descente du contre-poids ou la détente du ressort, et obtenir ainsi le serrage du deuxième frein.

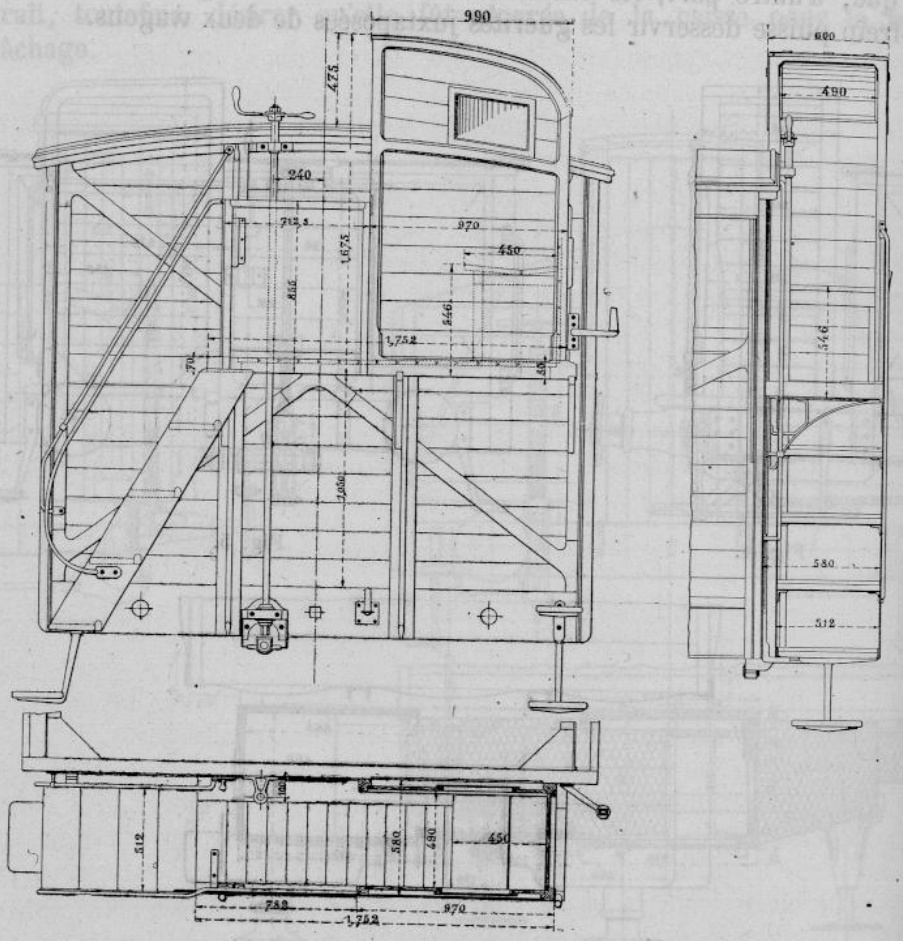


Fig. 7 à 9.

En Angleterre, quand deux fourgons sont contigus, leurs freins sont desservis par un seul agent, qui passe de l'un à l'autre, par les marchepieds.

A la descente des longues pentes, la charge du train est limitée par les moyens de freinage dont on dispose; en Belgique, on admet qu'il est désirable de ne pas avoir plus de cinq freins desservis dans un même train; on estime que lorsque ce chiffre est dépassé, il est difficile d'obtenir des agents une simultanéité d'action suffisante pour éviter les réactions violentes entre les wagons et les ruptures d'attelage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

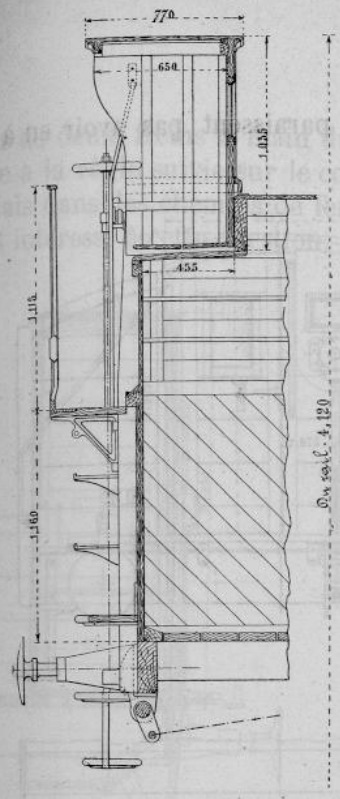


Fig. 10.

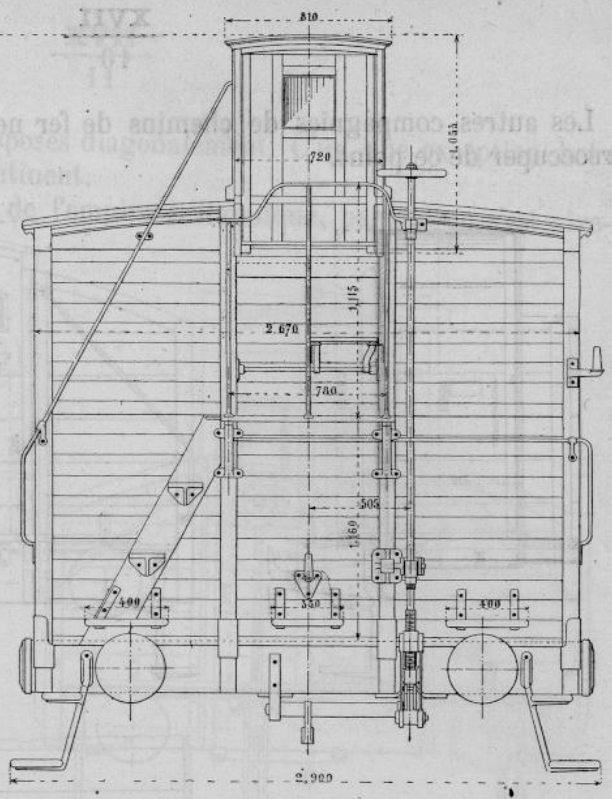


Fig. 11.

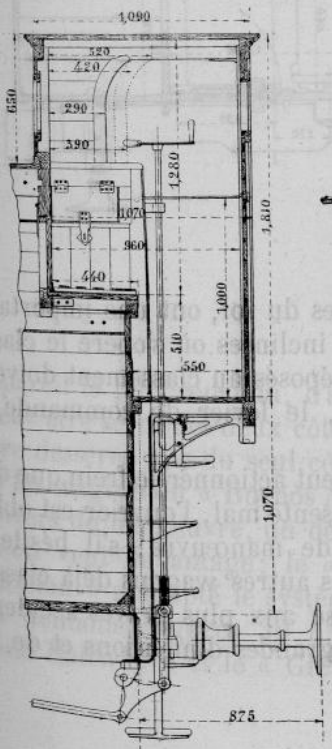


Fig. 12.

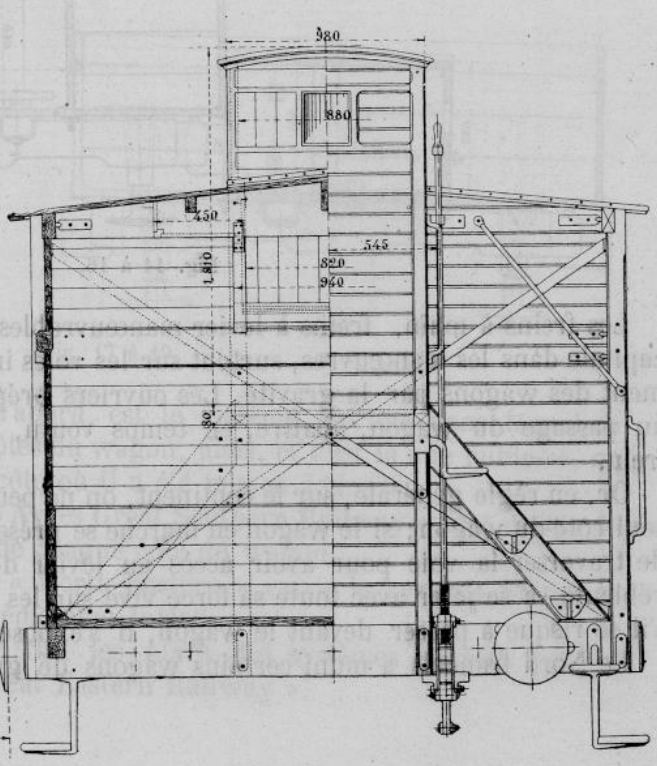


Fig. 13.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les autres compagnies de chemins de fer ne paraissent pas avoir eu à se préoccuper de ce point.

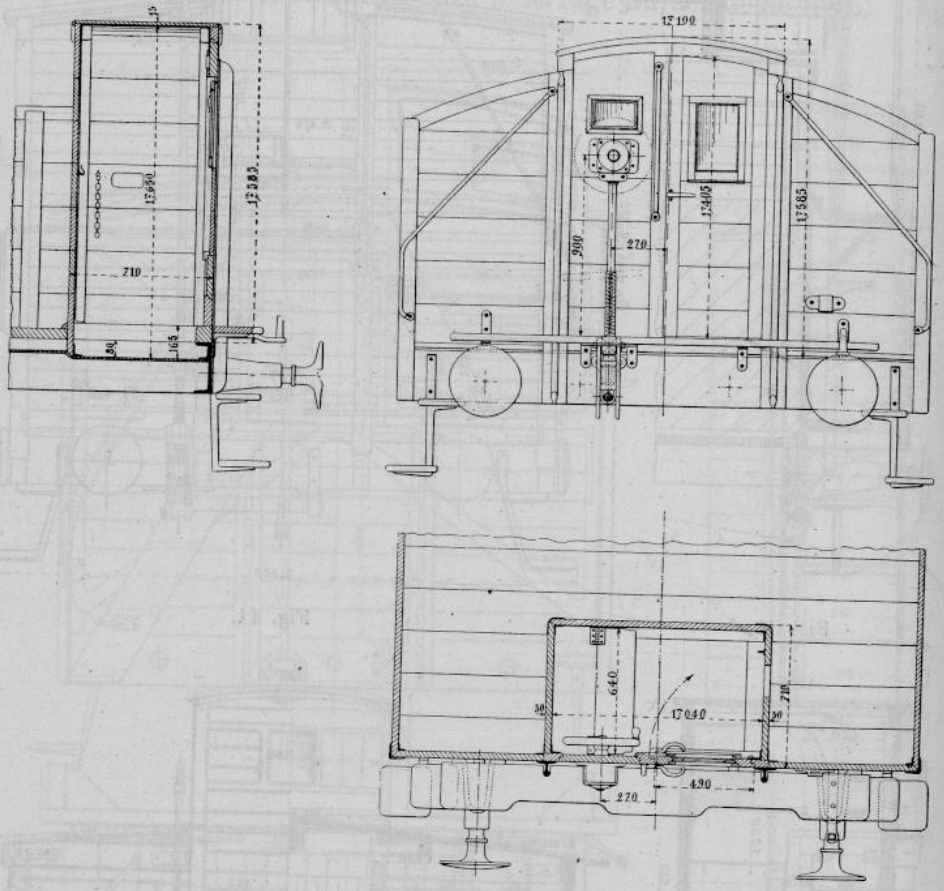


Fig. 14 à 16.

Les freins à main, freins à levier manœuvrables du sol, ont une importance capitale dans les manœuvres, surtout sur les voies inclinées où s'opère le classement des wagons par la gravité. Les ouvriers préposés au classement doivent, au passage du wagon, abattre, en temps voulu, le levier de commande du frein.

Or, en règle générale, sur le continent, on ne peut actionner le frein que d'un seul côté du wagon; si le wagon en marche se présente mal, l'ouvrier est obligé de traverser la voie pour avoir accès au levier de manœuvre; s'il hésite, le véhicule va se jeter avec toute sa force vive sur les autres wagons déjà classés; s'il se risque à passer devant le wagon, il s'expose aux plus graves accidents.

Le Nord français a muni certains wagons de grandes dimensions et de fort

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poids de deux freins à main disposés diagonalement. C'est une exception heureuse à la règle suivie sur le continent.

Mais dans les chemins de fer de l'empire britannique, partout on s'est vivement intéressé à cette question.

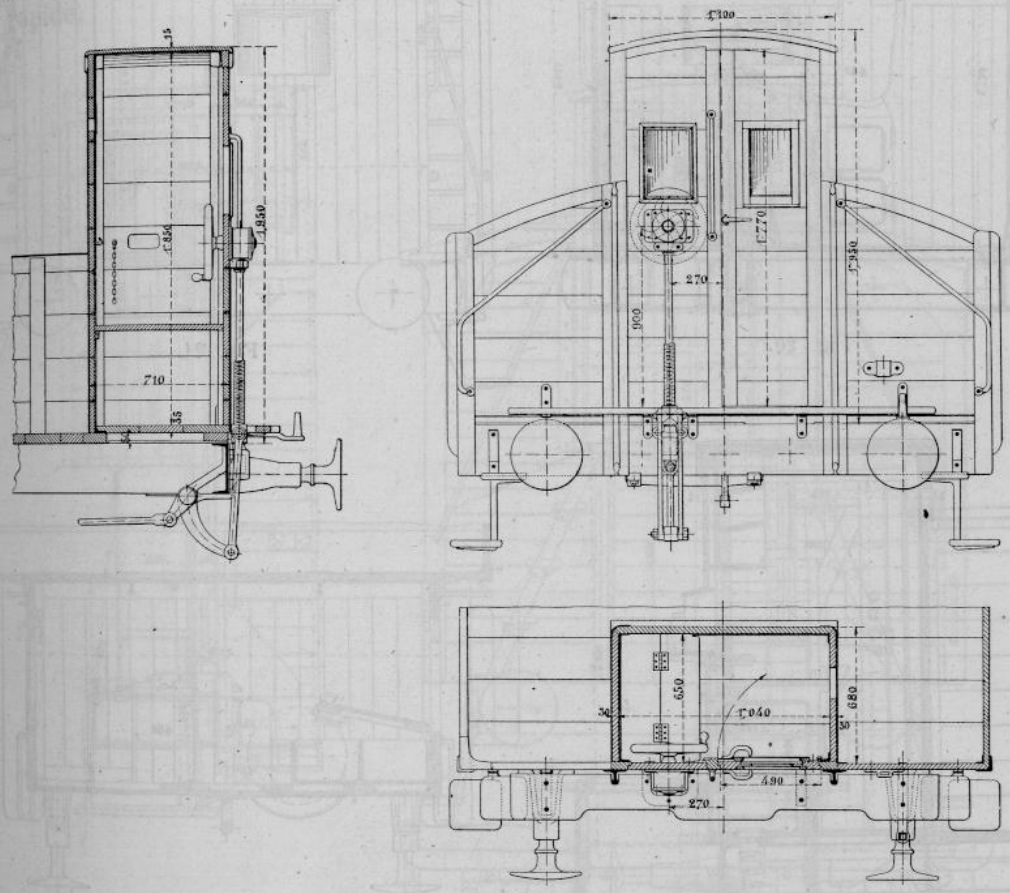


Fig. 17 à 19.

L'appareil le plus répandu, d'abord, est le système Morton, dans lequel le frein peut être serré des deux côtés du wagon, mais, et c'est là une faiblesse, ne peut être desserré que du seul côté où il a été mis en action.

Tous les wagons du « Buenos Ayres Great Southern Railway » sont munis de deux leviers de manœuvre, un de chaque côté du wagon.

Déjà on veut davantage; le « North Eastern » essaie le système Stone, le « Caledonian » a adopté le système Mac Intosh.

Nous donnons, figures 30 à 35, les plans des systèmes adoptés par le « Midland Railway » et le « Great Eastern Railway ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

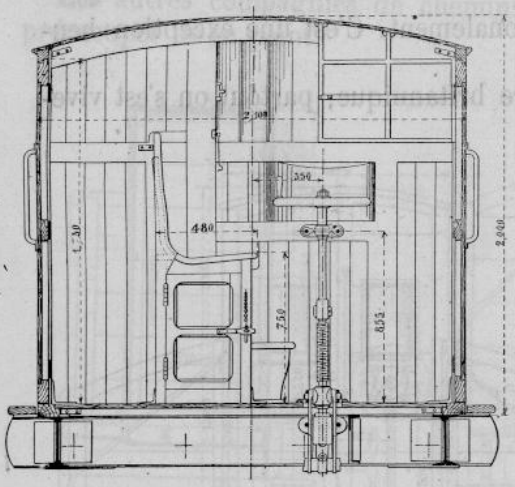


Fig. 20.

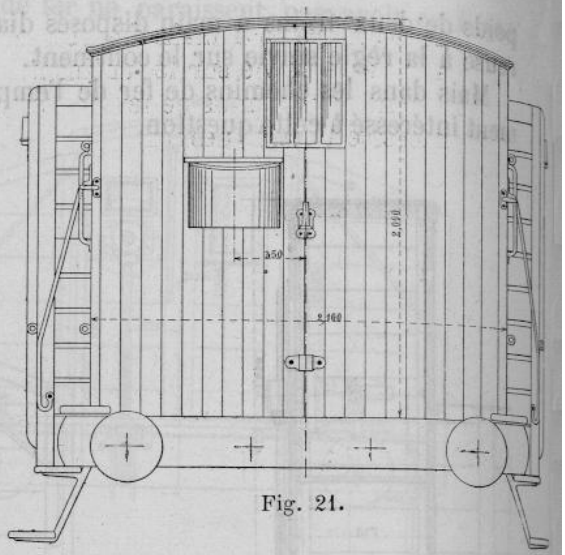


Fig. 21.

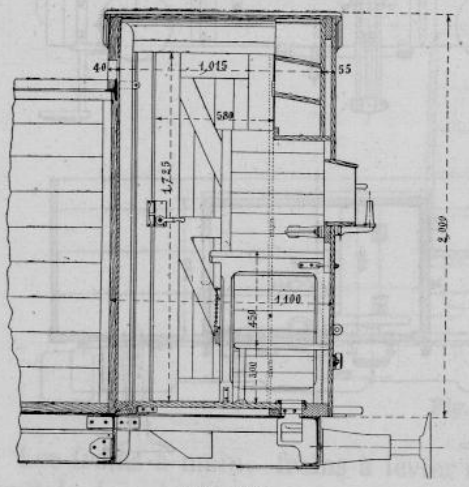


Fig. 22.

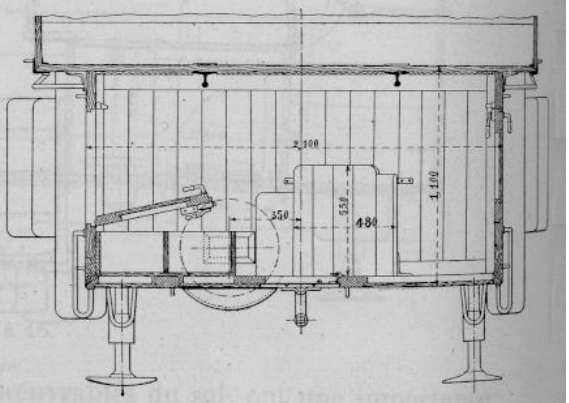


Fig. 23.

Ces appareils, de même que celui en usage sur le « London & South Western », peuvent être serrés ou desserrés des deux côtés du wagon.

Toutes ces compagnies se félicitent des heureux résultats obtenus; le gouvernement britannique se propose, du reste, de rendre obligatoire l'emploi d'appareils de l'espèce.

En ce qui concerne l'application des freins continus aux trains de marchandises, les deux réponses les plus intéressantes sont celles des « Cape Government Railways » et des « New South Wales Government Railways »; les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

premiers freinent tous leurs trains de marchandises au moyen du frein à vide non automatique; malheureusement, nous n'avons obtenu aucun renseignement sur la composition de ces trains et sur le nombre maximum d'essieux qu'ils peuvent contenir; les seconds ont armé leur matériel du frein Westinghouse rapide.

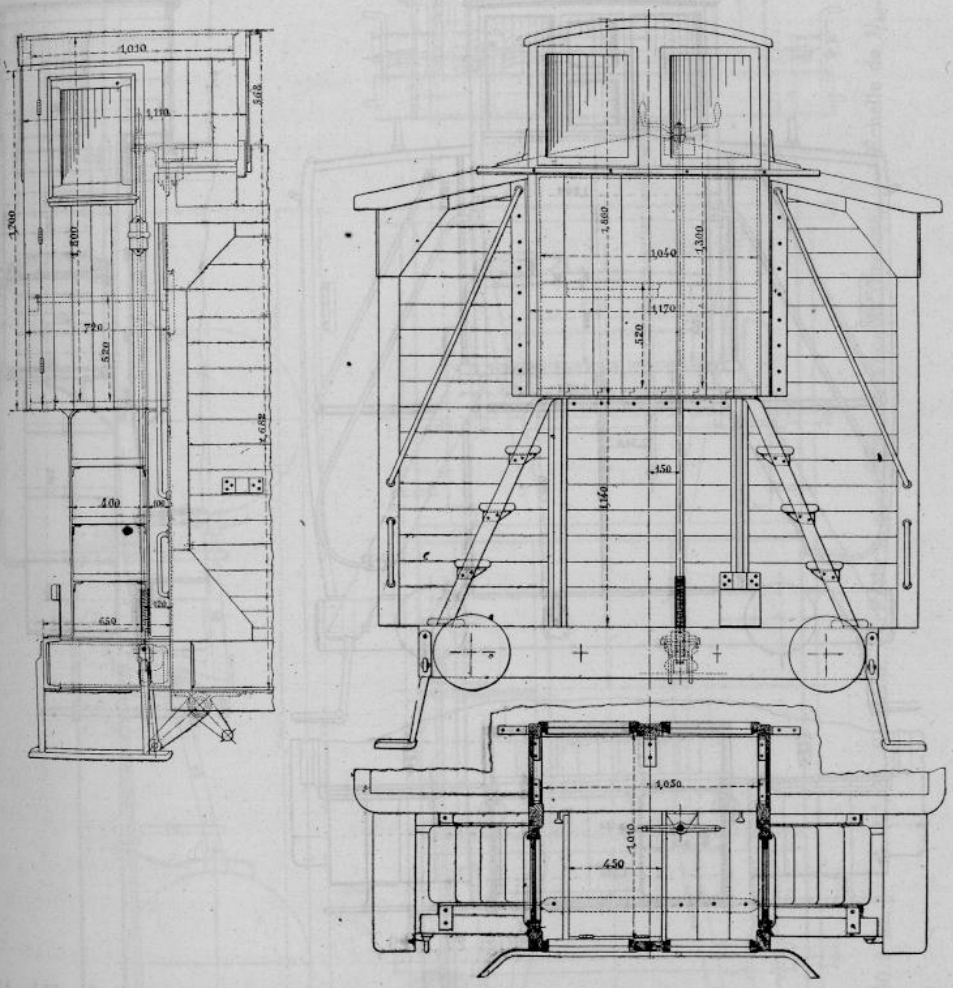


Fig. 24 à 26.

Presque tous leurs wagons possèdent le frein complet; les autres, en petit nombre, portent la conduite de continuité; dans les trains, au moins 70 p. c. des véhicules sont munis du frein complet.

La pression des blocs sur les roues est de 75 p. c. du poids du véhicule vide; on admet dans les trains 140 essieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En Russie, des trains de 110 essieux sont soumis à des efforts de freinage de 80 p. c. du poids vide.

Ce sont là des données remarquables; en Belgique, nous n'avons pas dépassé 100 essieux, avec un effort de 60 p. c. du poids vide.

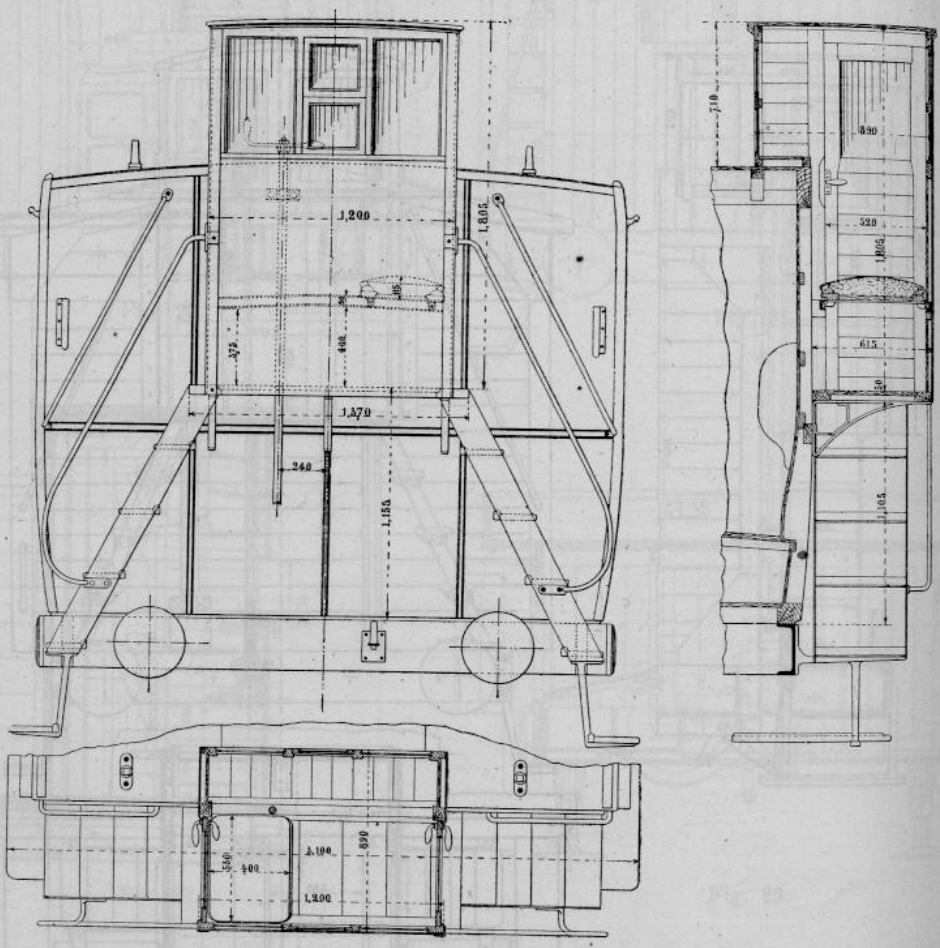


Fig. 27 à 29.

La Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée freine au moyen du Westinghouse-Henry, ses trains de marchandises à grande vitesse; la charge maximum est de 24 véhicules, soit 48 à 72 essieux; l'effort de freinage est considérable: « Pour un jeu moyen de sabots et à trois quarts de charge, de 94 à 106 p. c. »

La Compagnie de l'Ouest français possède aussi quelques trains de marchandises à marche rapide, dont tous les véhicules sont armés du frein Westinghouse; l'effort de freinage varie de 80 à 90 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

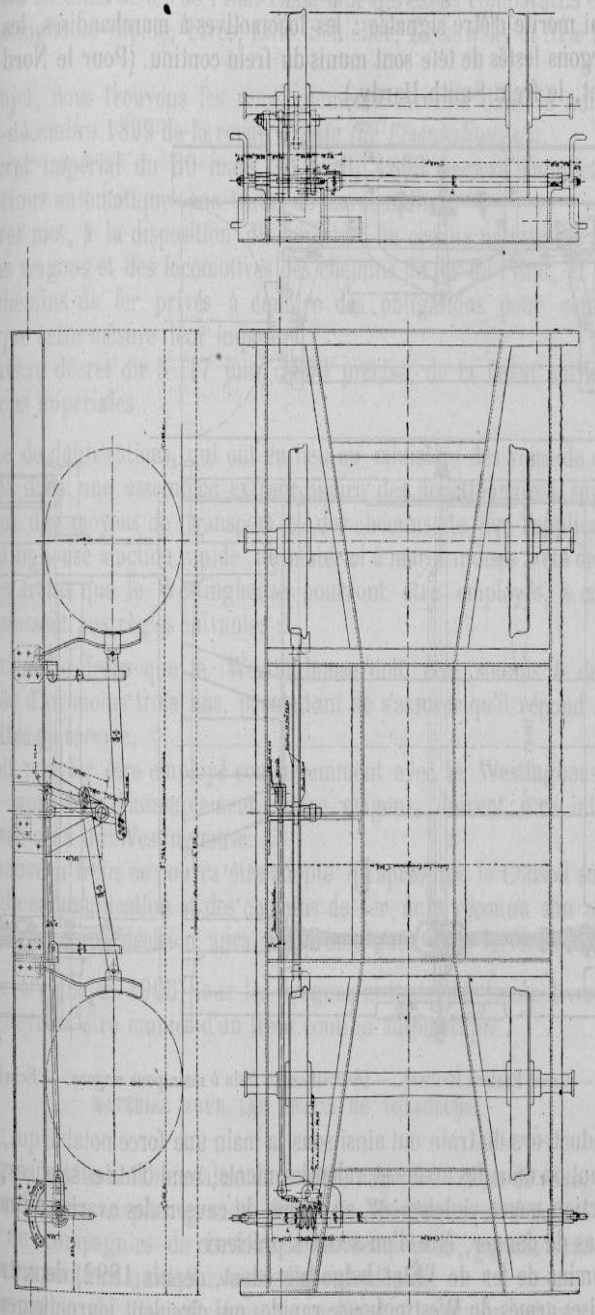


Fig. 30 à 32. — G. W. R. Swindon. — Frein à main système Thomas (breveté). — Échelle de 1/40.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette dernière Compagnie, ainsi que celle du Nord français ont adopté une mesure qui mérite d'être signalée : les locomotives à marchandises, les tenders et les fourgons lestés de tête sont munis du frein continu. (Pour le Nord, jusque maintenant, le frein Smith-Hardy.)

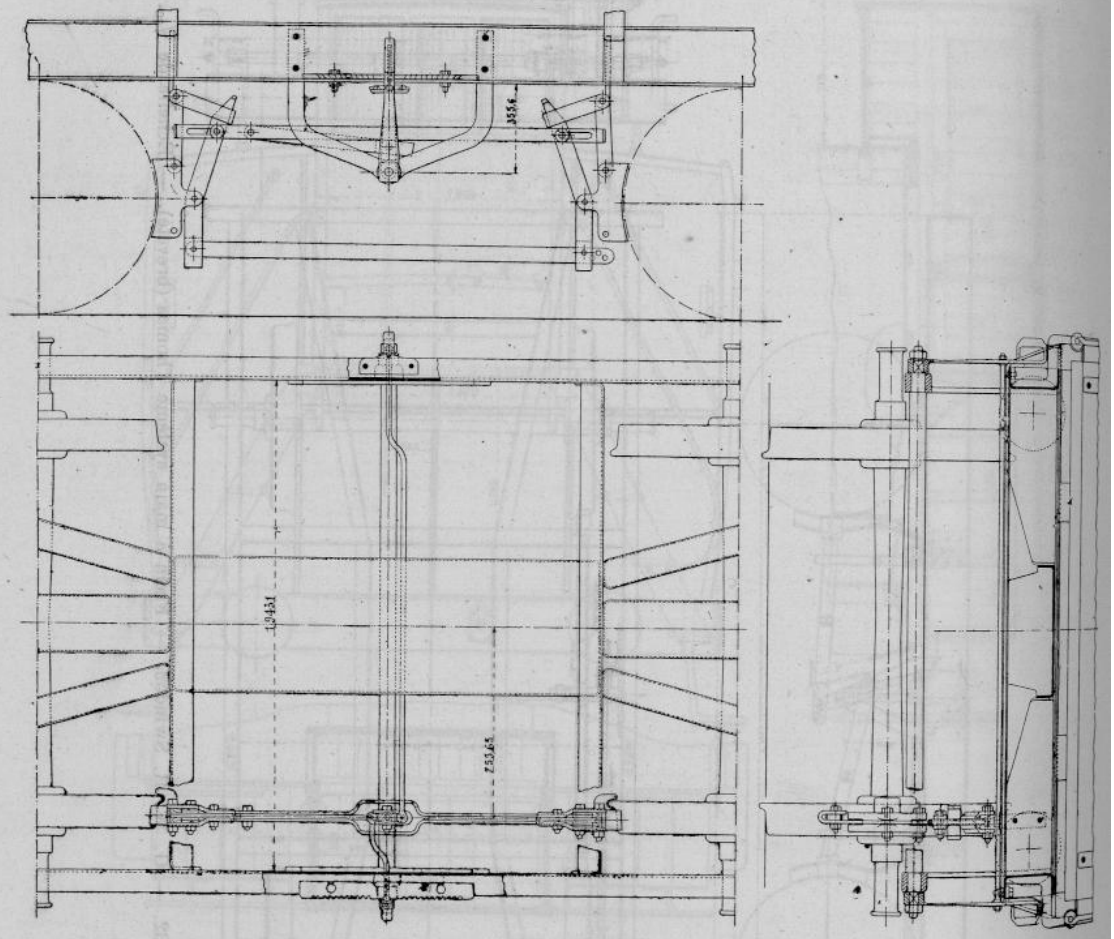


Fig. 33 à 35. — Great Eastern Railway. — Disposition du frein à main pour wagons. — Échelle de $^1/_{32}$.

Les conducteurs du train ont ainsi sous la main une force notable qui, maniée avec précaution dans les arrêts et ralentissements, rend d'utiles services, et qui, mise en action même violemment, au risque de causer des avaries au matériel, peut, en cas de danger, être d'un secours précieux.

Les chemins de fer de l'État belge possèdent, depuis 1892, deux trains de marchandises armés du Westinghouse rapide, qui circulent journellement entre Ostende et Bruxelles ; les résultats donnés par ce long essai sont des plus favorables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, les chemins de fer de l'État russe font des essais comparatifs entre les freins Westinghouse rapide, Fives, Lille, Schleifer, Lipkowsky et *New York air Brake*.

A ce sujet, nous trouvons les renseignements suivants dans le numéro de novembre-décembre 1899 de la revue *Archiv für Eisenbahnwesen*.

Un décret impérial du 30 mars (11 avril) 1899 prescrit l'application de freins continus automatiques aux trains de marchandises.

Ce décret met, à la disposition du ministre, les crédits nécessaires à l'équipement des wagons et des locomotives des chemins de fer de l'État, et il autorise les chemins de fer privés à émettre des obligations pour couvrir les dépenses que cette mesure leur imposera.

Un nouveau décret du 5 (17 juin) 1899 précise, de la façon suivante, les prescriptions impériales .

En suite de délibérations, qui ont eu lieu au ministère des voies de communication et dans une assemblée extraordinaire des fonctionnaires supérieurs des services des moyens de transport et des chemins de fer, l'application du frein Westinghouse à action rapide au matériel à marchandises a été ordonnée.

D'autres freins que le Westinghouse pourront être employés, à condition qu'ils satisfassent aux règles suivantes :

a) Tout autre frein que le Westinghouse doit être soumis à des essais d'une durée d'au moins trois ans, permettant de s'assurer qu'il répond à toutes les nécessités du service.

b) Il doit pouvoir être employé concurremment avec le Westinghouse.

c) Les appareils d'accouplement, entre wagons, doivent être interchangeables avec ceux du Westinghouse.

d) Le nouveau frein ne pourra être adopté qu'après que le Conseil supérieur des voies de communication et des chemins de fer aura reconnu son efficacité pratique et que cette décision aura été promulguée dans la forme ordinaire.

Avant le 1er janvier 1905, tous les wagons et toutes les locomotives à marchandises devront être munies d'un frein continu automatique.

MATÉRIEL POUR LES TRAINS DE VOYAGEURS.

Le progrès le plus notable réalisé dans le freinage des trains de voyageurs est l'extension de plus en plus grande du frein Westinghouse à action rapide. Beaucoup de compagnies de chemins de fer remplacent, par cet appareil, les anciens freins continus qu'elles avaient d'abord adoptés.

La Compagnie du Paris-Orléans a appliqué à certains trains le frein Lipkowsky.

Les « New South Wales Government Railways » et « South Australia

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Government Railways » ajoutent à leurs timoneries des appareils dénommés *slack-adjuster* (1) dont le but est de régler automatiquement la distance entre les blocs desserrés et les roues, quelle que soit l'usure des blocs. On sait combien il importe de maintenir cette distance entre certaines limites; le frein Westinghouse avec cylindre à simple piston, par exemple, ne jouit de sa pleine efficacité que si, lors du serrage, la course du piston est comprise entre 100 et 200 millimètres. En dessous de 100 millimètres, on s'expose à la perte de l'air par la rainure de fuite du cylindre; au-dessus de 200 millimètres, la pression de freinage diminue notablement; elle deviendrait même nulle, si le piston arrivait jusqu'à fond de course.

La façon dont beaucoup de règlements de chemins de fer sont libellés à cet égard peut donner lieu à des mécomptes; ils prescrivent de conserver la distance entre les blocs desserrés et les roues dans certaines limites, les mêmes pour tous les véhicules.

Ces prescriptions seraient logiques, si tous les véhicules avaient la même tare, ou si, pour chaque espèce de véhicule de tare uniforme, on possédait des cylindres à frein de dimensions telles que le rapport entre la surface du piston et la tare du véhicule fût constant pour tout le matériel.

En pratique, ces conditions ne se rencontrent pas; une bonne construction exige donc que, pour chaque espèce de véhicules, la timonerie soit établie de façon à obtenir l'effort de freinage voulu, pour une course du piston de 100 millimètres et avec des blocs de frein neufs; on choisit le cylindre à frein d'un diamètre tel, que la distance entre le bloc neuf et la roue soit suffisante pour donner un bon desserrage.

Il suffit alors de prescrire que les freins seront réglés de façon qu'au serrage la course du piston soit maintenue, toujours, entre 100 et 200 millimètres.

On conservera ainsi un rapport suffisamment uniforme entre l'effort de freinage et la tare de chaque véhicule pour que les réactions désagréables entre wagons soient évitées, même lorsque les trains sont composés de véhicules de types très variés.

Pour éviter ces réactions, on prescrit généralement le desserrage des freins, quelques moments avant l'arrêt complet; l'État belge obtient de bons résultats de la disposition suivante : le trou d'échappement de la triple valve de la locomotive est bouché; le frein de la locomotive reste donc serré et complète l'arrêt, pendant que les freins du train, desserrés, permettent aux attelages de reprendre leur tension normale.

Au point de vue de la charge maximum des trains de voyageurs, les chiffres les plus intéressants sont les suivants : en France, on admet généralement 24 véhicules, c'est-à-dire 48 à 72 essieux; en Belgique, 25 véhicules compor-

(1) *Traité d'exploitation des chemins de fer*, de MM. Flamache, Huberti et Stévart, tome IV, page 394.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tant au plus 60 essieux ; le chemin de fer Nicolas, en Russie, autorise 80 essieux.

Bien qu'il y ait tendance à l'extension de l'application de la traction discontinue au matériel à voyageurs, nombreuses sont les compagnies de chemins de fer qui conservent la traction continue.

L'Est français a abandonné ce système en 1892 et l'État belge en 1880 ; il est digne de remarque que cette réforme a suivi de près la généralisation des freins continus.

C'est que la traction continue se prête moins bien que l'autre à l'amortissement, sans choc, des réactions qui se produisent dans le corps du train ; avec elle, en effet, les trains ne peuvent se détendre que sur la seule longueur de la course du ressort de traction (6 centimètres environ), tandis qu'avec la traction discontinue, la détente peut se faire sur une longueur égale à $2nc - 1$, n étant le nombre de véhicules et c la course des ressorts de traction.

La Compagnie de l'Est français a fait des observations très intéressantes à cet égard :

Nous avons, en effet, reconnu que la traction continue, adoptée à une époque où il n'y avait pas de frein continu, était défavorable au freinage continu, au point de vue des ruptures d'attelage.

Les ruptures d'attelage sont généralement causées par les réactions qui se produisent au moment de l'arrêt dans les trains de forte composition.

Ces réactions sont dues à la détente des ressorts de choc qui se trouvent comprimés pendant la période de serrage, parce que le frein Westinghouse développe, d'une façon presque instantanée, son effort maximum sur chaque véhicule, tandis que la commande du serrage exige un temps appréciable pour se transmettre d'un véhicule au suivant ; il en résulte un arrêt relatif de chaque véhicule par rapport à celui qui le suit et, par suite, une compression des ressorts de choc qui emmagasinent ainsi une partie de la puissance vive développée entre les véhicules par ces mouvements relatifs ; la force vive ainsi emmagasinée est d'autant plus considérable que le nombre des véhicules du train est plus grand et que l'arrêt est plus rapide, et elle est susceptible, dans certaines conditions, notamment en cas de desserrage trop brusque, de provoquer des réactions et des ruptures d'attelage.

Les ruptures d'attelage, en cas de réactions à l'arrêt, se produisent généralement sur les premières voitures du train ; un relevé statistique, établi récemment à ce sujet, nous donne les renseignements suivants :

1° L'attelage rompu se trouve plus de 6 fois sur 10 (6.2) dans le premier quart du train ;

2° La composition moyenne des trains dans lesquels se sont produites les ruptures est de 17 voitures, la place moyenne de l'attelage rompu est entre la quatrième et la cinquième voiture.

D'autres compagnies de chemins de fer, employant la traction continue, n'établissent aucune corrélation entre les ruptures d'attelage et les effets des freins continus ; cependant, presque toutes ont constaté que ces ruptures se produisent généralement vers la tête du train.

Qu'il nous soit permis de donner l'hypothèse que ces phénomènes suggéraient à un homme très compétent en matière de freinage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les expériences de Douglas-Galton ont montré que le coefficient de frottement entre le bloc et la roue diminue quand la durée d'application des freins augmente ; à la vitesse de 70 kilomètres, cette diminution peut atteindre, pendant les cinq premières secondes, 38 p. c. de la valeur du coefficient ; comme elle est surtout sensible au commencement du freinage, on peut admettre qu'on perd au moins 10 p. c. pendant la première seconde, 9 p. c. pendant la deuxième, etc.

Il arrive donc toujours, lors de l'application des freins, que le serrage diminue vers la tête du train pendant qu'il se complète à l'arrière ; plus le train est long et moins le frein est rapide, plus ce phénomène s'accentue ; la tête du train reprend de la vitesse sous la poussée des buttoirs comprimés par le puissant effort initial de freinage, tandis que la partie de queue est de plus en plus enrayée ; on conçoit les chocs et même les ruptures, si l'appareil de traction n'a pas une élasticité suffisante.

Généralement, les compagnies de chemins de fer font encore accompagner par des gardes-freins les trains munis de freins continus ; elles ne prennent alors, pour la descente des longues pentes, d'autres précautions spéciales que de limiter la vitesse et de placer sur les machines des appareils contrôlant cette vitesse.

Les Méridionaux italiens, sur la pente de 25 millimètres et de 8 kilomètres de longueur qu'on rencontre entre Bologne et Florence, prescrivent, en outre, qu'un train ne peut quitter une gare avant que la gare suivante ait annoncé par le télégraphe l'arrivée du train précédent. Le service sur cette ligne a été assuré jusqu'en ces derniers temps au moyen du frein à vide non automatique ; un véhicule sur deux devait être pourvu d'un frein à vis desservi par un garde-frein.

La Compagnie munit maintenant son matériel du frein Westinghouse rapide ; dans la suite, le nombre des gardes-freins sera réduit de 50 p. c.

Les chemins de fer de l'État belge ontdepuis longtemps supprimé tout serre-frein dans les trains armés du frein continu ; on descend les longues et fortes pentes du réseau (entre Naninne et Jambes se trouve une pente de 16 millimètres continue et en ligne droite sur 6,245 mètres) sans autre ressource que le frein Westinghouse. Naturellement, en cas de manquement du Westinghouse, on disposerait de la contre-vapeur, des freins à vis du tender et du fourgon ; mais ces moyens de freinage seraient insuffisants ; on ne s'est, du reste, jamais trouvé dans la nécessité d'y avoir recours.

Cependant, il existe sur notre réseau deux fortes pentes séparées par un palier de moins de 300 mètres, sur lesquelles on a maintenu les serre-freins ; la première, entre Montegnée et Haut-Pré, a une déclivité de 30 à 31 millimètres sur une longueur de 1,740 mètres ; la deuxième, du Haut-Pré à Liége, est en pente de 27 à 31 millimètres, sur une distance de 1,755 mètres, et se termine à l'entrée de l'importante gare de Liége.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a quelques années, on plaçait, devant la locomotive des trains, de lourds wagons spéciaux, dont les freins, à patins glissant sur le rail, étaient desservis par des hommes.

Le Westinghouse était frein de réserve.

Plus tard, on supprima les wagons spéciaux, et les hommes, reportés dans le corps du train, assuraient le freinage au moyen des freins à vis des voitures, le Westinghouse restant frein de réserve.

Depuis un certain temps on procède de façon inverse, le Westinghouse est employé couramment, et la réserve est fournie par les freins à vis du train.

Jusqu'à ce jour, cette réserve n'a pas été utilisée, et on peut prévoir que l'expérience prolongée augmentera la confiance dans le frein continu et conduira à la suppression des gardes-freins.

C'est, en effet, une question d'expérience, car la seule chose qu'on craint, c'est que, le Westinghouse n'étant pas modérable au desserrage, le mécanicien ne soit amené, pour maintenir la vitesse prescrite, à des serrages et desserrages successifs, qui épuiseraient l'air comprimé emmagasiné dans les réservoirs et laisseraient le train sans moyen d'arrêt.

On connaît la belle solution que la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée a apportée à cette difficulté par la création du Westinghouse-Henry.

Malheureusement, cette solution semble onéreuse; la nécessité d'avoir quatre boyaux d'accouplement à tous les véhicules doit augmenter, dans des proportions notables, les frais d'entretien des freins, et elle n'est justifiée que sur des réseaux dont les profils sont aussi accidentés que ceux de certaines lignes de cette Compagnie.

On peut se demander s'il ne suffirait pas, lorsque tous les véhicules sont pourvus du frein automatique, d'ajouter un frein, modérable en toutes circonstances et sans dépense d'air superflue, aux appareils des locomotives et des tenders appelés à remorquer des trains sur ces lignes spéciales.

En abordant la pente on donnerait au frein automatique un serrage toujours le même et quelque peu inférieur à celui nécessaire pour maintenir la vitesse; le serrage serait complété par les freins modérables de la machine et du tender.

Les différences qu'on pourra créer dans l'effort retardateur au moyen de ces derniers freins semblent devoir suffire largement pour répondre aux variations produites dans la résistance au roulement par les changements du coefficient de frottement, les intempéries, le vent, etc.

Il semble que le frein si ingénieux de M. Chapsal, entre autres, pourrait trouver là une application bien digne d'intérêt.

Ce frein a, dans tous les cas, l'avantage de ne pas conduire à la multiplication des boyaux en caoutchouc, qui occasionnent la plus grande partie des frais d'entretien des freins.

Pourtant, l'emploi de ces boyaux est encore général; aucun accouplement métallique n'a été reconnu d'un usage pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un progrès sérieux, réalisé par la plupart des compagnies de chemins de fer, est dû à l'emploi de gaînes en chanvre protégeant le boyau en caoutchouc ; le Nord français va même plus loin : ses boyaux, avant d'être recouverts de la gaîne, sont vernis et goudronnés.

On a augmenté ainsi, d'environ 50 p. c., la durée des boyaux ; c'est une économie considérable.

Les spécifications imposées à la fourniture des boyaux peuvent également avoir une influence heureuse sur leur durée.

Voici les spécifications de l'État belge : la densité du caoutchouc sera au minimum de 1.10, sa vulcanisation sera faite au moyen de sulfure d'antimoine.

Le caoutchouc devra, sans perdre de ses qualités, supporter une chaleur sèche de 130° C. pendant une heure et une chaleur humide de 160° C. pendant trois heures ; il laissera, à l'incinération, 42 à 45 p. c. de cendres composées, par parties égales, d'oxyde de plomb (litharge) et d'oxyde de zinc.

La toile entrant dans la confection des boyaux sera de même qualité que l'échantillon déposé.

Les boyaux devront pouvoir se placer sans déchirure sur un mandrin, dont le diamètre maximum est de 35 millimètres pour les boyaux de 27 millimètres de diamètre intérieur et de 40 millimètres pour ceux de 31 millimètres de diamètre intérieur.

Les boyaux de 27 millimètres de diamètre intérieur seront confectionnés au moyen de quatre plis de toile de coton, ceux de 31 millimètres au moyen de cinq plis de toile de coton.

Les boyaux doivent être munis à chaque extrémité d'une rondelle de gomme de 2 à 4 millimètres de hauteur ; plongés dans un bain d'eau froide et soumis, au moyen d'une pompe à air, à une pression de 10 atmosphères, ils ne doivent ni se détériorer ni laisser dégager aucune bulle d'air.

La garantie est de deux ans et demi.

A l'Est français, l'épreuve à l'air comprimé est limitée à une pression de 7 kilogrammes.

La durée de la garantie est de deux ans.

La Compagnie du Midi impose des conditions spéciales : un échantillon de caoutchouc (réduit en menus fragments), chauffé pendant six heures au moins à l'étuve à 135°, devra rester souple, non cassant et sans altération.

Un autre échantillon, plongé pendant vingt-quatre heures à la température de 20° dans le gaz chlore, ne devra pas durcir ni se fendiller à la surface.

Chauffé une heure à 120° dans l'huile minérale dite « Mazout », un troisième échantillon ne devra ni se fendre ni se déformer.

La proportion de cendres et matières minérales que contiendra le caoutchouc ne devra pas dépasser quarante-cinq pour cent (45 p. c.).

Sous l'action de la soude alcoolique, le caoutchouc ne devra pas perdre plus de quinze pour cent (15 p. c.) du poids de la gomme pure qu'il contient. Lavé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ensuite à la nitrobenzine, la perte qu'il éprouvera dans cette opération ne devra pas dépasser trente-cinq pour cent (35 p. c.) du même poids de gomme pure.

Ces essais seront exécutés de la manière suivante :

Un gramme de caoutchouc en limaille sera mis à digérer, pendant une heure, à l'ébullition dans un appareil à reflux avec un mélange de quatre (4) centimètres cubes de lessive de soude pure à 36° Baumé et dix-sept (17) centimètres cubes d'alcool pur à 95° centésimaux.

La matière solide, résidu de l'opération, sera lavée à l'eau bouillante jusqu'à réaction neutre du liquide de lavage, puis reçue sur un filtre, tarée et séchée à 100° jusqu'à cessation de perte de poids.

Le poids de matière sèche restant comme résidu, retranché d'un gramme donnera la perte de poids cherchée.

Soit c le poids de cendres pour cent de caoutchouc, F la perte de poids trouvée ci-dessus; la perte pour cent du poids de la gomme pure sera donnée par l'expression :

$$F \frac{100}{100 - c}.$$

Le résidu insoluble obtenu ci-dessus sera ensuite mis à macérer à la température de 20° environ, pendant une heure, avec trente (30) centimètres cubes de nitrobenzine, puis filtré et lavé d'abord avec trente (30) centimètres cubes de nitrobenzine, puis enfin avec cent (100) centimètres cubes d'alcool à 95° centésimaux.

Le résidu sera ensuite séché à 100°, jusqu'à ce que l'odeur de nitrobenzine ait disparu.

Soit A la nouvelle perte de poids ainsi obtenue. La perte à la nitrobenzine pour cent du poids de la gomme pure sera donnée par l'expression :

$$A \frac{100}{100 - c}.$$

La Compagnie de Paris-Orléans exige que les boyaux supportent une pression intérieure de 10 kilogrammes sans déformation permanente; ils doivent, en outre, résister à une pression intérieure de 30 kilogrammes ; ils doivent pouvoir être courbés, sur toute leur longueur, suivant un rayon de 100 millimètres, sans qu'il se produise de cassure ni d'aplatissement.

Au Paris-Lyon-Méditerranée, les tuyaux sont d'abord montés sur leurs raccords, qu'on enduit, au préalable, d'une solution de caoutchouc.

La pénétration du raccord dans le tuyau doit pouvoir s'effectuer sans mandrinage préalable de ce dernier et sans provoquer d'arrachement ni de rebroussement du caoutchouc.

Les tuyaux, ainsi munis à chaque extrémité d'un raccord métallique, sont maintenus sur ces derniers à l'aide d'une bride de serrage formant collier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On les soumet alors à un essai d'étanchéité, sous une pression de 10 kilogrammes par centimètre carré ; sous cette pression, l'augmentation du diamètre extérieur ne doit pas dépasser 4 millimètres.

Un certain nombre de tuyaux pris dans chaque lot sont soumis aux essais de flexion suivants, sous pression de 8 kilogrammes par centimètre carré, et après ces essais l'étanchéité est vérifiée à nouveau sous pression de 10 kilogrammes.

Pour les essais de flexion, chaque tuyau, muni de ses raccords, est monté sur une machine spéciale permettant de reproduire sensiblement, par des oscillations de 200 millimètres d'amplitude, les déformations que subissent en service les tuyaux montés sur les véhicules ; les tuyaux subissent une série de vingt mille oscillations, sous pression intérieure de 8 kilogrammes.

Si les essais d'oscillation ne révèlent aucun défaut, et si, pendant ces essais, les raccords métalliques montés sur les extrémités des tuyaux ne se sont pas déplacés, les tuyaux, sous une pression de 10 kilogrammes, subissent le deuxième essai d'étanchéité dont il a été question plus haut.

APPAREILS D'ATTELAGE.

Les appareils d'attelage des wagons à marchandises ne présentent rien de nouveau ; les plus employés sont les appareils à traction continue avec les buttoirs de choc indépendants, et les appareils à traction discontinue avec un ressort à lame à chaque extrémité du wagon servant en même temps pour la traction et pour le choc.

Dans le matériel à voyageurs on emploie beaucoup la traction discontinue, avec ressorts distincts pour la traction et pour le choc.

Souvent et généralement sur les longues voitures, on fait usage de systèmes avec balancier, assurant le contact des buttoirs des véhicules passant dans une courbe et permettant, quel que soit l'effort de traction, de conserver la même pression au contact des tampons.

Quant aux essais d'adaptation d'attelages centraux automatiques conservant les deux buttoirs latéraux, nous n'avons à signaler que les essais du système Gould, entrepris par quelques compagnies anglaises ; essais trop récents pour avoir pu donner des résultats concluants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE.

Questionnaire détaillé relatif à la question XVII.

FREINS.

A. — Matériel pour les trains de marchandises.

1. Plan du dernier type de frein à vis pour wagons avec guérite.

2. Différence de tare entre un wagon à frein à vis et un wagon ordinaire du même type.

3. En quelle matière sont constitués vos blocs de frein :

a) En bois?
b) En métal (composition du métal)?

4. Qu'avez-vous fait dans le but de protéger les serre-freins :

a) Contre les intempéries?
b) Contre les accidents (chute sur la voie, etc.)?

5. Admettez-vous qu'un serre-frein soit appelé à desservir plusieurs freins?
Dans l'affirmative, votre matériel est-il constitué de façon à faciliter cette manœuvre de plusieurs freins par un même homme?

6. Existe-t-il dans vos règlements des prescriptions qui ne permettent pas de mettre à un même train plus d'un nombre déterminé de serre-freins?

7. Plan du dernier type adopté pour les freins à main des wagons sans guérite.

8. Avez-vous fait l'essai d'appareils permettant de manœuvrer ces derniers freins des deux côtés du wagon?

a) Quels sont ces appareils?
b) Résultats obtenus?

9. Freinez-vous des trains de marchandises au moyen d'un frein continu?

a) Quels trains de marchandises?
b) Quel système de frein?
c) Composition maximum du train (nombre maximum d'essieux)?
d) Rapport entre la pression des blocs sur les roues et le poids sur le rail du véhicule vide?
e) Quelle est la proportion minimum d'essieux freinés que vous exigez dans ces trains?

B. — Matériel pour trains de voyageurs.

1. Quel système de frein continu avez-vous adopté?

2. Quels sont les perfectionnements apportés dans ce derniers temps :

a) Au système de frein?
b) A la timonerie?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3. Quels sont les organes mécaniques ou les prescriptions réglementaires qui existent chez vous en vue de prévenir :

a) Le calage des roues?

b) Les chocs et les ruptures d'attelage?

4. Quelle est la composition maximum (nombre maximum d'essieux) des trains de voyageurs munis du frein continu?

5. Possédez-vous des voitures à voyageurs pourvues de la traction continue?

Dans l'affirmative :

a) Ce système d'attelage n'est-il pas défavorable au freinage continu, au point de vue des ruptures d'attelage?

b) Quelles seraient, d'après vous, les causes de ces ruptures d'attelage?

c) Dans quelle partie du train se produisent-elles le plus souvent?

6. Quelles sont les plus fortes pentes qui existent sur votre réseau?

a) Inclinaison?

b) Longueur?

c) Quelles mesures spéciales, à la descente de ces pentes, prenez-vous au point de vue du freinage?

7. Les tuyaux de raccord entre voitures pour les freins à air sont-ils :

a) En caoutchouc?

b) Métalliques (de quel système)?

8. Quelles sont les conditions imposées pour la réception des boyaux en caoutchouc?

a) Protégez-vous ces boyaux au moyen d'une gaîne en toile?

b) Quelle est leur durée moyenne?

C. — Appareils d'attelage.

1. Quel est l'appareil de traction et de choc que vous employez :

a) Pour le matériel à voyageurs?

b) Pour le matériel à marchandises?

c) Quels sont les avantages de ces systèmes?

2. Possédez-vous des systèmes de buttoirs qui assurent le contact entre les quatre buttoirs de deux véhicules passant dans une courbe?

Ces appareils donnent-ils des résultats notables?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[625.251 & 625.216]

EXPOSÉ N° 2

(États-Unis)

Par GEO W. WEST,

SUPERINTENDENT OF MOTIVE POWER, NEW YORK, ONTARIO AND WESTERN RAILWAY.

A. — Appareils de frein.

Les renseignements relatifs aux appareils de frein ont été déduits des réponses que dix-huit compagnies ont faites au questionnaire que le rapporteur a envoyé aux principales compagnies de chemins de fer des États-Unis.

Le résumé des réponses est donné à la suite de la question à laquelle chacune d'elles se rapporte.

MATÉRIEL A MARCHANDISES.

QUESTION 1. — *Quel est le dernier type de frein à main appliqué :*

a) *Aux wagons fermés ;*
b) *Aux wagons plats ;*
c) *Aux wagons charbonniers ?*

La même puissance de freinage est appliquée à tous les wagons, fermés, plats ou charbonniers on freine le même nombre d'essieux, qu'il soit fait usage de frein à vis ou de frein continu.

QUESTION 2. — *Vos blocs de frein sont-ils :*

a) *En fonte ;*
b) *En fer forgé ;*
c) *En acier ;*
d) *En un mélange de différents métaux ? Dans l'affirmative, quelle en est la composition ?*

a) L'emploi du bloc en fonte du modèle employé par les *Master Car Builders* (*voir* fig. 1) est général.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Type de sabot de frein des *Master Car Builders.*

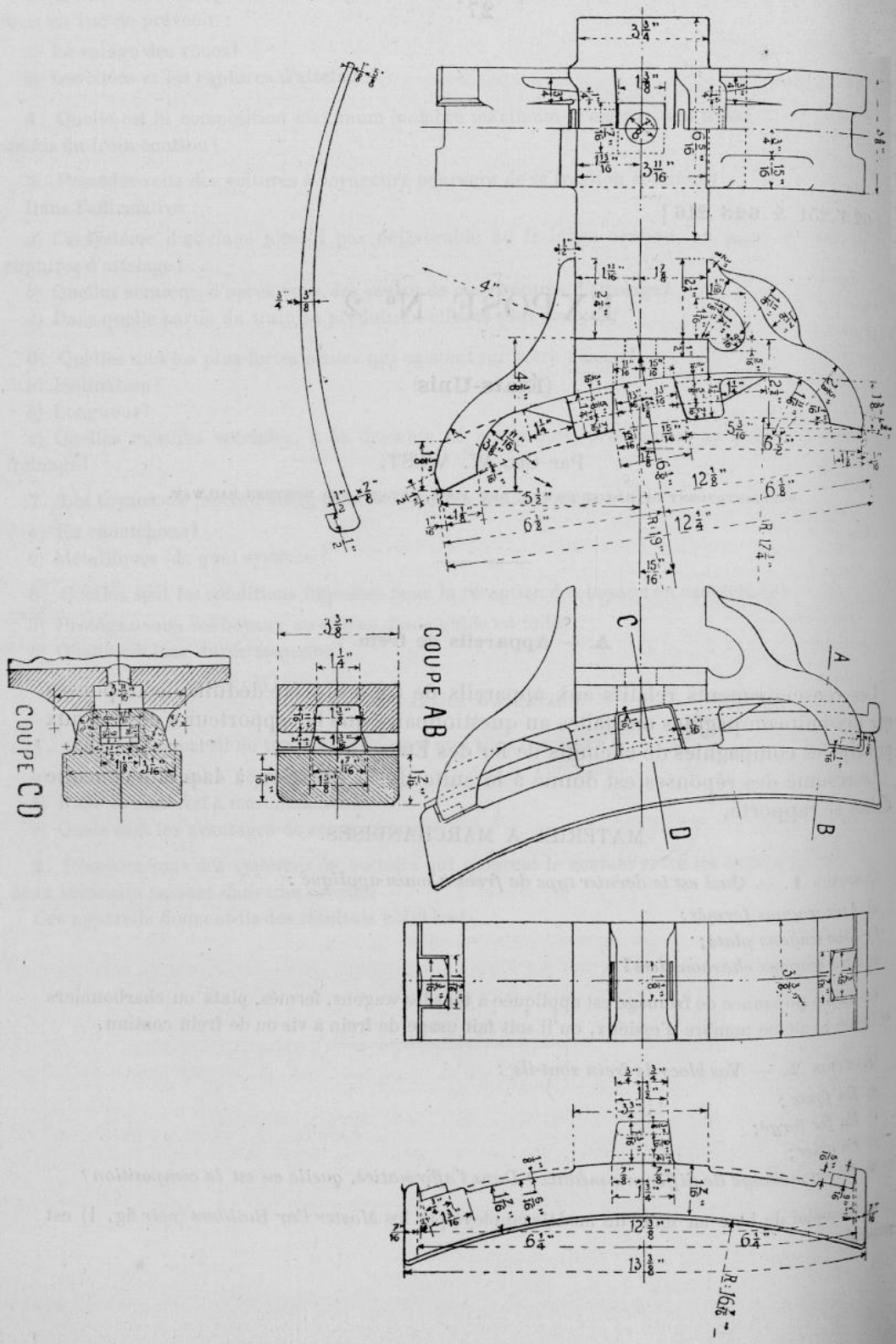


Fig. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b et *c*) Les blocs en acier et en fer forgé se comportent bien avec les roues en fonte; n'en est pas de même avec les roues munies de bandages en acier.

d) Trois types de blocs en métal composé ont reçu une application notable :

1° Le bloc « Lappin », formé de fonte ordinaire avec des parties en fonte coulées en coquille (*voir* fig. 2);

2° Le bloc « Congdon », analogue au précédent, mais dans lequel les parties en fonte coulées en coquille ont été remplacées par du fer forgé ou de l'acier (*voir* fig. 3);

3° Le bloc « Diamond S », formé de feuilles de métal imprégnées dans la fonte (fig. 4 et 5).

QUESTION 3. — *Les guérites des wagons sont-elles pourvues d'appareils de freinage spéciaux?*

Nos guérites n'ont aucun appareil spécial pour le frein à vis ou le frein continu, elles sont construites uniquement dans le but de faciliter le travail du serre-frein; elles sont toujours placées à l'arrière du train; elles sont petites, solides, aussi légères que le permet la sécurité, car sur les lignes très accidentées, on se trouve dans la nécessité d'employer une et parfois deux locomotives d'allège en queue des trains. Les guérites sont aussi hautes que le permettent les ponts et les tunnels, de façon à faciliter la surveillance du train aux serre-freins d'arrière, car la longueur de nos lourds trains de marchandises ne permet plus l'emploi de la corde-signal qui, jadis, mettait les agents du train en communication avec le mécanicien.

QUESTION 4. — *Qu'avez-vous fait pour protéger les serre-freins contre les accidents, chutes, etc.?*

On admet généralement le système recommandé par la *Master Car Builders Association*.

QUESTION 5. — *Vos wagons sont-ils aménagés pour permettre aux serre-freins de circuler facilement au-dessus des trains pour manœuvrer les freins?*

Oui.

QUESTION 6. — *Le nombre de serre-freins utilisés à un même train est-il limité par vos règlements, ou bien établissez-vous certains rapports entre le nombre de serre-freins et le nombre de wagons d'un train?*

La règle est que chaque train est desservi par un conducteur et deux serre-freins; on met un troisième serre-frein aux trains de trafic local et aux trains de transbordement.

QUESTION 7. — *Quelle est la proportion de vos véhicules munis du frein à air?*

a) *Quel est le système de frein?*
b) *Quelle est la longueur maximum du train (nombre maximum des essieux)?*
c) *Quel est le rapport entre la pression des blocs et le poids du véhicule vide?*
d) *Quel est le nombre minimum d'essieux freinés admis dans ces trains?*

Au 1er juin 1899, 699,719 wagons, soit 56 p. c. de l'effectif total, possédaient le frein à air.

a) Le frein automatique à action rapide;
b) 2,700 pieds (823 mètres) (300 essieux);
c) 70 p. c.;
d) Tous les wagons sont maintenant pourvus soit du frein à air, soit du frein à vis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

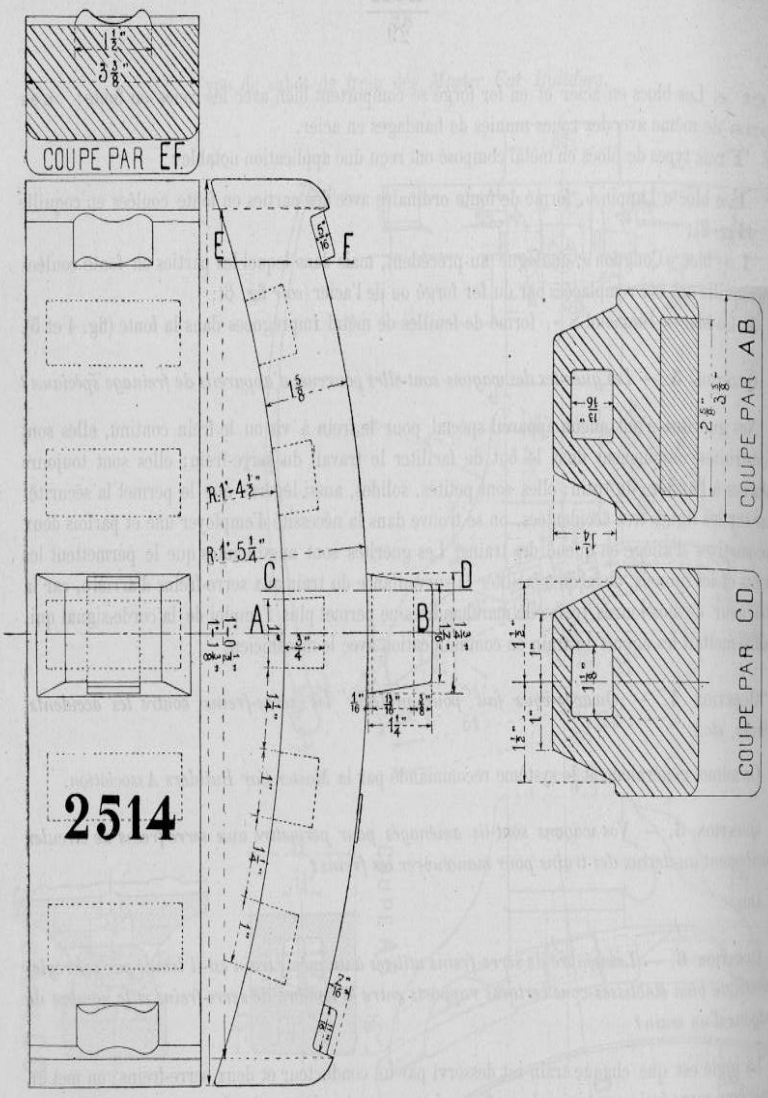


Fig. 3. — Bloc « Cougdon ».



Fig. 2. — Bloc « Lappin ».

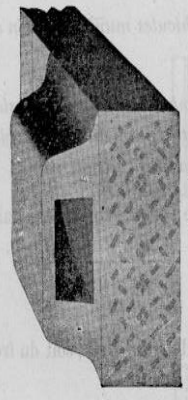


Fig. 4.



Fig. 5.

Fig. 4 et 5. — Bloc « Diamond S ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La règle est de mettre en tête du train les véhicules armés du frein à air, qui peut être actionné par le mécanicien ; les freins à vis d'arrière sont desservis par des serre-freins Dans les pentes ordinaires, on n'exige le freinage que du tiers des essieux.

QUESTION 8. — *Quelle est la tare moyenne de vos derniers types de wagons :*

a) *Wagons fermés (capacité) ;*
b) *Wagons plats (longueur entre les traverses extrêmes)* ;
c) *Wagons charbonniers (capacité).*

Tare 31,000 à 35,000 livres (14,060 à 15,880 kilogrammes) pour une capacité de chargement de 60,000 livres (27,220 kilogrammes).

a) De 1,971 à 2,244 pieds cubes (55.809 à 63.540 mètres cubes); chargement moyen, 30,222 livres (13,708 kilogrammes) ;
b) Longueur 36 pieds (10.973 mètres); chargement moyen, 22,240 livres (10,088 kilogrammes) ;
c) Capacité moyenne, 1,057 pieds cubes (29.929 mètres cubes) ; maximum, 1,500 pieds cubes (42.473 mètres cubes).

(La capacité de chargement maximum est de 80,000 livres [36,290 kilogrammes]).

QUESTION 9. — *Quel est le poids total sur chaque wagon :*

a) *Des appareils du frein continu ;*
b) *Des appareils du frein à main ;*
c) *De ces deux appareils combinés ?*

a) 1,699 livres (770.7 kilogrammes) ;
b) 110 — (49.9 —) ;
c) 1,809 — (820.6 —).

QUESTION 10. — *Quel est le rapport entre la pression des blocs sur les roues et le poids du wagon vide que vous admettez dans les freins à air ?*

70 p. c.

MATÉRIEL A VOYAGEURS.

QUESTION 1. — *Quel système de frein continu avez-vous adopté ?*

a) *Les blocs de frein sont-ils appliqués des deux côtés de chaque roue ou d'un côté seulement ?*
b) *Dans ce dernier cas, de quel côté ?*

Le frein à air automatique à action rapide.

a) En général, les blocs ou sabots de frein sont suspendus et appliqués d'un côté de la roue seulement ;
b) Généralement, le bloc est appliqué à l'extérieur ; toutefois, depuis quelque temps, un certain nombre de lignes ont employé les blocs de frein appliqués à l'intérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 2. — *Avez-vous apporté à votre système de frein des modifications ou des perfectionnements qui en ont augmenté l'efficacité, en dehors des modifications faites par les fabricants du système?*

Toutes les compagnies ont répondu négativement.

QUESTION 3. — *Quels ont été les résultats des expériences que vous avez faites avec les blocs de frein appliqués à l'intérieur, en ce qui concerne le matériel à voyageurs?*

Les compagnies qui ont expérimenté les blocs de frein intérieurs, en parlent avec le plus grand éloge; ils diminuent dans une large mesure la tendance qu'ont les bogies à basculer, lorsque l'on applique le frein, et empêchent par conséquent les réactions qui se produisent lors du desserrage.

QUESTION 4. — *Possédez-vous certains organes mécaniques, ou prescrivez-vous certaines règles spéciales en vue de prévenir :*

a) *Le calage des roues?*
b) *Les chocs soudains et les ruptures d'attelage?*

Aucun, si ce n'est le wagon d'instruction qui sert à initier les mécaniciens et le personnel des trains à la manœuvre du frein à air.

QUESTION 5. — *Quelle est la plus grande longueur (nombre maximum d'essieux) des trains de voyageurs munis du frein continu?*

Environ 1,000 pieds (305 mètres) (72 à 78 essieux).

QUESTION 6. — *Tenez-vous annotation des cas de non-fonctionnement? Dans l'affirmative, quelle en est la proportion annuelle?*

Aucune annotation n'est tenue. On constate très peu de cas de non-fonctionnement. Lorsque la chose se présente, elle doit être attribuée au défaut de surveillance ou d'entretien.

QUESTION 7. — *Quelles sont les plus fortes pentes qui existent sur votre réseau?*

a) *Inclinaison?*
b) *Longueur?*
c) *Quelles précautions spéciales, à la descente de ces pentes, prenez-vous au point de vue du freinage?*

Maximum, 236 pieds par mille (45 millimètres par mètre).

a) Inclinaison moyenne pour toutes les lignes qui ont répondu à la circulaire du rapporteur : 120 pieds par mille (23 millimètres par mètre);
b) Longueur maximum, 36 milles (57.935 kilomètres); moyenne, 8 1/4 milles (13.277 kilomètres);
c) Il n'y a aucune règle fixe à cet égard. Sur quelques lignes accidentées du « Far West », il existe une connexion spéciale entre les cylindres de la locomotive et le réservoir principal, pour assurer, en tout temps, un approvisionnement complet d'air; mais on y a seulement recours dans les cas extrêmes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 8. — *Les tuyaux de raccord entre voitures, pour les freins à air, sont-ils :*

a) En caoutchouc ;
b) En métal ?
c) Quel en est le système ?

Accouplements métalliques avec joints en caoutchouc ; ils peuvent être facilement remplacés quand ils sont usés ou avariés.

QUESTION 9. — *Quelles sont les prescriptions imposées pour les boyaux en caoutchouc ?*

a) L'intérieur des boyaux est-il garni de toile ?
b) Quelle est la durée moyenne des boyaux en caoutchouc ?
c) Quelle est la durée moyenne des garnitures intérieures ?

a) Les conditions de réception des boyaux de raccord pour frein à air reproduites ci-après sont celles imposées par la Compagnie des chemins de fer de « New York Central & Hudson River » :

« 1° Tous les boyaux de frein à air doivent être souples et flexibles et ne peuvent être fabriqués à moins de deux plis ou plus de trois plis. Le caoutchouc et la toile de coton employés doivent avoir toutes les qualités que l'on exige des meilleurs produits servant à cette fabrication. On ne pourra utiliser aucune gomme autre que le caoutchouc, ni des fibres courtes de coton ;

« 2° Le tube sera fait à la main et composé de trois couches de caoutchouc de 1/32 pouce (0.8 millimètre) d'épaisseur. Il doit être exempt de trous ou de toute autre imperfection, et la liaison entre la toile de coton et le caoutchouc sera telle qu'on ne puisse les séparer sans rupture ou déchirure. Le tube sera fabriqué en caoutchouc de qualité supérieure, de façon à pouvoir résister à l'essai d'allongement indiqué plus loin. Il ne peut avoir, en aucun point, une épaisseur inférieure à 1/8 pouce (3.2 millimètres). Il doit être composé à l'intérieur d'une couche de caoutchouc de 1/16 pouce (1.6 millimètre) entourée d'une enveloppe d'un tissu peu serré de coton de 8 onces (248 grammes par mètre), le tout recouvert d'une couche de caoutchouc de 1/32 pouce (0.8 millimètre) d'épaisseur ;

« 3° La toile employée comme enveloppe doit être fabriquée en longues fibres de coton ; le tissu doit être peu serré, son poids ne sera pas inférieur à 20 onces par yard (620 grammes par mètre) et sa largeur sera comprise entre 38 et 40 pouces (965 millimètres et 1.16 mètre). L'enveloppe sera enduite de caoutchouc des deux côtés et aura, en outre, une couche distincte de gomme entre chaque pli. La gomme employée doit être de même qualité que l'intérieur du tube. La toile sera enroulée en biais ;

« 4° La gomme entrant dans la confection de la couverture doit être de même qualité que celle du tube. La couverture ne doit pas avoir moins de 5/32 pouce (2.4 millimètres) d'épaisseur. Elle doit être composée de la même façon que le tube ; l'épaisseur de la couche de caoutchouc existant entre le pli extérieur de la toile du tube et la toile en coton de 8 onces (248 grammes par mètre) faisant partie de la couverture, ne peut être inférieure à 1/32 pouce (0.8 millimètre). La couche extérieure de caoutchouc doit présenter la même épaisseur ;

« 5° Les boyaux de frein à air seront livrés à la longueur de 22 pouces (559 millimètres) ; la différence en plus ou en moins ne pourra excéder 1/4 pouce (6.3 millimètres). Le diamètre intérieur des boyaux ne peut être inférieur à 1 1/4 pouce (32 millimètres), ni supérieur à 1 5/16 pouce (33 millimètres), excepté aux extrémités où le diamètre sera porté à 1 7/16 pouce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« (37 millimètres) sur une longueur de 2 3/4 pouces (70 millimètres). L'extrémité élargie sera « raccordée au corps du boyau par une partie de forme conique, de façon que l'intérieur du « boyau ne présente pas de brusque changement de section. Le diamètre extérieur du corps du « boyau ne dépassera pas 2 pouces (51 millimètres) et ne sera pas inférieur à 1 7/8 pouce « (48 millimètres); ces dimensions seront respectivement de 2 5/16 et 2 1/16 pouces (56 et 53 milli- « mètres) en ce qui concerne les extrémités élargies. Les boyaux doivent être parfaitement « lisses, et présenter, d'une facon bien régulière, les dimensions indiquées plus haut.

« Les boyaux seront munis, à chaque extrémité, d'une rondelle de gomme de 1/16 à 1/8 pouce « (1.6 à 3.2 millimètres) d'épaisseur; ces rondelles ne peuvent être collées, elles doivent faire « corps avec le caoutchouc du boyau;

« 6° Chaque boyau doit être marqué, à chaud, du nom du fabricant, de l'année et du mois de la « fabrication, ainsi que des initiales de la Compagnie N. V. C. & H. R. R. R. Il doit porter à « l'extrémité un tableau de lettres en relief d'au moins 5/16 pouce (4.8 millimètres) de hauteur « destinées à indiquer la date du placement et celle de la mise hors de service. En outre, il doit « porter une marque indiquant le diamètre intérieur du boyau. Ces marques doivent être « complètes et bien nettes et faire corps avec la gomme du boyau, de façon à ne pouvoir être « enlevées qu'au moyen d'un couteau ou d'un autre instrument tranchant;

« 7° Les boyaux de frein à air seront soumis aux épreuves suivantes :

« Chaque boyau doit pouvoir supporter une pression de 300 livres (21.09 kilogrammes par « centimètre carré) sans qu'il se manifeste de défauts d'aucune sorte. Pour chaque lot de « 200 pièces ou moins, livrées au même endroit, le fabricant fournira gratuitement un boyau en « plus pour l'essai. Une pièce prise au hasard dans chacun des lots sera soumise aux essais « ci-après, suivant l'ordre indiqué

1. *Essai à la rupture.*

« Le boyau essayé doit pouvoir supporter une pression de 500 livres (35.15 kilogrammes par « centimètre carré) pendant deux minutes avant de se rompre.

2. *Essai d'adhérence.*

« L'adhérence est déterminée d'après l'effort et le temps nécessaires, pour dérouler une partie « du boyau de 1 pouce (25 millimètres) de longueur prise en un point quelconque du boyau. En « appliquant un poids de 25 livres (11.34 kilogrammes) de la façon indiquée dans la figure 6, la « séparation doit être uniforme et régulière, et la vitesse moyenne de déroulement ne pourra « dépasser 6 pouces en dix minutes.

3. *Essai d'allongement.*

« Une bande de caoutchouc de 1 pouce (25 millimètres) sera découpée dans la partie la plus « épaisse de la paroi intérieure du boyau. On y tracera deux repères distants de 1 ou 2 pouces « (25 ou 51 millimètres). La bande sera ensuite allongée, puis lâchée dès que la distance entre « les repères atteindra 5 ou 10 pouces (127 ou 254 millimètres), selon le cas. La bande sera « alors repérée comme dans le premier essai et soumise à un nouvel allongement de 400 p. c. « auquel elle doit résister sans rupture. Après dix minutes, la bande sera abandonnée à elle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« même et l'on mesurera la distance entre les repères après dix nouvelles minutes. L'allonge-
« ment permanent ne pourra dépasser 1/8 pouce par pouce.

« Des bandes découpées dans la partie centrale du boyau et dans la partie extérieure devront
« satisfaire aux mêmes épreuves ;

« 8° Si le boyau essayé ne résiste pas aux épreuves prescrites, le lot auquel il appartient sera
« refusé définitivement; si les résultats des essais sont satisfaisants, le lot entier sera examiné et
« les boyaux qui répondront aux autres conditions indiquées plus haut seront acceptés.

« Les boyaux refusés seront renvoyés au fournisseur, qui aura à supporter les frais de
« transport tant à l'aller qu'au retour. »

b) Les boyaux de frein à air sont garantis un an par les fabricants ; cette durée est généralement dépassée.

c) Durée moyenne deux ans.

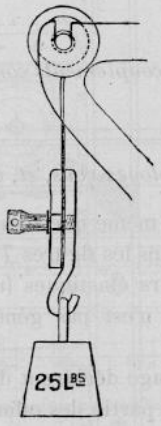


Fig. 6.

QUESTION **10**. — *Quel est le poids moyen à vide des voitures à voyageurs (sans l'appareil de frein)?*

Poids moyen, 60,000 livres (27,220 kilogrammes); maximum, 75,000 livres (34,020 kilogrammes). Les voitures-palais Wagner et Pullman pèsent de 80,000 à 100,000 livres (36,290 à 45,360 kilogrammes).

QUESTION **11**. — *Quel est le poids des appareils de frein des voitures à voyageurs?*

Le poids de l'appareil de frein des voitures ordinaires varie de 1,600 à 2,500 livres (726 à 1,134 kilogrammes); la moyenne est de 1,908 livres (865.5 kilogrammes). Le poids de l'appareil de frein des voitures-palais, dans lesquelles les douze roues sont freinées varie de 3,200 à 3,850 livres (1,452 à 1,746 kilogrammes).

QUESTION **12**. — *Quel est le rapport entre la pression des blocs sur les roues et le poids à vide des voitures?*

Ce rapport varie de 70 à 90 p. c.; la moyenne est de 80 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. — Appareils d'attelage.

Le questionnaire a été adressé à vingt-sept des principaux chemins de fer des États-Unis et le rapporteur a reçu des renseignements de dix huit compagnies qui possèdent ensemble 330,521 véhicules.

Question 1. — *Quel système d'accouplement automatique employez-vous :*

a) *Aux voitures à voyageurs ;*
b) *Aux wagons à marchandises ?*

La pratique générale consiste dans l'emploi du type des *Master Car Builders*.

a) Très peu de lignes utilisent encore le crochet Miller.
b) Toutes les lignes emploient le modèle des *Master Car Builders*, c'est-à-dire le type dit « en plan vertical ».

Question 2. — *Employez-vous des accouplements conjointement avec des buttoirs :*

a) *Aux voitures à voyageurs ;*
b) *Aux wagons à marchandises ?*
c) *Dans l'affirmative, quel système employez-vous, et, à votre avis, quels en sont les avantages ?*

a) Oui, mais la disposition n'est pas la même que dans le matériel européen. Les dispositions généralement suivies sont représentées dans les figures 7 et 8 ;
b) Oui, mais on n'utilise pas de buttoirs élastiques (*voir* fig. 9, 10, 11 et 12). L'application de buttoirs au matériel à marchandises n'est pas générale, toutefois elle a une tendance à s'étendre.
c) Les lignes où les buttoirs sont en usage déclarent dans leurs rapports que l'emploi de ces organes protège l'appareil d'attelage, une partie des efforts de choc étant transmise directement au châssis. On évite ainsi le cisaillement des boulons, lequel se produit fréquemment quand on n'utilise pas de buttoirs. Il est de pratique générale aux États-Unis de boulonner l'accouplement à la partie inférieure du châssis, de sorte que si l'on n'emploie pas de buttoirs, l'appareil d'attelage doit supporter tous les efforts de traction et de choc qui se produisent au départ des trains et pendant la marche. En fixant des buttoirs à la traverse de tête, l'accouplement et ses attaches n'ont pas à supporter les efforts de choc qui se produisent lors du refoulement des véhicules.

Pendant ces deux dernières années, le constructeur d'un des meilleurs systèmes d'accouplement a introduit sur le marché un buttoir à ressort dont l'emploi prend beaucoup d'extension et qui est appelé, sans nul doute, à remplacer le buttoir non élastique. Ce dernier est constitué, en général, d'un tampon en bois recouvert d'une plaque de tôle sur sa face antérieure. D'autres buttoirs sont confectionnéss en fonte ordinaire ou en fonte malléable. Dans tous les systèmes, le buttoir présente une section carrée de 8 à 10 pouces (203 à 254 millimètres de côté). Les buttoirs élastiques ont un diamètre de 8 à 10 pouces et sont fixés au moyen de boulons aux mêmes endroits que les buttoirs non élastiques. Toutefois, ils ne font pas partie de l'attelage et ne sont en aucune façon en connexion avec celui-ci. Ils ont pour avantage d'atténuer les effets des différents efforts de traction et de choc qui s'exercent sur les accouplements et sur les véhicules qui composent le train ; ils donnent au train un serrage continu lorsqu'il roule en courbe et diminuent les tendances au télescopage en cas de collision

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

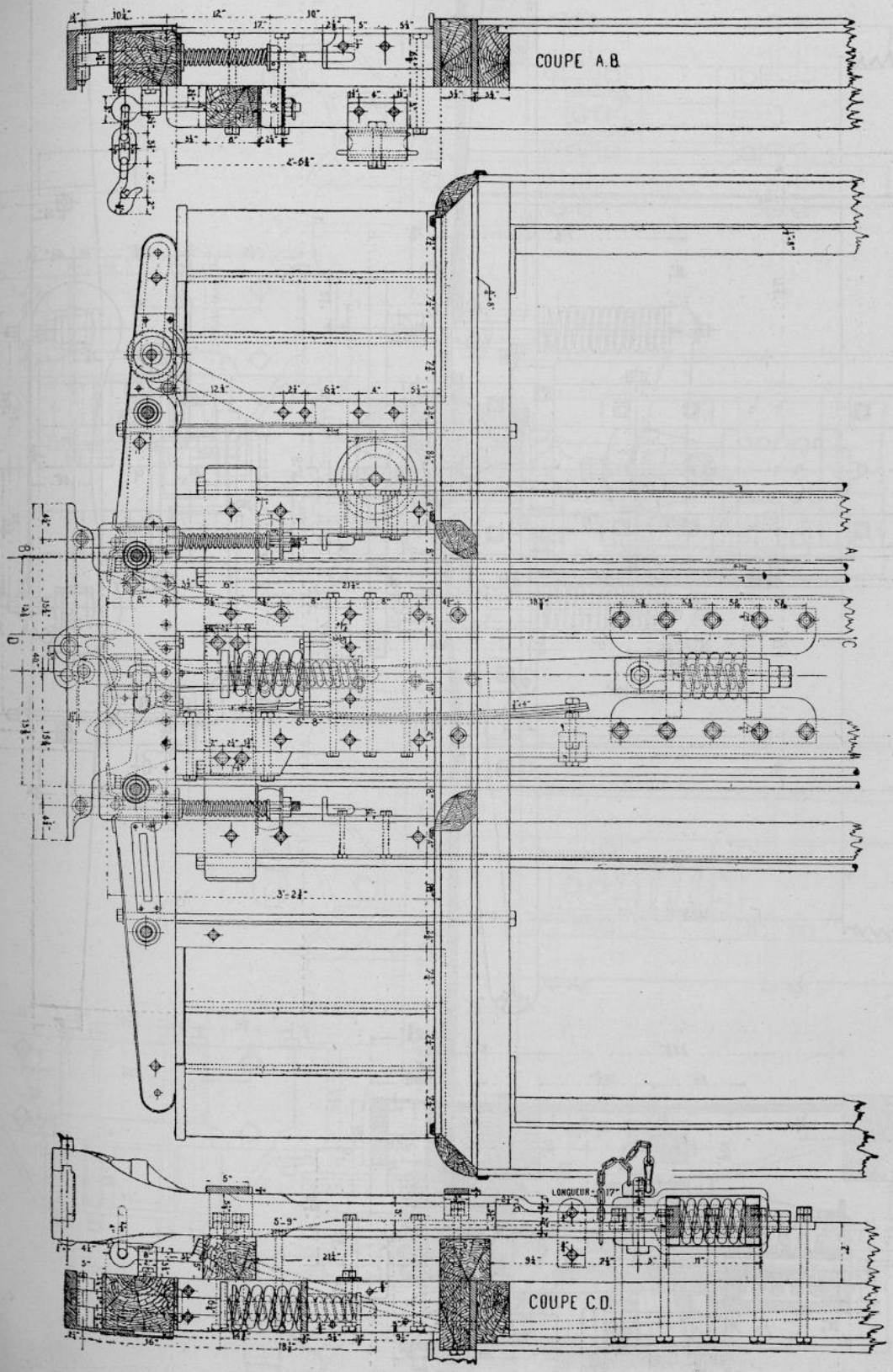


Fig. 7.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

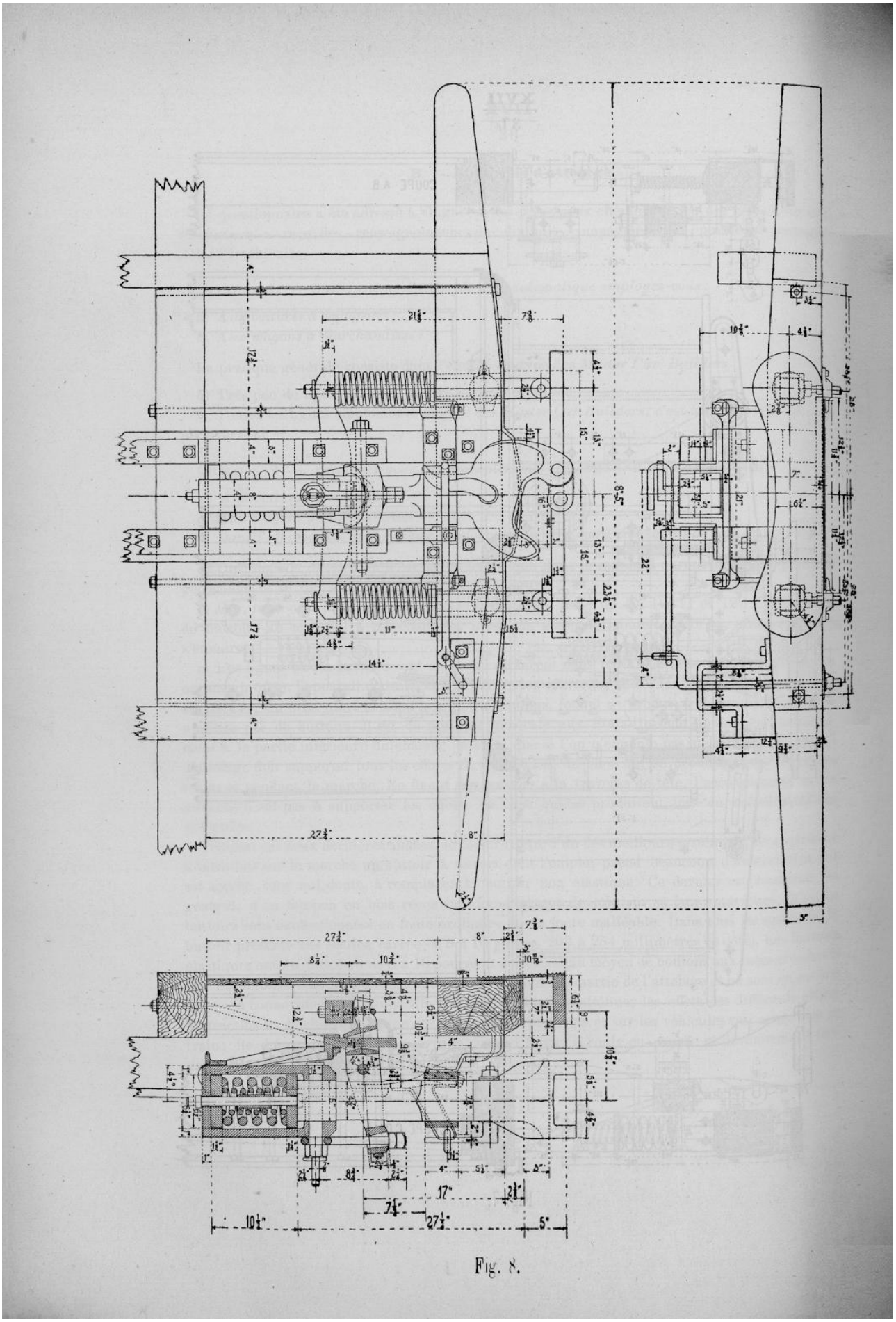


Fig. 8.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

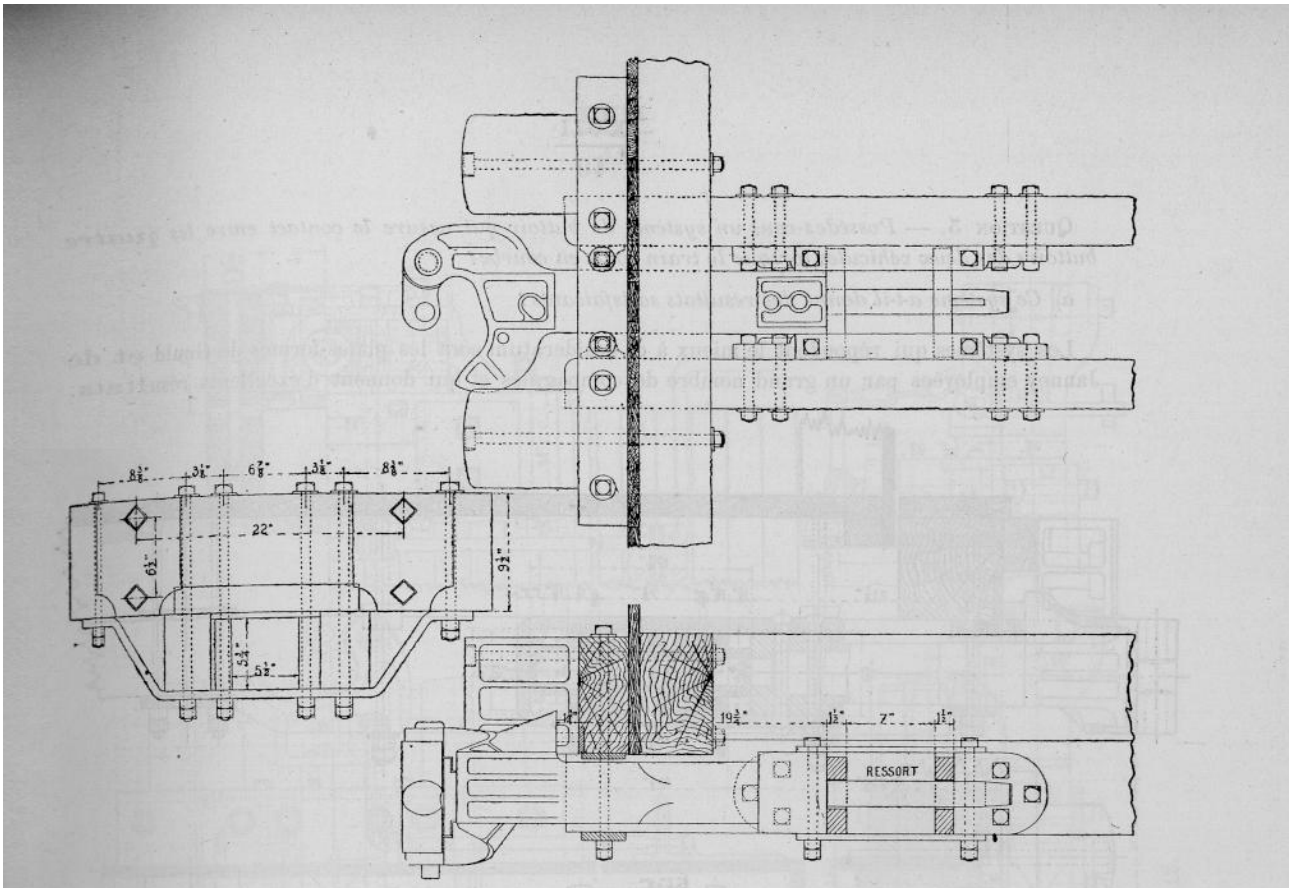


Fig. 9.

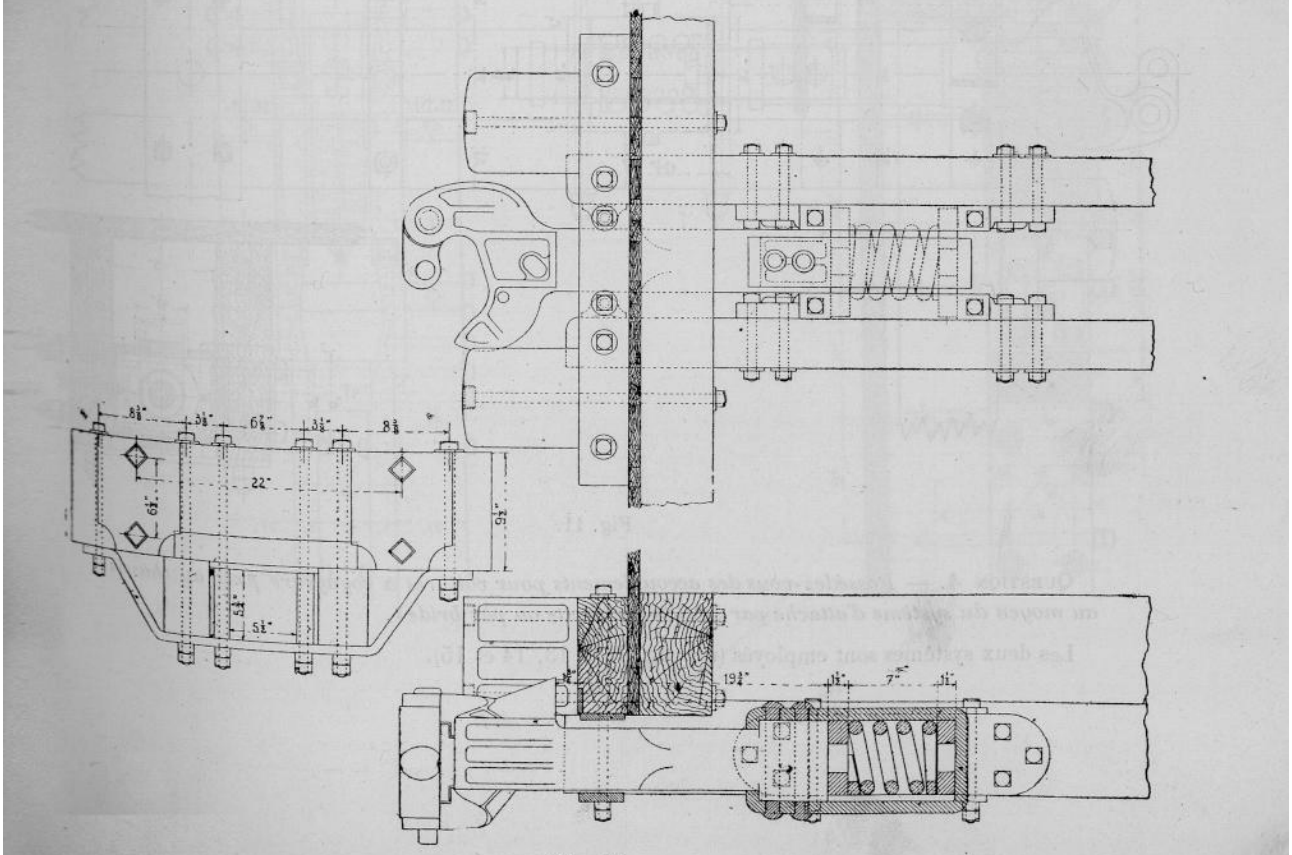


Fig. 10.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 3. — *Possédez-vous un système de buttoir qui assure le contact entre les quatre buttoirs des deux véhicules lorsque le train roule en courbe?*

a) Ce système a-t-il donné des résultats satisfaisants?

Les systèmes qui répondent le mieux à ce desideratum sont les plates-formes de Gould et de Janney employées par un grand nombre de compagnies et qui donnent d'excellents résultats.

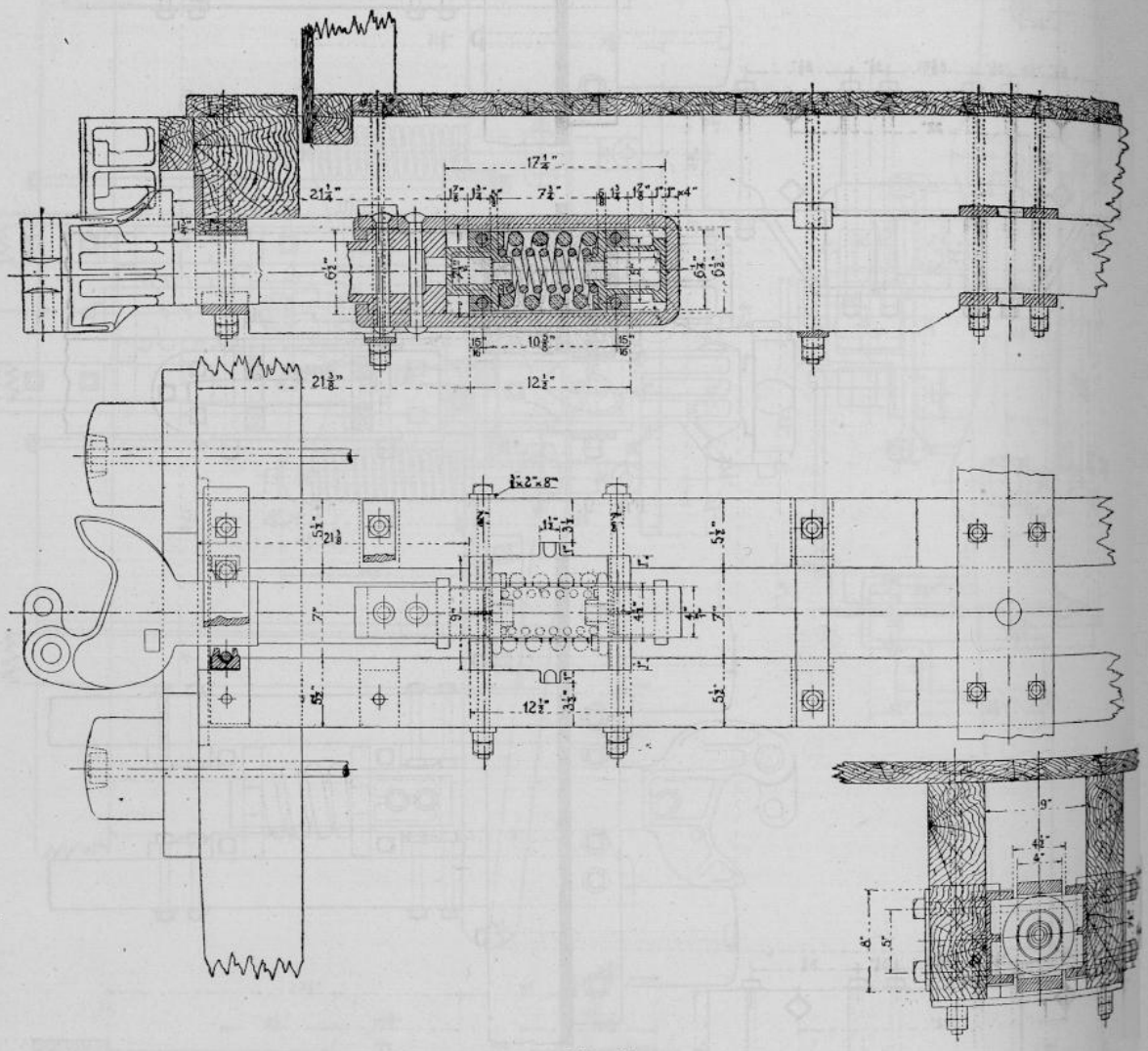


Fig. 11.

QUESTION 4. — *Possédez-vous des accouplements pour voitures à voyageurs fixés au châssis au moyen du système d'attache par boulon à clavette ou par bride?*

Les deux systèmes sont employés (*voir* fig. 7, 8, 13, 14 et 15).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

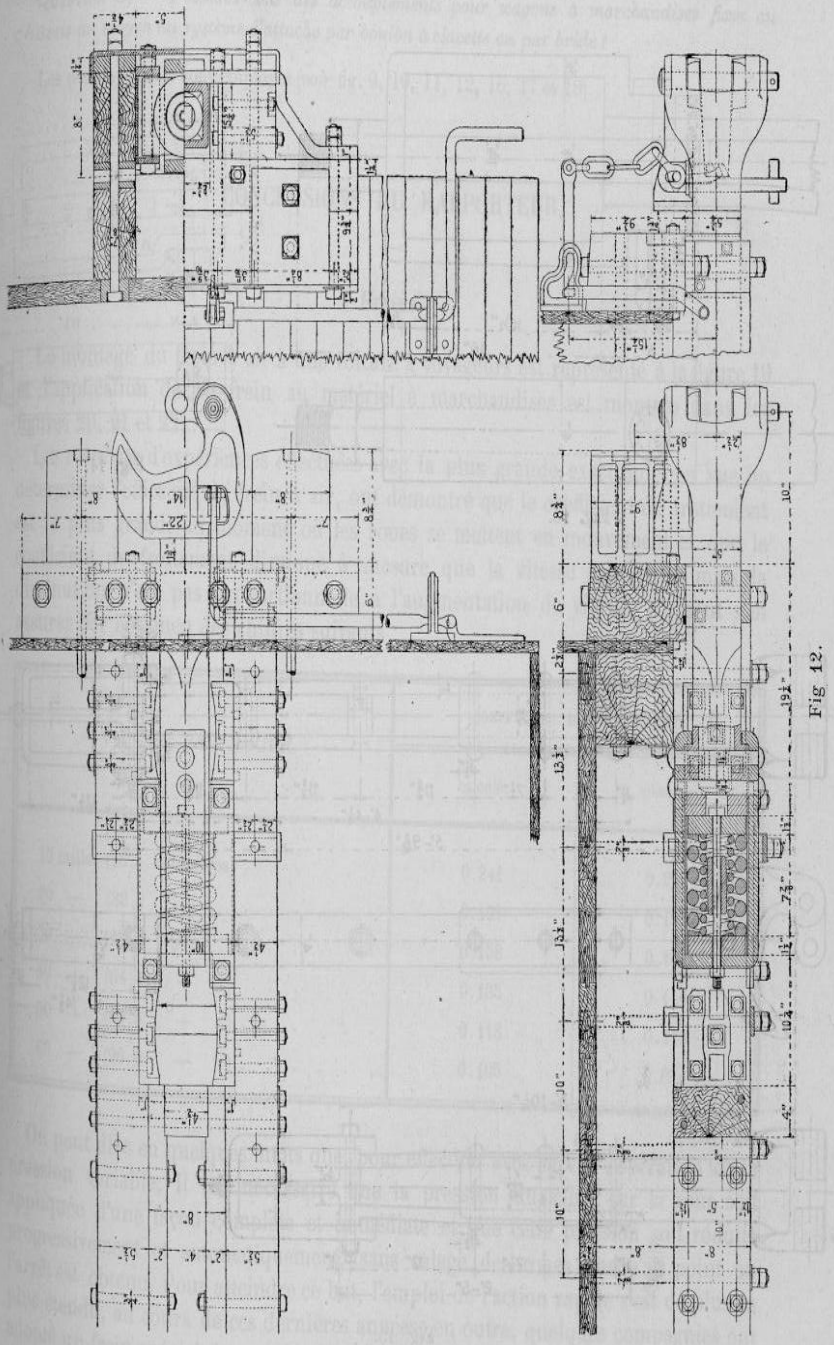


Fig 12.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

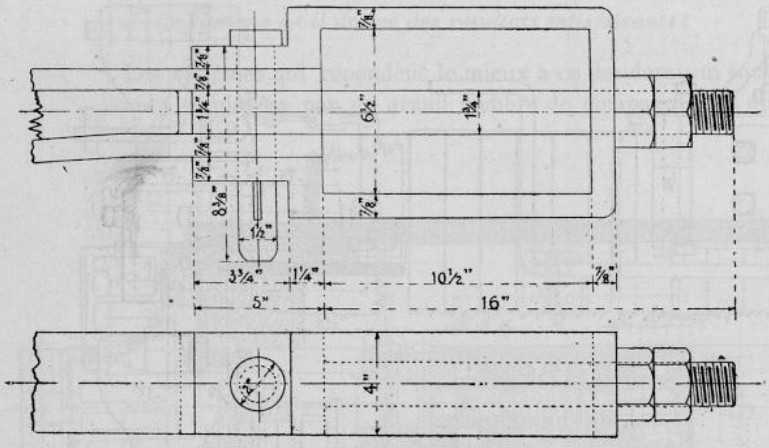


Fig. 13.

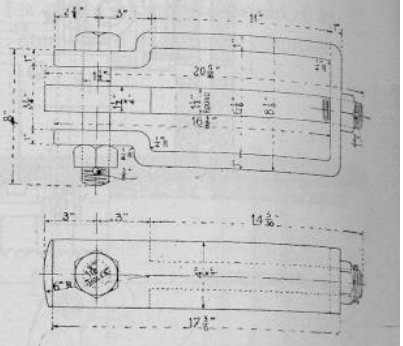


Fig. 14.

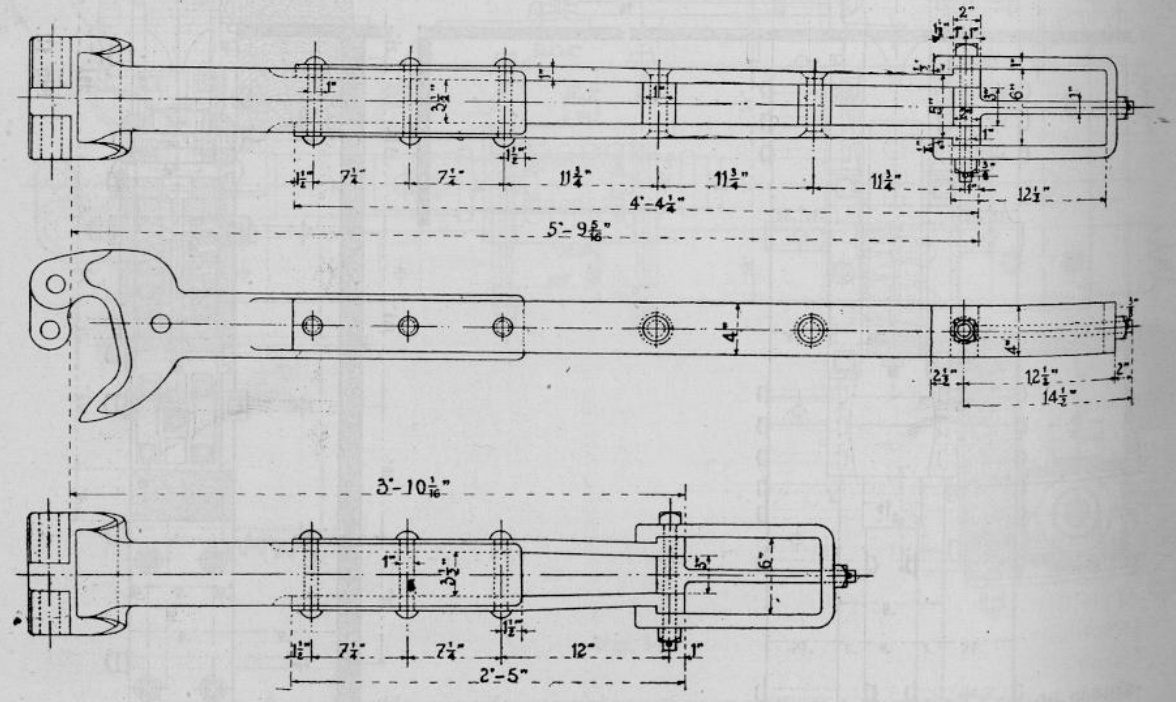


Fig. 15.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 5. — *Possédez-vous des accouplements pour wagons à marchandises fixés au châssis au moyen du système d'attache par boulon à clavette ou par bride ?*

Les deux systèmes sont employés (*voir* fig. 9, 10, 11, 12, 16, 17 et 18).

CONCLUSIONS DU RAPPORTEUR.

—

Freins.

Le montage du frein à air à une voiture à voyageurs est représenté à la figure 19 et l'application de ce frein au matériel à marchandises est montrée dans les figures 20, 21 et 22.

Les résultats d'expériences effectuées avec la plus grande exactitude, en vue de déterminer l'efficacité du frein à air, ont démontré que le coefficient de frottement est le plus grand, au moment où les roues se mettent en mouvement et que le coefficient de frottement diminue à mesure que la vitesse augmente; mais la diminution n'est pas proportionnelle à l'augmentation de vitesse. On peut s'en assurer par l'examen des chiffres suivants :

VITESSE PAR HEURE.	COEFFICIENT DE FROTTEMENT	
	calculé.	observé.
10 milles (16.1 kilomètres)	0.241	0.242
20 — (32.2 —)	0.191	0.192
30 — (48.3 —)	0.158	0.164
40 — (64.4 —)	0.135	0.140
50 — (80.5 —)	0.118	0.116
60 — (96.6 —)	0.105	0.074

On peut dire en quelques mots que, pour effectuer avec succès l'opération de la pression variable, il est nécessaire que la pression du sabot sur la roue soit appliquée d'une façon complète et immédiate et que cette pression soit réduite progressivement et automatiquement, sans calage des roues, jusqu'au point où l'arrêt est obtenu. Pour atteindre ce but, l'emploi de l'action rapide s'est de plus en plus étendu, au cours de ces dernières années; en outre, quelques compagnies ont adopté un frein spécial de grande vitesse pour les express parcourant une distance de 150 milles (241.4 kilomètres), sans arrêt à une vitesse minimum de 60 milles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

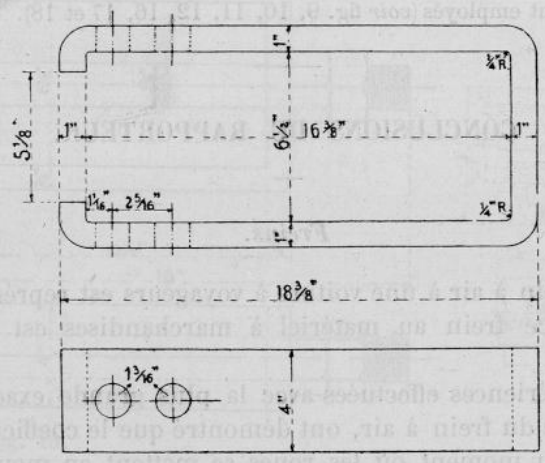


Fig. 16.

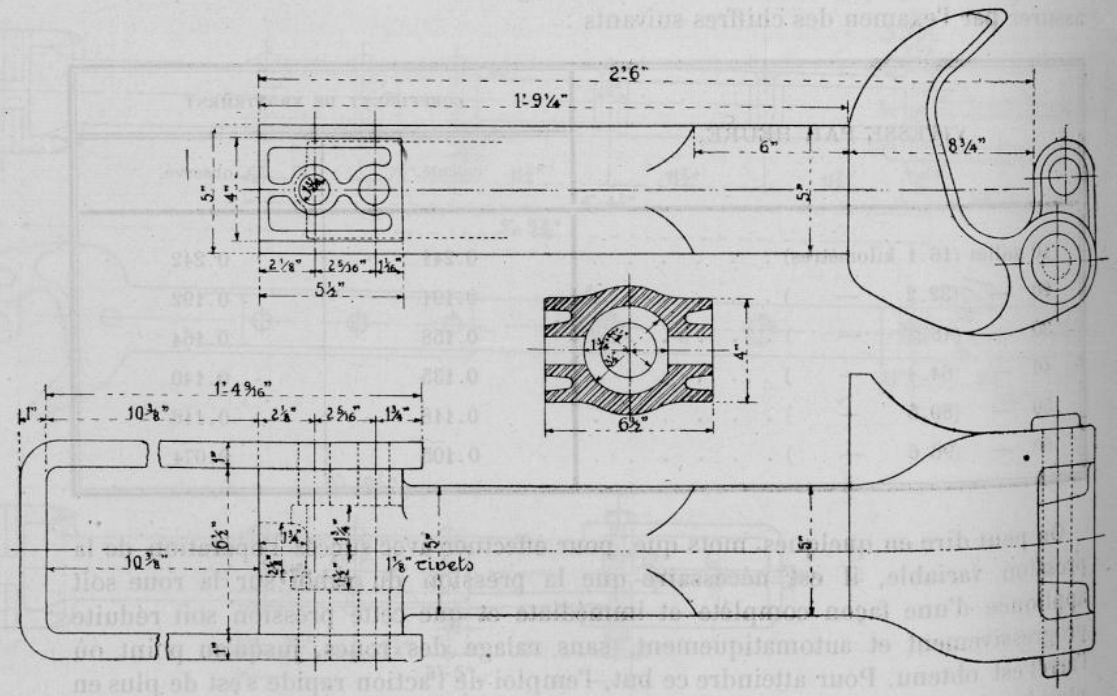


Fig. 17.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

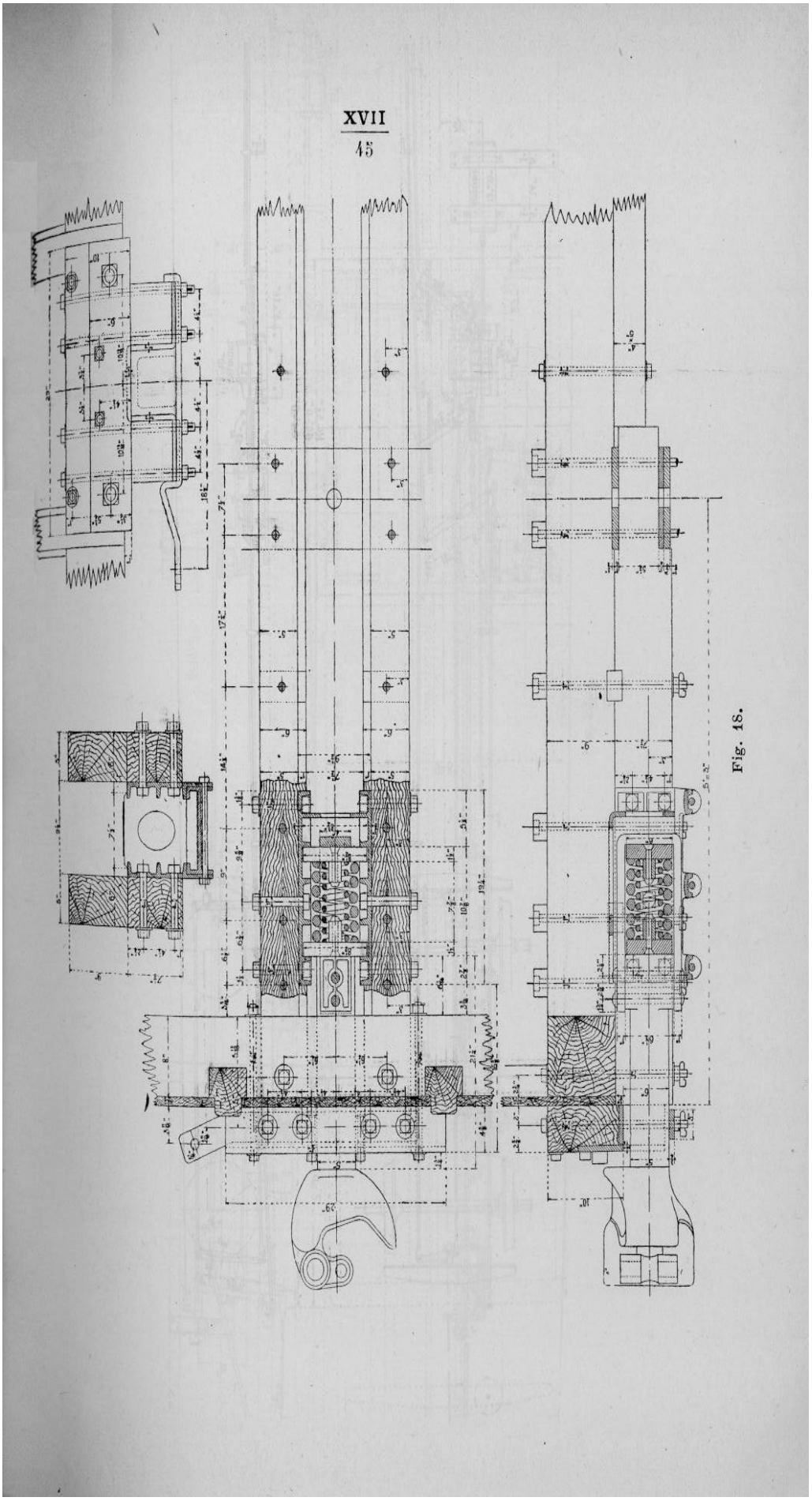


Fig. 18.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

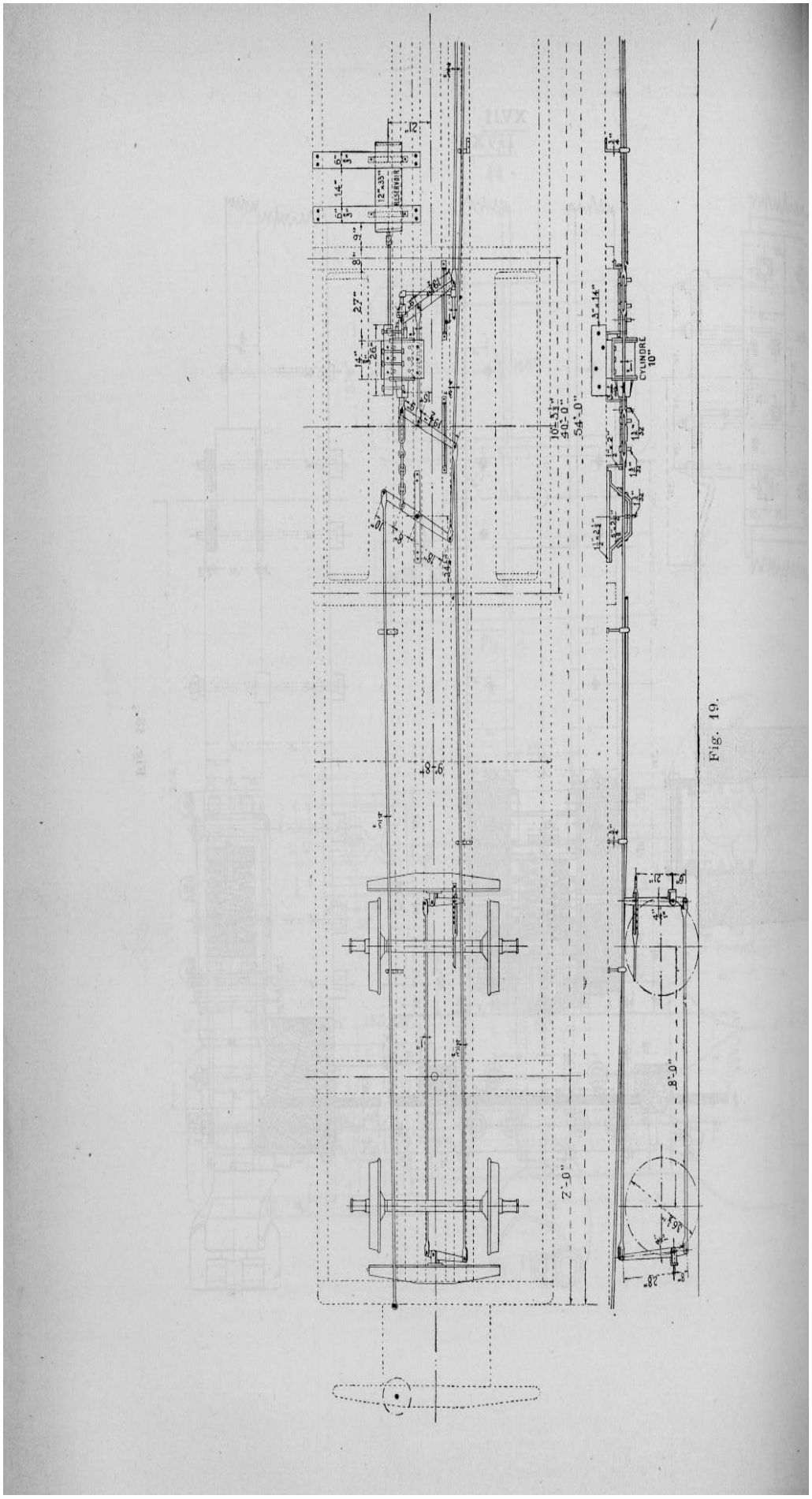


Fig. 19.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

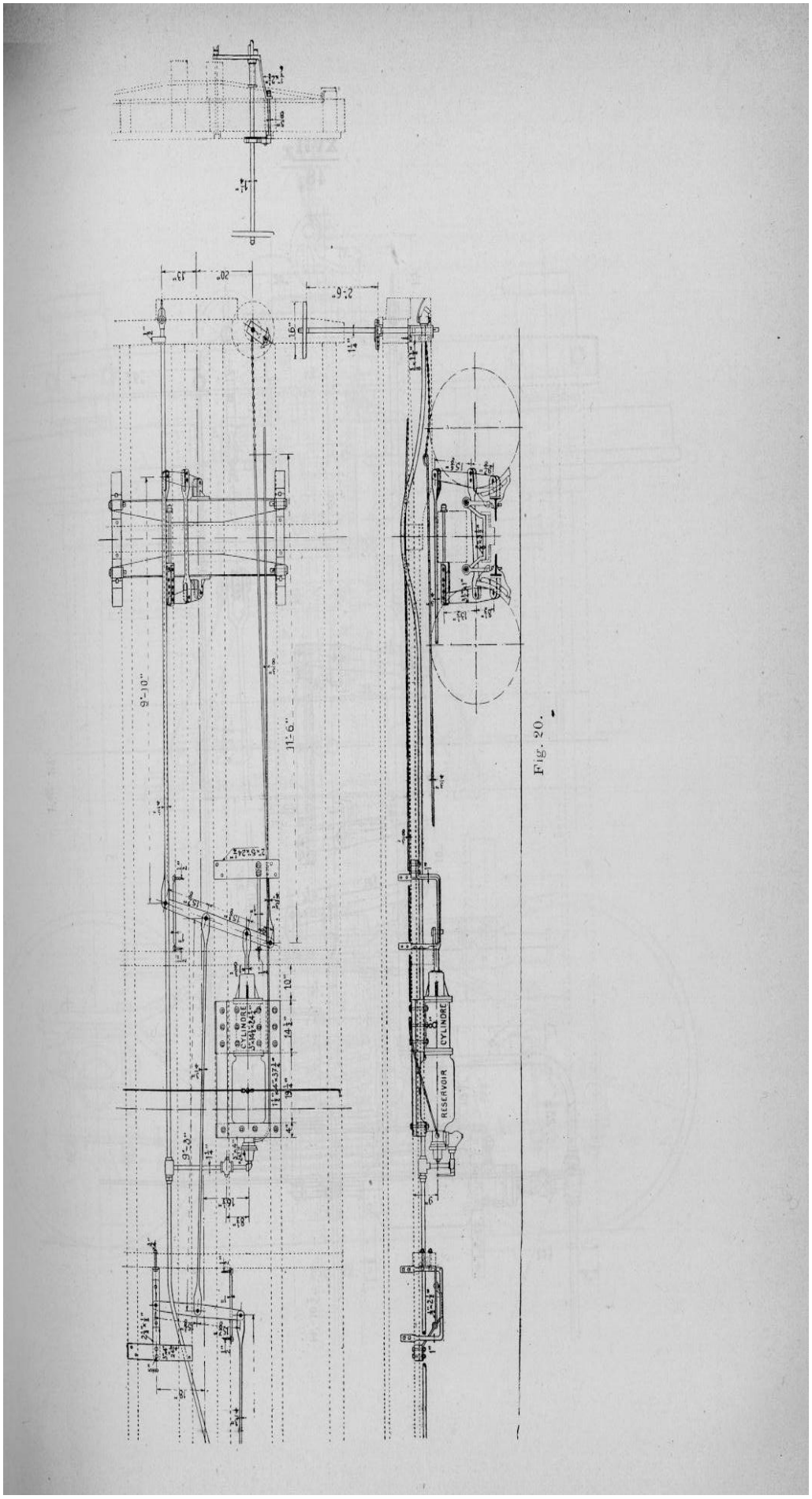


Fig. 20.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

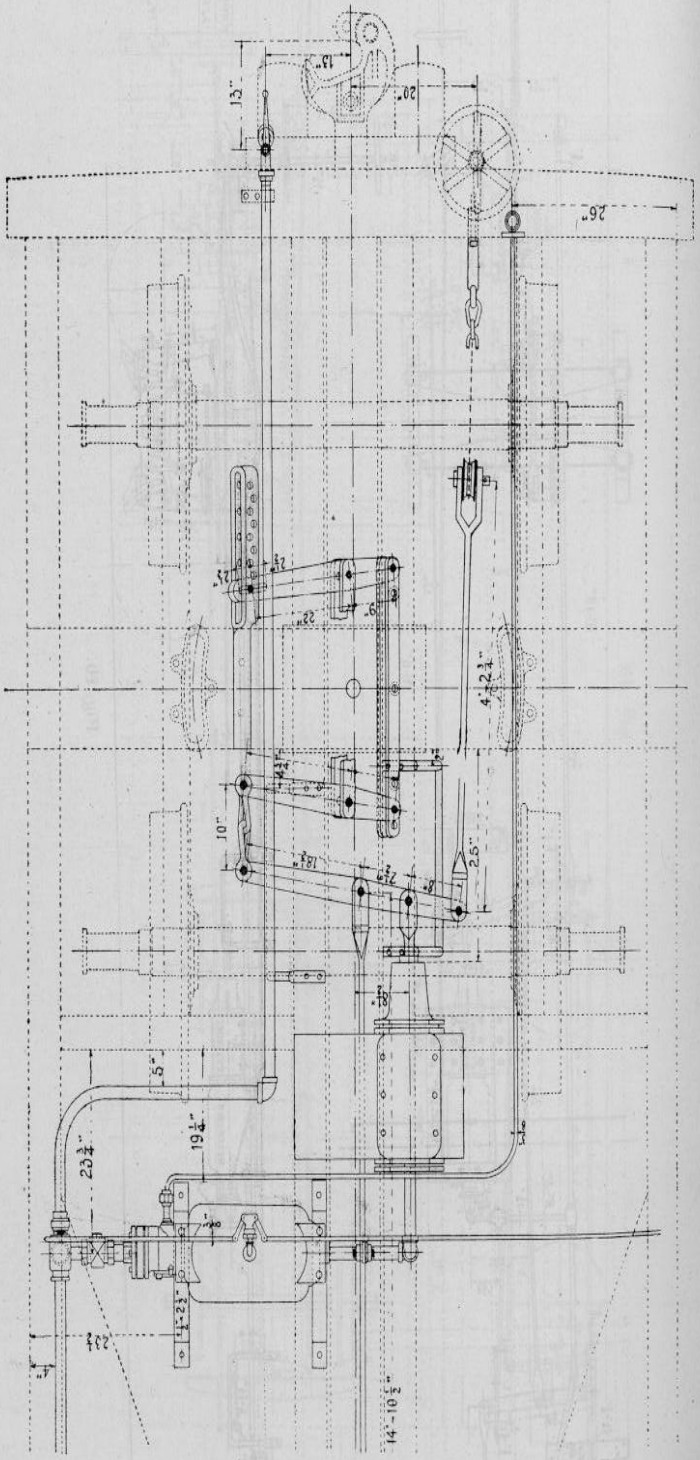


Fig. 21.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

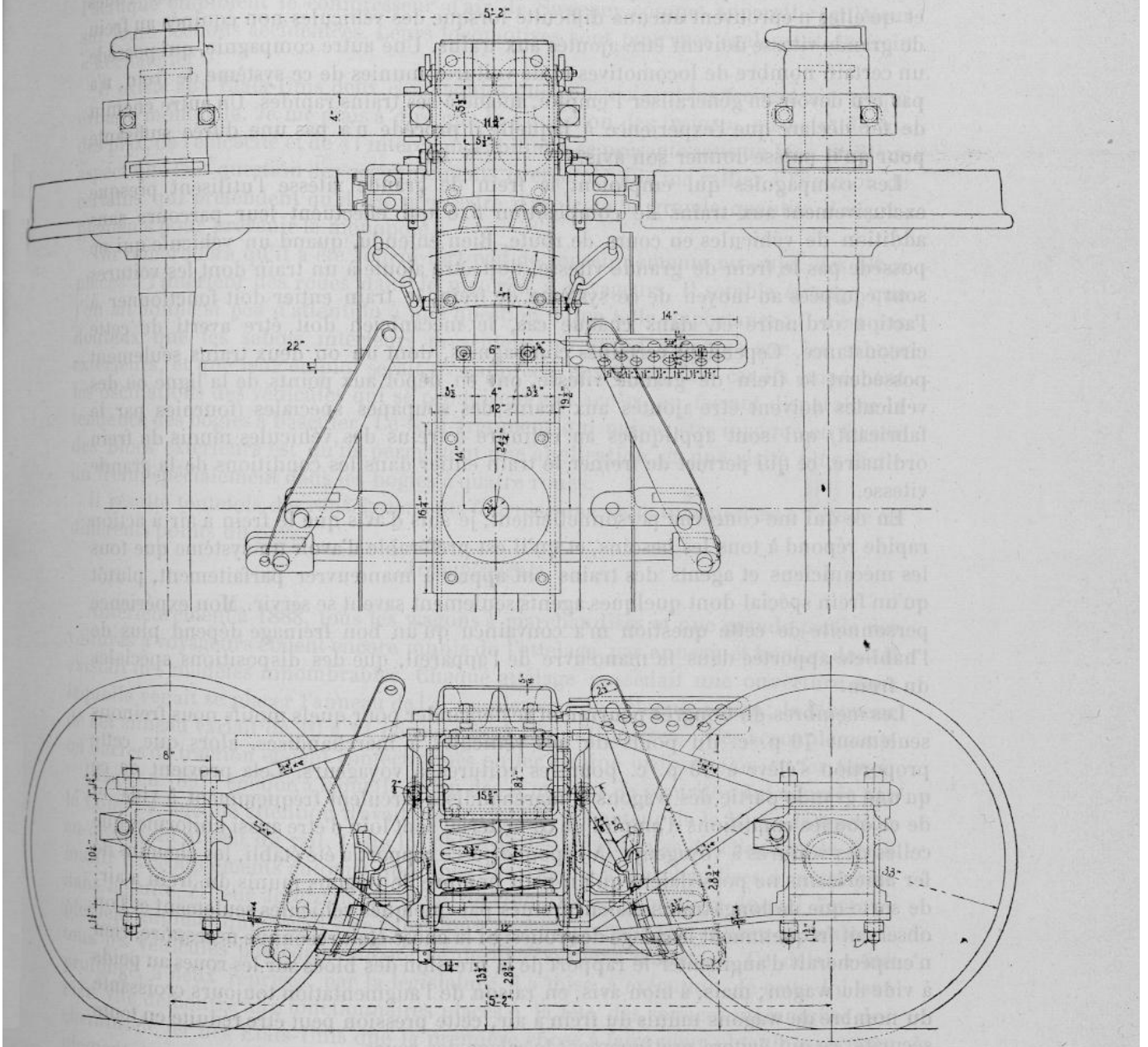


Fig. 22.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(96.6 kilomètres) à l'heure. Deux lignes qui emploient le frein de grande vitesse déclarent que ce système ne donne lieu à aucun calage des roues et qu'elles n'éprouvent aucune difficulté lorsque des véhicules non équipés au frein de grande vitesse doivent être ajoutés aux trains. Une autre compagnie, qui possède un certain nombre de locomotives et de voitures munies de ce système de frein, n'a pas cru devoir en généraliser l'emploi, même à ses trains rapides. Un autre chemin de fer déclare que l'expérience à laquelle il procède n'a pas une durée suffisante pour qu'il puisse donner son avis.

Les compagnies qui emploient le frein de grande vitesse l'utilisent presque exclusivement aux trains de composition fixe qui effectuent leur parcours sans addition de véhicules en cours de route. Bien entendu, quand un véhicule qui ne possède pas le frein de grande vitesse, doit être ajouté à un train dont les voitures sont équipées au moyen de ce système de frein, le train entier doit fonctionner à l'action ordinaire et, dans chaque cas, le mécanicien doit être averti de cette circonstance. Cependant certaines compagnies, dont un ou deux trains seulement possèdent le frein de grande vitesse, ont en dépôt aux points de la ligne où des véhicules doivent être ajoutés aux trains des soupapes spéciales (fournies par le fabricant) qui sont appliquées au cylindre à freins des véhicules munis du frein ordinaire, ce qui permet de freiner le train entier dans les conditions de la grande vitesse.

En ce qui me concerne personnellement, je suis d'avis que le frein à air à action rapide répond à tous les besoins, et qu'il est préférable d'avoir un système que tous les mécaniciens et agents des trains ont appris à manœuvrer parfaitement, plutôt qu'un frein spécial dont quelques agents seulement savent se servir. Mon expérience personnelle de cette question m'a convaincu qu'un bon freinage dépend plus de l'habileté apportée dans la manœuvre de l'appareil, que des dispositions spéciales du frein.

Les membres du Congrès pourraient se demander pour quels motifs nous freinons seulement 70 p. c. du poids de nos véhicules à marchandises, alors que cette proportion s'élève à 90 p. c. pour les voitures à voyageurs. Cela provient de ce qu'une grande partie des wagons à marchandises circulent fréquemment à vide, et de ce que les conditions d'emploi de ce matériel sont loin d'être aussi uniformes que celles des voitures à voyageurs. A l'époque où ce rapport a été établi, les chemins de fer américains ne possédaient qu'un petit nombre de wagons munis du frein à air, de sorte que de longs trains étaient freinés par quelques véhicules seulement et l'on observait fréquemment le calage des roues. Si la chose était reconnue nécessaire, rien n'empêcherait d'augmenter le rapport de la pression des blocs sur les roues au poids à vide du wagon; mais, à mon avis, en raison de l'augmentation toujours croissante du nombre de wagons munis du frein à air, cette pression peut être réduite en toute sécurité, ce qui évitera pratiquement le calage des roues.

A l'une des questions qui leur ont été posées, les chemins de fer des États-Unis ont répondu « qu'il n'a pas été fait d'additions ou d'améliorations, si ce n'est celles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

apportées par les fabricants ». J'ai appris cependant que quelques compagnies du Pacifique emploient le compresseur d'air de Sweeney comme appareil régulateur sur leurs sections accidentées. Leurs locomotives sont pourvues également du frein « Lechatelier ».

Il existe aux États-Unis deux compagnies qui construisent les freins à air, ce qui évite le monopole. Je me plais à dire que la « question des freins », au point de vue des prix, de l'efficacité et de « l'interchangeabilité », se présente sous un bien meilleur aspect que la « question des accouplements », et je ne puis me rallier à l'opinion de certains qui prétendent qu'il est nécessaire d'avoir cette grande quantité d'accouplements pour prévenir le monopole.

On remarquera qu'il a été fourni fort peu de renseignements au sujet des blocs placés à l'intérieur des roues dans le matériel à voyageurs. Il semble étrange que l'on ait donné si peu d'attention à une question d'une telle importance; il n'est pas douteux que les sabots intérieurs présentent un grand avantage sur les sabots extérieurs, et que leur emploi serait très apprécié des voyageurs, car ils empêchent les oscillations des véhicules qui se produisent aux arrêts, en faisant disparaître la tendance des bogies à basculer. Le seul argument qui puisse être invoqué en faveur des blocs extérieurs est qu'ils permettent une application et une visite plus facile du frein, spécialement dans les bogies à quatre roues.

Il résulte toutefois des renseignements fournis, que cette question est à l'étude en différents points du pays.

Accouplements.

Antérieurement à 1888, tous les wagons à marchandises et une grande partie des voitures à voyageurs étaient encore munis de l'attelage par anneau et boulon dont il existait des modèles innombrables. Chaque attelage possédait une ouverture dans laquelle venait se placer l'anneau de l'accouplement du véhicule voisin; la longueur de cet anneau variait de 10 à 14 pouces (254 à 356 millimètres). Ces accouplements ou barres de traction étaient confectionnés en fer laminé ordinaire ou en fer forgé.

Jusqu'en 1891, époque à laquelle la loi des « moyens de sécurité » fut adoptée par le Congrès, aucune attention n'avait été accordée à la hauteur de la barre de traction au-dessus du niveau du rail. Cette loi obligeait les compagnies de chemins de fer à munir d'accouplements automatiques tous les wagons à marchandises à construire dans la suite, et leur accordait un délai de cinq ans à l'expiration duquel l'accouplement automatique devait être substitué à l'accouplement par anneau et boulon à tous les véhicules possédant encore ce dernier système d'attelage. Ce délai a été prolongé, à deux reprises, par la législature. La mise à exécution de cette loi eut bien vite démontré aux fonctionnaires placés à la tête des services mécaniques des chemins de fer des États-Unis que la première chose à faire pour obtenir un accouplement automatique parfait, était de fixer une hauteur uniforme de la barre de traction au-dessus du niveau du rail. Dans ce but, les chemins de fer — par l'intermédiaire des *Master Car Builders* — préconisèrent, auprès du Congrès, l'adoption

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une distance maximum de 34 1/2 pouces (877 millimètres) et minimum de 31 1/2 pouces (800 millimètres) entre le niveau des rails et l'axe de l'accouplement.

Bien que ces dimensions aient été adoptées et soient prescrites par la « loi des moyens de sécurité », il n'est pas rare de rencontrer dans un même train deux véhicules accouplés, dont la hauteur des barres de traction au-dessus du niveau des rails diffère de 8 à 10 pouces (203 à 254 millimètres). On est donc obligé de munir les fourgons de crochets ou maillons recourbés, qui permettent d'accoupler les véhicules dont les barres de traction ne se trouvent pas à la même hauteur au-dessus des rails.

Le rapporteur croit pouvoir affirmer, sans crainte de se tromper, que le seul attelage automatique employé avec succès antérieurement à l'adoption de la loi, est le type de Janney, tel qu'il a été utilisé par le chemin de fer de Pennsylvanie depuis 1874, et dont le contour a été adopté comme type par les *Master Car Builders* (*voir* fig. 23). A ce propos, il est à noter qu'aucun type n'a jamais été établi en ce qui concerne l'appareil d'enclenchement et de déclenchement.

Les figures 7, 8, 9, 10, 11, 12 et 18 représentent les principaux modèles d'accouplement employés avec succès aux États-Unis, ainsi que les modes d'attache au châssis qui se rencontrent le plus généralement.

Pendant l'année 1889, 80,510 véhicules ont été munis d'attelages automatiques appartenant à trente-neuf modèles différents. Les véhicules possédant ces types d'accouplement peuvent s'accrocher automatiquement à un wagon muni du même système, mais non pas à un véhicule d'une autre ligne utilisant un modèle différent.

Le 15 décembre 1891, le sénateur Callem présenta au Sénat des États-Unis le bill connu sous le nom de « loi des moyens de sécurité », en vertu duquel les compagnies de chemins de fer doivent appliquer à tout leur matériel neuf l'accouplement automatique dit en plan vertical de la *Master Car Builders Association*, lequel n'oblige pas les agents à se placer entre les véhicules pour les accrocher ou les décrocher. En outre, la loi exige des compagnies qu'elles équipent leur matériel neuf au moyen d'un frein automatique pouvant être manœuvré par le machiniste. L'année suivante, le 5 janvier 1892, trois bills relatifs au même objet furent présentés à la Chambre des représentants.

Jusqu'au moment où la loi a été adoptée, nous nous sommes éloignés de plus en plus des résultats désirés et, tandis que le but de la loi a été atteint en ce qui concerne la sécurité, nous n'avons pu encore obtenir un accouplement-type d'un entretien économique. Il existe actuellement sur le marché plus de cent modèles d'accouplements, dont certains fonctionnent par le sommet, d'autres par le bas et d'autres, enfin, latéralement. Comme le matériel à marchandises des États-Unis circule d'un bout à l'autre du continent, cette grande variété de modèles oblige les compagnies à faire des dépenses considérables pour la réparation des attelages qui diffèrent du type qu'elles utilisent. D'un autre côté, cette diversité de formes rend fort difficile la tâche des ouvriers chargés de la manœuvre des wagons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si le Congrès avait fait un pas plus en avant, en posant les principes de la « loi des moyens de sécurité » (il semble qu'il n'y a absolument aucun espoir de voir

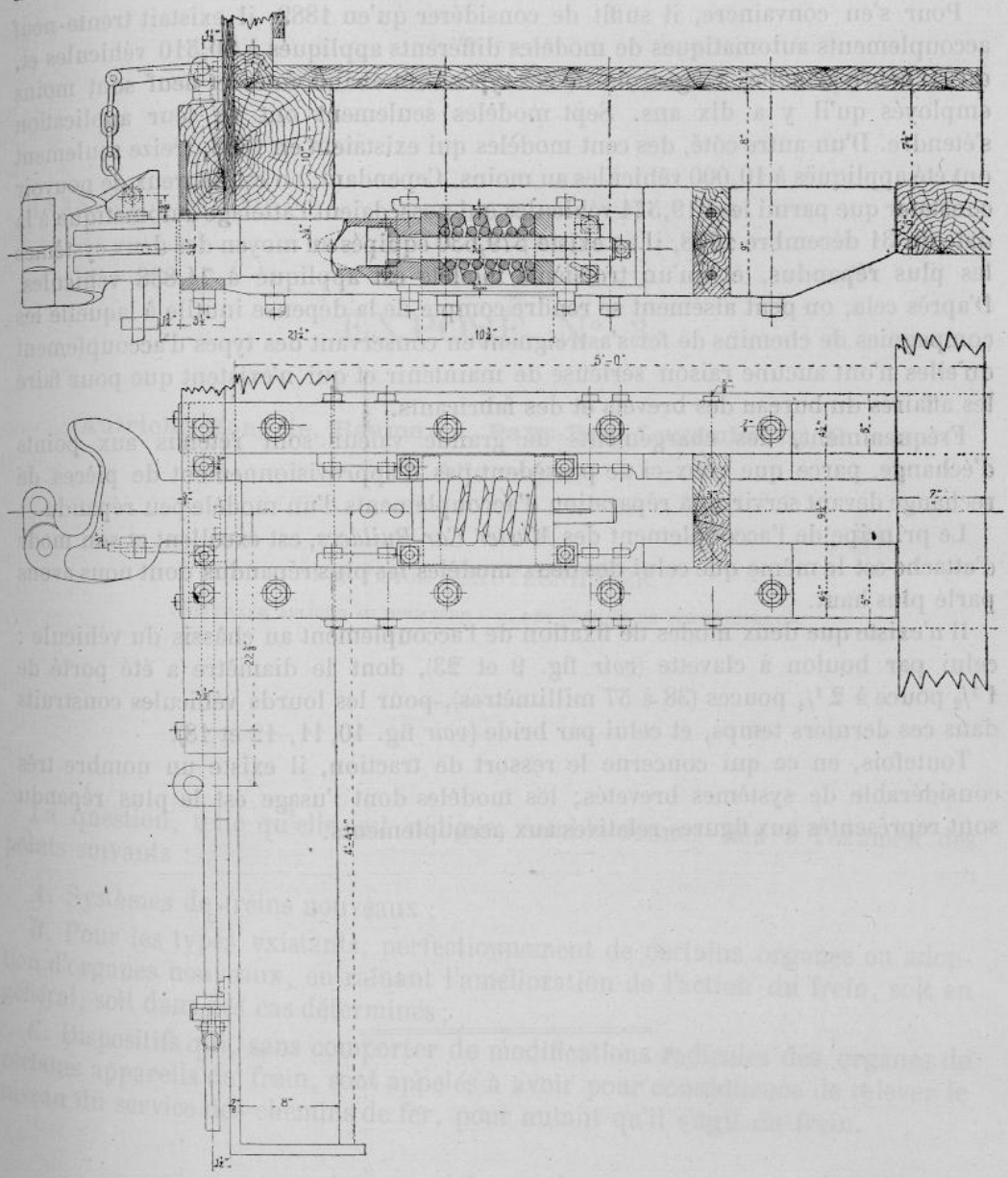


Fig. 23.

les compagnies entrer d'elles-mêmes dans cette voie), les agents jeunes et inexpérimentés apprendraient beaucoup plus rapidement la manœuvre des accouplements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et il en résulterait pour les compagnies de chemins de fer une sérieuse économie au point de vue de l'entretien.

Pour s'en convaincre, il suffit de considérer qu'en 1889, il existait trente-neuf accouplements automatiques de modèles différents appliqués à 80,510 véhicules et, qu'à l'heure actuelle, vingt-trois de ces types sont abandonnés et neuf sont moins employés qu'il y a dix ans. Sept modèles seulement ont vu leur application s'étendre. D'un autre côté, des cent modèles qui existaient en 1898, treize seulement ont été appliqués à 10,000 véhicules au moins. Cependant, on est heureux de pouvoir constater que parmi les 919,574 véhicules qui possédaient l'attelage automatique à la date du 31 décembre 1898, il en existe 579,630 équipés au moyen des deux systèmes les plus répandus, et qu'un troisième modèle est appliqué à 74,838 véhicules. D'après cela, on peut aisément se rendre compte de la dépense inutile à laquelle les compagnies de chemins de fer s'astreignent en conservant des types d'accouplement qu'elles n'ont aucune raison sérieuse de maintenir et qui n'existent que pour faire les affaires du bureau des brevets et des fabricants.

Fréquemment, des chargements de grande valeur sont retenus aux points d'échange, parce que ceux-ci ne possèdent pas d'approvisionnement de pièces de rechange devant servir à la réparation d'accouplements d'un modèle peu répandu.

Le principe de l'accouplement des *Master Car Builders*, est excellent et son mode d'attache est le même que celui des deux modèles les plus répandus dont nous avons parlé plus haut.

Il n'existe que deux modes de fixation de l'accouplement au châssis du véhicule : celui par boulon à clavette (*voir* fig. 9 et 23), dont le diamètre a été porté de $1\,^1/_2$ pouce à $2\,^1/_4$ pouces (38 à 57 millimètres), pour les lourds véhicules construits dans ces derniers temps, et celui par bride (*voir* fig. 10, 11, 12 et 18).

Toutefois, en ce qui concerne le ressort de traction, il existe un nombre très considérable de systèmes brevetés; les modèles dont l'usage est le plus répandu sont représentés aux figures relatives aux accouplements.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[625.251 & 625.216]

EXPOSÉ N° 3

(Autriche-Hongrie, Roumanie, Pays-Bas, Luxembourg, Suisse et Allemagne)

Par VICTOR SCHÜTZENHOFER,
CONSEILLER AULIQUE AU MINISTÈRE I. R. DES CHEMINS DE FER D'AUTRICHE.

La question, telle qu'elle est rédigée, semble donner lieu à l'examen des points suivants :

A. Systèmes de freins nouveaux ;

B. Pour les types existants, perfectionnement de certains organes ou adoption d'organes nouveaux, entraînant l'amélioration de l'action du frein, soit en général, soit dans des cas déterminés ;

C. Dispositifs qui, sans comporter de modifications radicales des organes de certains appareils de frein, sont appelés à avoir pour conséquence de relever le niveau du service des chemins de fer, pour autant qu'il s'agît du frein.

A.

Nous avons peu de chose à dire en ce qui concerne les systèmes de freins entièrement nouveaux. S'il en a été expérimenté quelques-uns, de véritables applications pratiques ne nous ont pas été signalées. Les freins pneumatiques des différents systèmes actuellement employés ont atteint, sous beaucoup de

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapports, un tel degré de perfection qu'il est fort difficile de trouver un frein nouveau supérieur ou seulement égal en qualité à ceux en usage.

Sur les lignes employant déjà un type de frein continu à une grande échelle, le remplacement de ce système par un autre donnerait lieu à de si graves inconvénients qu'elles ne se décideront à cette substitution que s'il peut en résulter des avantages considérables d'un autre ordre.

La question de l'application du frein continu aux trains de marchandises est plus que jamais d'actualité : elle vient encore ajouter à la difficulté d'adopter des systèmes de freins nouveaux et pousse surtout à perfectionner les types dont l'emploi s'est déjà répandu sur les chemins de fer en relations d'échange.

C'est incontestablement le *frein Westinghouse automatique* qui est le plus employé par les administrations dont nous avons à nous occuper ici. Toutefois, ce frein n'est pas encore assez perfectionné pour pouvoir être employé tel quel, en toute sécurité, sur les trains d'une certaine longueur, pas plus que sur les longues et fortes rampes. Ainsi, par exemple, le chemin de fer du Gothard n'a jamais renoncé à employer le frein Henry combiné avec le frein Westinghouse automatique.

Une autre difficulté qui s'oppose à l'emploi du frein Westinghouse sur les trains de marchandises est sans doute que la construction délicate de ce frein nécessite une revision des véhicules tellement fréquente que beaucoup de chemins de fer ne sauraient s'y assujettir dans l'état actuel de l'organisation de leurs ateliers. Le délai de revision des wagons à marchandises, actuellement fixé à trois ans dans l'étendue du *Verein* des administrations de chemins de fer allemandes, devra probablement être abaissé à six mois pour le matériel muni du frein Westinghouse.

Cette considération est particulièrement importante si l'on réfléchit qu'avec les freins continus, pour éviter, d'une part, dans l'intérêt du service, les dispositifs permettant de donner au frein une puissance d'enrayage différente, suivant que le wagon est vide ou sous charge, et, d'autre part, le calage des roues de wagons vides, on ne pourra adopter, pour le matériel à marchandises, qu'un coefficient de freinage d'environ 90 à 100 p. c. de la tare.

En raison de ces efforts de freinage relativement faibles et de la tendance à réduire le plus possible le rapport du poids mort au tonnage utile des wagons, on ne pourra guère atteindre des coefficients d'enrayage supérieurs à environ 30 p. c. du poids du wagon sous charge.

Pour faire circuler des trains de marchandises à une vitesse assez élevée, il faudra, surtout sur les lignes à longues et fortes rampes, munir du frein continu une grande partie, probablement même *la totalité* du matériel à marchandises, et il en résultera des frais énormes de premier établissement et d'entretien.

Nous venons de signaler les objections que soulève l'application des freins pneumatiques actuels aux trains de marchandises, tout au moins dans les conditions d'exploitation qui existent sur le continent européen. Nous nous hâtons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'ajouter que nous n'avons, bien entendu, en vue que les conditions générales et d'ensemble, car il est notoire que, dans certaines circonstances spéciales, comme par exemple pour les trains de minerai de la ligne d'Eisenerz-Vordernberg des chemins de fer de l'État d'Autriche (ligne à crémaillère, avec rampes de 71 millimètres par mètre, se développant sur une longueur de 8 à 12 kilomètres), l'emploi d'un frein pneumatique (dans le cas envisagé, c'est le frein à vide automatique de la *Vacuum Brake Co., Limited*) doit être considéré comme très judicieux. On pourra de même appliquer sans inconvénients appréciables les appareils de freins pneumatiques existant aux trains de marchandises à grande vitesse de faible longueur.

A ce propos, on me permettra encore de mentionner que, d'après les renseignements qui me sont parvenus, la Direction royale de chemins de fer à Berlin serait récemment revenue, à titre d'essai, à l'emploi du courant électrique pour la commande de la triple valve des freins à air comprimé continus. On sait que le même essai a déjà été fait, il y a quelques années, en Amérique, où il a donné de bons résultats, mais qu'il n'en a pas été tiré parti, par suite de la défiance professée, à l'époque, à l'égard des transmissions électriques.

B.

Nous entrerons plus loin, en énumérant les différents types de freins, dans de plus amples détails au sujet des perfectionnements apportés aux systèmes existants. Pour le moment, nous nous bornerons à signaler les points suivants :

On s'est surtout efforcé de construire les freins continus de façon que l'effort de freinage se produise, dans toute la longueur du train, aussi rapidement et aussi uniformément que possible. Ce problème n'a reçu, jusqu'à présent, de solution entièrement satisfaisante avec aucun des systèmes connus.

On a voulu, en outre, que les freins automatiques à air comprimé du système à chambre unique pussent être employés pour le parcours de longues et fortes déclivités (de 25 à 30 millimètres par mètre).

A ce point de vue, les chemins de fer de l'État hongrois paraissent être arrivés à un résultat satisfaisant. Le système adopté n'est pas nouveau en ce qui concerne les organes, car ceux-ci se retrouvent dans le type connu du frein Westinghouse-Henry. Ce qui est nouveau, c'est la méthode employée pour permettre de réaliser une bonne marche sur les fortes déclivités (de 25 millimètres par mètre) de la ligne de Fiume. Elle consiste à maintenir constamment, sur le train entier, à l'aide du frein Westinghouse automatique, une action d'enrayage relativement faible. A cet effet, le robinet de manœuvre a reçu une forme particulière et on l'ouvre de façon que la pression de la conduite générale, correspondant à un effort de freinage donné, reste constante. Pour régler la vitesse de marche, on serre, avec plus ou moins de force, le frein à air comprimé à action directe du système Henry, monté sur la locomotive et le tender.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La section en rampe entre les stations de Lič et de Fiume de l'État hongrois a une longueur de 35 kilomètres en nombre rond ; la déclivité de 25 millimètres par mètre n'est interrompue que dans trois stations intermédiaires par de courtes inclinaisons de 2 millimètres par mètre. Les trains express qui parcourent cette ligne pèsent, sans la locomotive et le tender, environ 115 tonnes (six voitures, quinze essieux), et les trains de voyageurs ordinaires environ 142 tonnes (dix voitures, vingt et un essieux). Le poids de la locomotive et du tender est de 91.7 tonnes, soit 44 p. c. du poids total des trains express et 39 p. c. de celui des trains de voyageurs ordinaires. La vitesse est en moyenne d'environ 35 kilomètres à l'heure pour les premiers, d'environ 30 kilomètres pour les autres, et elle est tellement uniforme qu'il ne se produit guère d'écarts de plus de 5 kilomètres à l'heure sur les sections d'une certaine longueur.

Toutefois, il ne serait guère possible d'appliquer cette méthode avec le même succès sur les lignes à déclivités plus fortes et plus longues et sur des trains lourds, car, d'un côté, avec des trains lourds, l'effort de freinage de la locomotive et du tender serait peut-être trop faible, et de l'autre, le freinage intense prolongé des roues de ces véhicules aurait pour conséquence un si fort échauffement des bandages que ceux-ci se décaleraient.

On pourrait sans doute aussi réaliser une amélioration du fonctionnement des freins automatiques à action rapide actuels par une modification appropriée de l'appareil de traction continue rigide employé aujourd'hui.

Il est vrai qu'avec le frein à action rapide on obtient très vite un effort vigoureux des sabots, mais, sur les trains longs, cette action ne se propage pas avec une simultanéité suffisante dans tout le train et n'est pas répartie avec une uniformité suffisante dans toute sa longueur : il en résulte des différences réciproques entre la vitesse de marche des véhicules, dans les limites tracées par l'appareil de traction et l'élasticité des ressorts des tampons. Une autre conséquence régulière en est la rupture de l'appareil de traction ou de l'attelage. Il est hors de doute qu'on pourrait remédier à cet inconvénient en substituant une tige de traction élastique dans le sens longitudinal à la barre rigide de la traction continue, dont la longueur peut passer, dans le cas qui nous occupe, pour une grandeur pratiquement invariable, et par conséquent indépendante de l'effort de traction momentanément appliqué. Des propositions dans ce sens ont récemment été faites par une administration du *Verein* allemand ; les essais entrepris à la suite de ces propositions n'ont pas encore eu de conclusion.

C.

Nous passerons maintenant à l'étude des perfectionnements mentionnés en troisième lieu au début de ce rapport : ils ont jusqu'à présent produit maints bons résultats et il en sera de même par la suite, dans la proportion de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

généralisation de leur emploi. Je range dans ce groupe : la détermination des rapports d'amplification de l'effort, l'emploi de plus en plus général de timoneries à balanciers compensateurs, l'application du frein à l'essieu du milieu des véhicules à six roues, l'application du frein aux bogies des locomotives et l'augmentation du poids freiné total des trains.

Rapport d'amplification. — En ce qui concerne la valeur du rapport d'amplification, il existe, il est vrai, des prescriptions qui fournissent quelques indications ; nous citerons, par exemple, les conventions techniques du *Verein* des administrations allemandes, où il est dit que les freins à main doivent être construits de manière que le calage approximatif des roues puisse être obtenu avec eux, même sous le véhicule en charge. Mais dès qu'on se met en devoir d'examiner de près les constructions existantes, on ne tarde pas à s'apercevoir que les prescriptions en question ont dû être diversement interprétées par les différents constructeurs. En effet, les rapports d'amplification qui, dans les types actuels, varient depuis 1 à 300 jusqu'à 1 à 900 et au delà (en négligeant les frottements), ne correspondent souvent pas d'une façon assez exacte au poids brut des véhicules.

Sans nul doute, dans bien des cas, si l'on a employé des amplifications relativement faibles, c'est qu'on a voulu réduire le plus possible la distance préparatoire, c'est-à-dire le chemin parcouru entre le signal de freinage et l'application complète du frein. Il est évident que ce résultat n'a pu être obtenu que moyennant l'allongement de la distance d'arrêt proprement dite, c'est-à-dire du chemin parcouru par le train entre l'application complète du frein et l'arrêt du train.

Dans d'autres cas, le mauvais choix des rapports d'amplification tient probablement à des hypothèses inexactes concernant l'effet utile réel des freins. Des bases sûres ne peuvent être obtenues à cet égard qu'à l'aide d'un assez grand nombre d'essais. On a déjà exécuté des essais de ce genre, il y a de longues années, mais les résultats paraissent être tombés, en partie du moins, dans l'oubli.

Dans les derniers temps, on a de nouveau procédé, dans ce sens, en Autriche-Hongrie, à des expériences étendues, dont les résultats ont servi de base aux nouvelles prescriptions sur la construction des freins du matériel des chemins de fer de ces pays.

L'introduction de dispositions analogues dans les conventions techniques du *Verein* des administrations allemandes est actuellement à l'étude. On trouvera, dans l'annexe à ce rapport, un résumé de ces dispositions ainsi que d'autres prescriptions, concernant les appareils de frein, qui ont été soumises au *Verein* pour approbation.

On verra que l'objet de ces propositions est d'unifier les rapports d'amplification, non seulement pour les freins à vis, mais encore pour les freins

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pneumatiques continus : jusqu'à présent, pour ces derniers, la solution de cette question importante est plus ou moins laissée à l'appréciation du constructeur.

Les conventions techniques de 1897 contiennent, il est vrai (§ 135, al. 2), la prescription non obligatoire que, pour les freins continus, « la pression des sabots doit être au plus égale à la tare du véhicule » (il s'agit ici du matériel pour trains de voyageurs), mais elles sont muettes au sujet de la limite inférieure de cette pression, bien qu'on puisse faire valoir des raisons au moins également plausibles en faveur de l'utilité pratique d'une telle limite.

L'absence de prescriptions de cette nature s'est récemment fait remarquer dans plusieurs cas où il s'agissait de la circulation de voitures à voyageurs dans des express à très grande vitesse, car il fallait placer dans ces trains des voitures directes, à frein continu, pour lesquelles l'effort maximum de freinage n'atteignait même pas 50 p. c. de la tare des véhicules.

Timoneries à balanciers compensateurs. — Le principe de ces timoneries (appareils) n'a rien de nouveau, nous en parlons ici parce que ce n'est que depuis quelque temps que leur emploi se répand.

Le frein continu, auxiliaire spécial aux trains de rang supérieur dont les conditions de circulation exigent des moyens d'arrêt plus efficaces que les trains de rang inférieur, munis du frein à vis, paraît avoir essentiellement contribué à l'application générale des balanciers compensateurs dans ces derniers temps.

Freinage de l'essieu du milieu des véhicules à six roues. — L'utilité, voire même la nécessité de cette application se manifeste particulièrement lorsque des trains à marche très rapide sont composés, en totalité ou en majeure partie, de voitures à six roues.

En admettant pour les deux essieux extrêmes un effort de freinage égal à 80 p. c. de la charge que chacun d'eux supporte, on ne pourra freiner qu'une proportion d'environ 55 à 60 p. c. du poids total de la voiture, et cette proportion sera insuffisante sur une pente de 5 millimètres par mètre, par exemple, avec une vitesse de 90 à 100 kilomètres à l'heure, quand même tous les véhicules du train sont munis du frein.

Il faut que la timonerie du frein de l'essieu du milieu soit disposée de manière que l'essieu conserve toute sa facilité de convergence dans les courbes.

A cet effet, il importe que la suspension des sabots des roues du milieu permette un certain jeu latéral et que les sabots se déplacent simultanément avec l'essieu.

Sur les chemins de fer de l'État d'Autriche et le Nord Empereur Ferdinand, les voitures à six roues sont munies de la suspension de sabots (fig. 1 et 2), le déplacement des sabots qui correspond au jeu de l'essieu du milieu étant obtenu dans ce cas par une liaison élastique des ressorts de suspension avec les sabots de frein.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Freinage des bogies des locomotives. — Pour augmenter l'effort de freinage total dans les trains express, il est avantageux d'appliquer le frein aux bogies des locomotives.

Ceci est particulièrement vrai pour les trains légers, dans lesquels le poids de la locomotive est considérable par rapport à celui des véhicules : dans ce cas, on peut réaliser des réductions appréciables des distances d'arrêt.

Des essais effectués par les chemins de fer de l'État d'Autriche sur une rampe de 10 millimètres par mètre ont donné les résultats suivants :

Premier cas : Locomotive isolée, avec son tender (machine express à huit roues dont quatre couplées, et tender à six roues) ;

Deuxième cas : Train composé de la même locomotive, avec son tender, et de six voitures à voyageurs à huit roues.

Il résulte de ces essais que le freinage des bogies a toujours pour résultat des réductions appréciables des distances et temps d'arrêt.

Poids adhérent de la locomotive		29 tonnes.
— sur bogie		27 —
— du tender		34 —
	Poids total dans le premier cas.	90 tonnes.
Poids des six voitures		196 —
	Poids total dans le deuxième cas.	286 tonnes.
Rapport de l'effort de freinage aux poids freinés	Essieux couplés	60.7 p. c.
	Bogie	62.2 —
	Tender	67.6 —
	Voitures	82 —

		1er cas. Locomotive et tender.	*2e cas.* Train complet.
Poids total.		90 tonnes	286 tonnes.
Effort de freinage.	Le frein du bogie, action suspendue.	45.1 tonnes.	70.5 tonnes.
	Le frein du bogie en action	63.8 —	76.3 —
Le frein du bogie étant paralysé.	Vitesse de marche à l'origine du serrage des freins	80, 78, 80 km.	76, 75 km.
	Distance d'arrêt.	610, 550, 570 m.	410, 440 m.
	Temps d'arrêt	46, 41, 43 sec.	31, 30 sec.
Le frein du bogie étant appliqué.	Vitesse de marche à l'origine du serrage des freins	80, 78, 80 km.	78, 76, 76 km.
	Distance d'arrêt.	400, 430, 470 m.	350, 350, 360 m.
	Temps d'arrêt	29, 32, 33 sec.	26, 25, 27 sec.
Le frein du bogie étant appliqué.	Augmentation moyenne de l'effort de freinage	41 p. c.	8.3 p. c.
	Diminution moyenne de la distance d'arrêt	24.7 p. c. (143 m.)	12.8 p. c. (52 m.)
	Diminution moyenne du temps d'arrêt	27.7 p. c. (12 sec.)	14.8 p. c. (4.5 sec.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

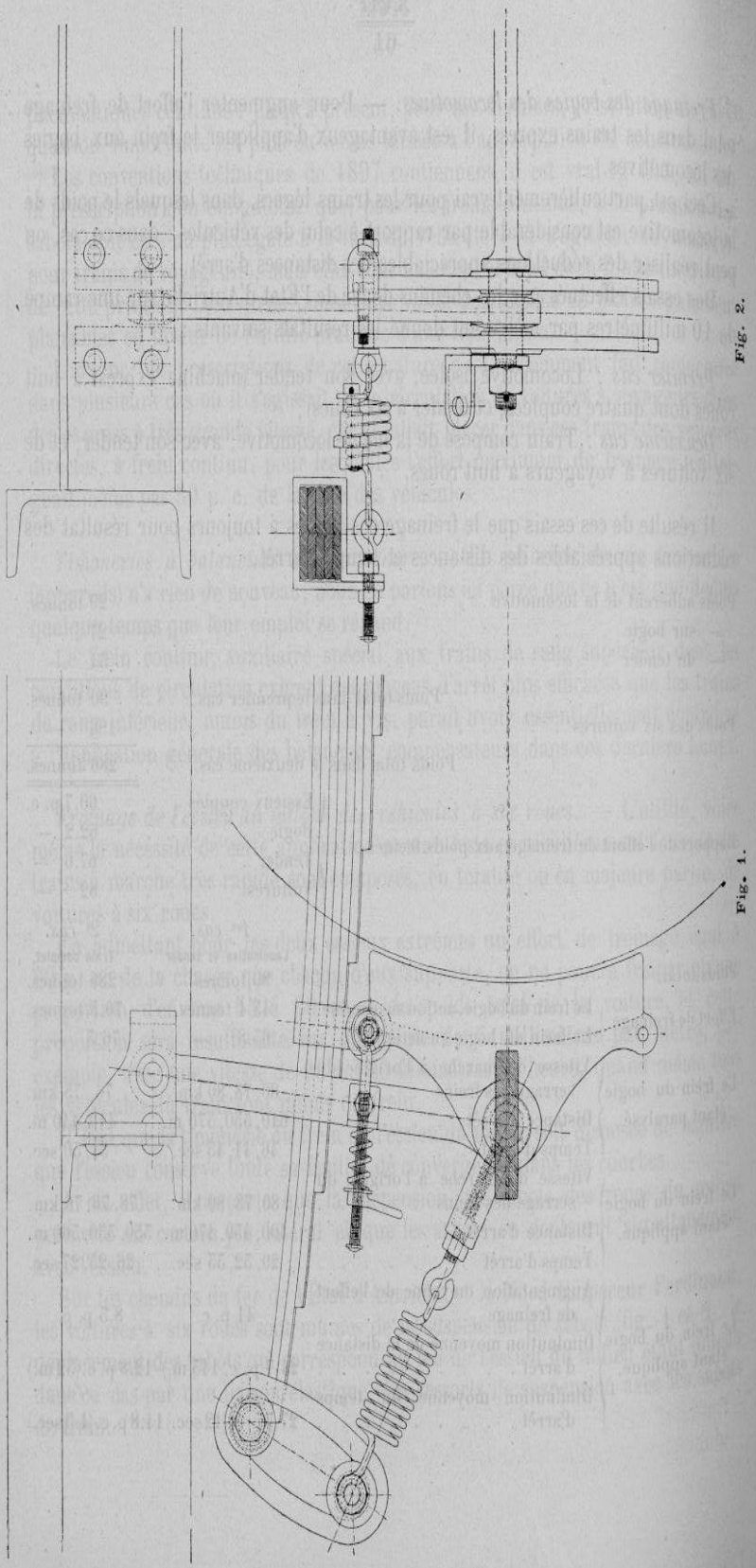


Fig. 2.

Fig. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nombre de freins gardés (*coefficient de freinage des trains*). — Dans le *Verein* des administrations de chemins de fer allemandes, la conviction que les prescriptions actuellement en vigueur concernant la proportion freinable des trains sont insuffisantes se fait de plus en plus jour.

On fait valoir, à l'encontre des prescriptions afférentes des conventions techniques, qu'en déterminant le coefficient de freinage d'après les règles actuelles, notamment pour les déclivités de 0 à 10 millimètres par mètre, on obtient des distances d'arrêt très considérables, tandis qu'en raison de la généralisation des freins continus, il faudrait au contraire chercher à réduire les longueurs d'arrêt. D'autre part, on dit que la détermination du coefficient de freinage en fonction du nombre d'essieux devrait être abandonnée, en raison des charges variables des véhicules, et qu'il conviendrait de les fixer comme fraction du poids du train.

En s'appuyant sur ces considérations, on a proposé de modifier les prescriptions existantes relatives au coefficient de freinage des trains, et le remaniement de ces prescriptions fait en ce moment l'objet des travaux d'une sous-commission spécialement instituée par le *Verein*.

* * *

Nous allons maintenant dire un mot des améliorations apportées dans ces dernières années aux freins continus.

Frein Westinghouse : robinet d'arrêt à orifice d'échappement. — Lorsque la pression diminue très progressivement dans la conduite générale, le piston de la triple valve Westinghouse, telle qu'elle est construite actuellement, ne se déplace pas assez pour que la rainure de chargement du cylindre à frein soit démasquée. Il peut donc, s'il existe des fuites dans les conduites et les valves, et s'il n'est pas rechargé d'air comprimé dans la conduite générale, se produire un écoulement lent de l'air comprimé des réservoirs auxiliaires par les rainures, par-dessus l'arête du piston de la triple valve et par les tuyaux, sans qu'il y ait serrage du frein.

Cette vidange du frein peut avoir lieu dans une partie du train qui se trouve derrière un robinet d'arrêt *fermé*. Pour remédier aux inconvénients qui en résultent, la Compagnie Westinghouse a muni les robinets d'arrêt d'orifices d'échappement (fig. 3 et 4). Lorsque le robinet est ouvert, l'orifice 1 est isolé ; le robinet étant fermé, l'air comprimé peut s'écouler dans l'atmosphère par l'orifice d'échappement.

Par conséquent, dans ce dernier cas, pourvu que l'orifice d'échappement soit assez large, les freins se serreront spontanément sur la partie du train qui se trouve derrière un robinet d'arrêt fermé, ce qui révélera le fait au mécanicien. Toutefois, ces robinets ne sont encore normalement employés par aucune des administrations dont il est question dans ce rapport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une amélioration a en outre été apportée à la pompe à air Westinghouse, en reportant tous les organes de la distribution dans le plateau supérieur du cylindre à vapeur, ce qui a pour conséquence de faciliter la revision et la réparation des soupapes.

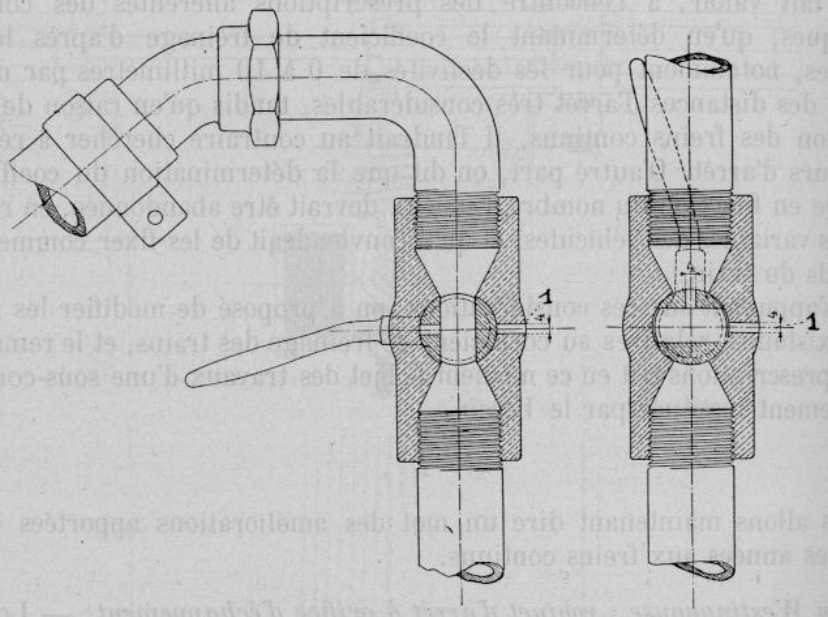


Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 3 et 4. — Robinet d'arrêt avec orifice d'échappement pour le frein Westinghouse.

Il y a lieu de signaler, enfin, le perfectionnement des triples valves à action rapide par l'application de segments de garniture sur le piston auxiliaire, par l'emploi de perforations étroites de ce piston et par l'obturation du canal du tiroir de la valve, par le renforcement du ressort en spirale ramenant le piston à sa position normale et par le renforcement des ressorts de rappel de la valve de retenue de la triple valve, etc. : tous ces moyens sont destinés à amener l'amortissement des chocs dans le fonctionnement rapide du frein.

Frein Schleifer. — Dans ces dernières années, M. Schleifer n'a apporté aucune modification à ses appareils de frein.

Frein à vide non automatique. — Dans les freins non automatiques, les anciens clapets de retenue à garniture en caoutchouc ont été remplacés par des soupapes de retenue doubles, avec cônes métalliques.

Comme, au bout d'un certain temps, sous l'action de la vapeur et de l'air, le caoutchouc durcit et devient cassant, les clapets à garniture en caoutchouc ne restaient pas étanches. L'éjecteur étant fermé, il pourrait arriver par ces fuites,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous la pression de l'air extérieur, de la vapeur dans la conduite générale, et cette vapeur se condenserait en eau.

Les valves métalliques remédient à cet inconvénient.

Frein à vide automatique. — Sur les lignes autrichiennes, qui emploient encore généralement le frein à vide « Hardy », l'adoption de freins automatiques a été reconnue nécessaire pour les trains à marche rapide.

Afin de pouvoir conserver les appareils existants du frein à vide non automatique, on a accueilli avec empressement un dispositif facilitant la transition au frein automatique : ce dispositif, on l'a trouvé dans le frein à vide dit « à commutation ».

La disposition de ce frein est indiquée à la figure 5. Elle comporte des cylindres à frein, avec réservoirs spéciaux qui servent à obtenir, avec le frein automatique, un grand volume pour la chambre supérieure du cylindre à frein.

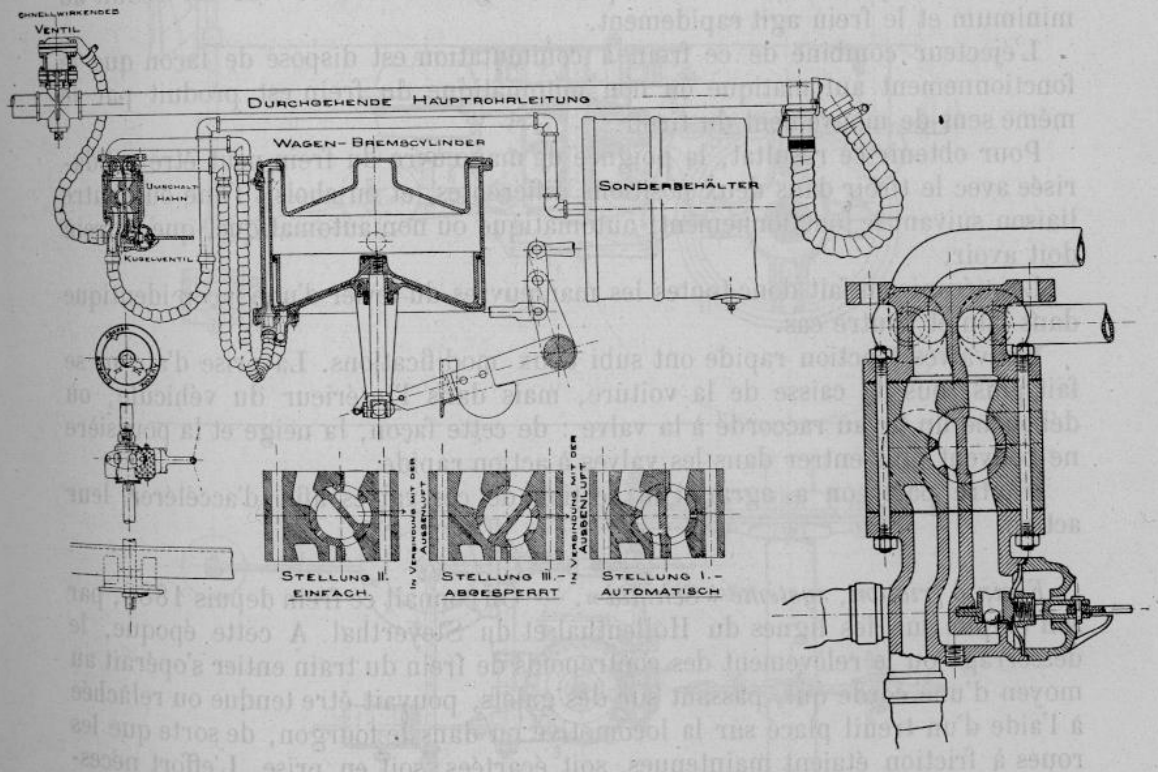


Fig. 5.

Explication des termes allemands : Schnellwirkendes Ventil = Valve à action rapide. — Umschalthahn = Robinet commutateur. Kugelventil = Valve à boulet. — Durchgehende Hauptröhrleitung = Conduite générale. — Wagen-Bremscylinder = Cylindre à frein de véhicule. — Sonderbehälter = Réservoir spécial. — In Verbindung mit der Aussenluft = Communiquant avec l'atmosphère. — Stellung = Position. — Einfach = Non automatique. — Abgesperrt = Action suspendue. — Automatisch = Automatique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Entre la valve à boulet et le cylindre on a intercalé le robinet commutateur qui permet, lorsque le frein doit être *automatique*, de relier la conduite générale directement avec la partie inférieure du cylindre à frein, et indirectement, par la valve à boulet, avec la partie supérieure, et en même temps d'établir une communication entre la partie supérieure du cylindre à frein et le réservoir spécial.

Pour faire usage du frein non automatique, on tourne le robinet commutateur de façon à mettre la conduite générale en communication directe avec la chambre supérieure du cylindre à frein; de ce fait, cette chambre est isolée du réservoir spécial et la chambre inférieure est mise en communication directe avec l'air atmosphérique.

On remarquera la forme du piston. Le couvercle du cylindre à frein est emmanché de façon que la chambre à air de la partie supérieure du cylindre devient aussi petite que possible. De cette façon, en employant la commande non automatique, l'espace dans lequel il s'agit de faire le vide est réduit au minimum et le frein agit rapidement.

L'éjecteur combiné de ce frein à commutation est disposé de façon que le fonctionnement automatique ou non automatique du frein est produit par le même sens de mouvement du tiroir.

Pour obtenir ce résultat, la poignée de manœuvre du frein peut être solidarisée avec le tiroir dans deux positions différentes, et on choisit l'une ou l'autre liaison suivant le fonctionnement, automatique ou non automatique, que le frein doit avoir.

Le mécanicien fait donc toutes les manœuvres du levier d'une façon identique dans l'un et l'autre cas.

Les valves à action rapide ont subi deux modifications. La prise d'air ne se fait plus sous la caisse de la voiture, mais dans l'intérieur du véhicule, où débouche un tuyau raccordé à la valve : de cette façon, la neige et la poussière ne peuvent plus entrer dans les valves à action rapide.

D'autre part, on a agrandi la section de ces valves afin d'accélérer leur action.

Frein à friction, système « Schmid ». — On connaît ce frein depuis 1886, par son emploi sur les lignes du Höllenthal et du Steyerthal. A cette époque, le desserrage ou le relèvement des contrepoids de frein du train entier s'opérait au moyen d'une corde qui, passant sur des galets, pouvait être tendue ou relâchée à l'aide d'un treuil placé sur la locomotive ou dans le fourgon, de sorte que les roues à friction étaient maintenues, soit écartées, soit en prise. L'effort nécessaire pour tendre la corde rendait impossible le freinage de longs trains par ce système En 1892, on a cherché à remédier à cet inconvénient en munissant quelques véhicules de la ligne de montagne de Wiesbaden-Schwalbach d'une commande à air comprimé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le même frein, pourvu d'une commande par le vide, a été adopté en 1899, à titre d'essai, par les chemins de fer de l'État d'Autriche (*voir* fig. 6).

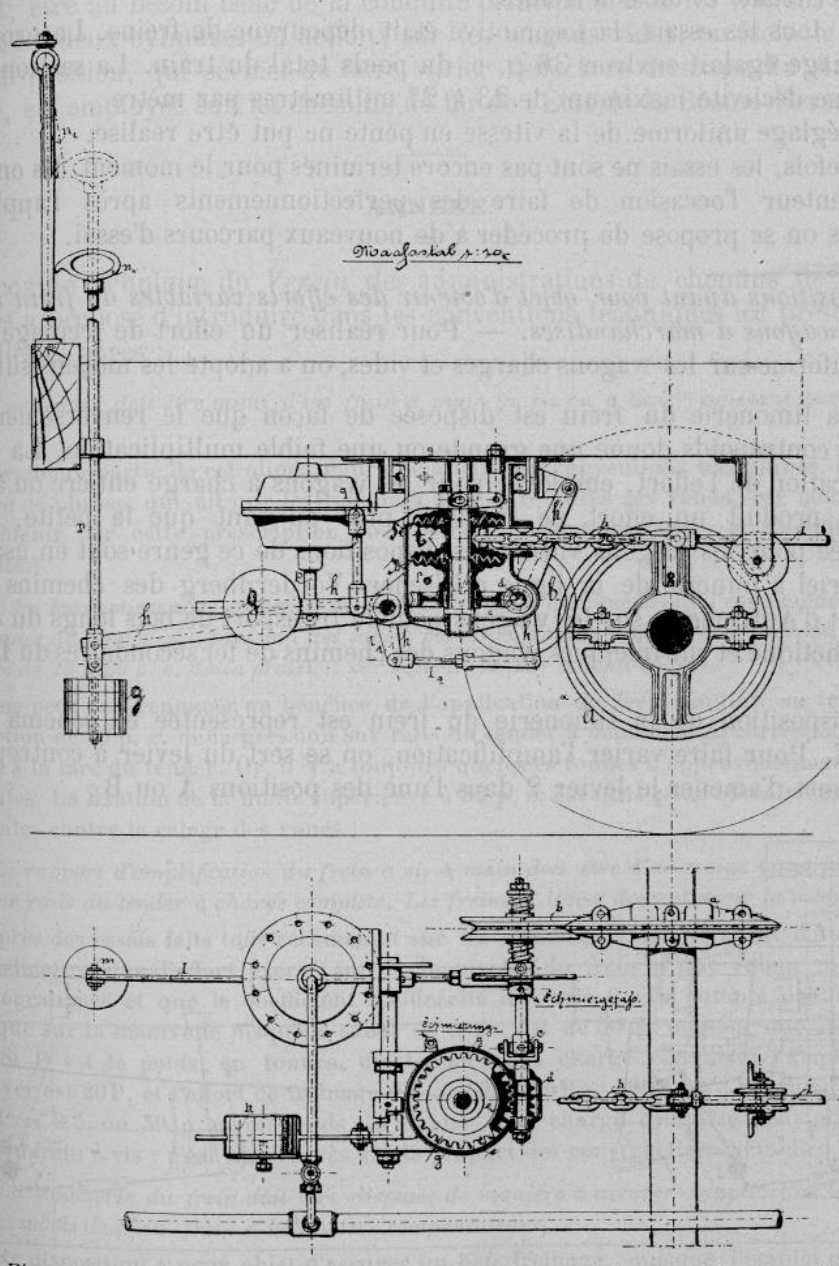


Fig. 6. — Frein à friction avec commande par le vide, système « Schmid ». (Breveté.)

Explication des termes allemands : Schmiergefäss = Godet graisseur. — Schmierung = Lubrification.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les trains d'essai se composaient, l'un de vingt-cinq véhicules, dont neuf freinés et seize non freinés, l'autre de quarante-trois véhicules, dont douze freinés et trente et un non freinés.

Dans tous les essais, la locomotive était dépourvue de freins. La proportion de freinage égalait environ 36 p. c. du poids total du train. La section d'essai avait une déclivité maximum de 23 à 27 millimètres par mètre.

Le réglage uniforme de la vitesse en pente ne put être réalisé.

Toutefois, les essais ne sont pas encore terminés pour le moment. Ils ont offert à l'inventeur l'occasion de faire des perfectionnements après l'application desquels on se propose de procéder à de nouveaux parcours d'essai.

Dispositions ayant pour objet d'obtenir des efforts variables du frein continu sur les wagons à marchandises. — Pour réaliser un effort de freinage à peu près uniforme sur les wagons chargés et vides, on a adopté les moyens suivants :

1° La timonerie du frein est disposée de façon que le renversement d'un levier à contrepoids donne une grande ou une faible multiplication. La grande amplification de l'effort, employée pour les wagons à charge entière ou à demi-charge, produit un effort de freinage plus puissant que la petite, qui est employée pour les wagons vides. Des dispositions de ce genre sont en usage sur le matériel à minerai de la ligne d'Eisenerz-Vordernberg des chemins de fer de l'État d'Autriche et sur les wagons pour le transport de bois longs du chemin de fer rhétique et sur quelques wagons des chemins de fer secondaires du Luxembourg.

La disposition de la timonerie du frein est représentée en schéma sur la figure 7. Pour faire varier l'amplification, on se sert du levier à contrepoids 1 qui permet d'amener le levier 2 dans l'une des positions A ou B ;

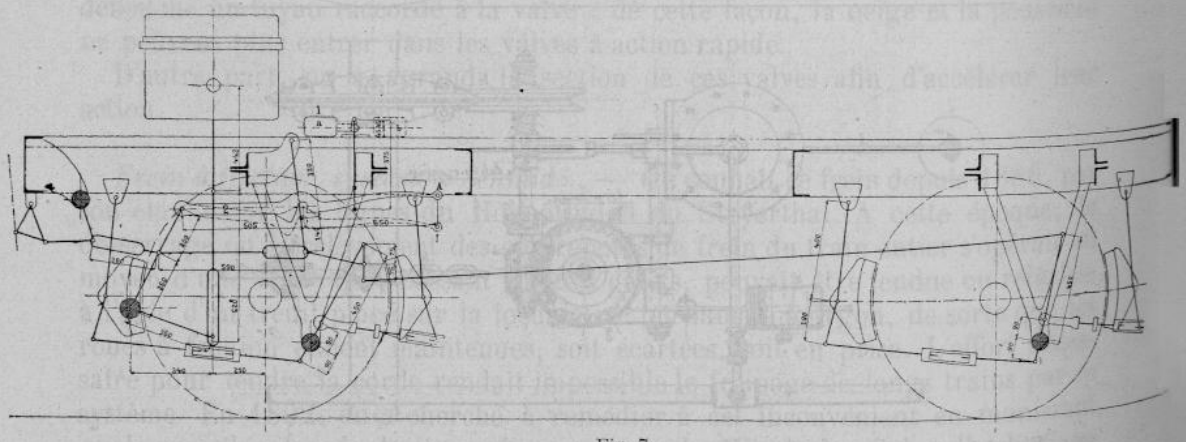


Fig. 7.

Dans la position A, le levier 2 est débrayé ; le rapport d'amplification est 1 : 10.2 ; le contrepoids 1 se trouve en *a*.
Dans la position B, le levier 2 est embrayé ; le rapport d'amplification est 1 : 4 ; le contrepoids 1 se trouve en *b*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Chaque wagon est muni de deux cylindres à frein dont l'un est raccordé directement à la conduite générale, tandis que l'autre peut, à l'aide d'un robinet, être au besoin isolé de la conduite principale. Sur les wagons chargés, on met les deux cylindres en action ; sur les wagons vides, on isole le second. Cette disposition, qui permet de faire varier l'effort de freinage du simple au double, est employée sur les chemins de fer de l'État de la Bosnie-Herzégovine.

ANNEXE.

Le comité technique du *Verein* des administrations de chemins de fer allemandes a proposé d'introduire dans les conventions techniques les prescriptions nouvelles ci-après :

1° *Tout tender doit être muni d'un frein à main (à vis ou à levier) agissant sur toutes les roues.*

(La première partie de cet alinéa figure déjà dans les conventions techniques. Le second membre de phrase, qui dit que le frein doit agir sur toutes les roues, est nouveau : on veut obtenir par cette prescription que les roues soient ménagées et que leur calage soit évité.)

2° *Si les locomotives sont munies d'un frein continu, il faut que celui-ci commande également les organes du tender. La pression des sabots correspondant à la plus forte pression du piston doit être de 70 à 80 p. c. de la pression sur rails du tender à demi-charge.*

(On ne peut pas renoncer au bénéfice de l'application du frein continu au tender. Une proportion de 70 p. c. de la pression sur rails du tender à demi-charge correspond généralement à la tare du tender. Or, il y a toujours quelques tonnes d'approvisionnements dans les soutes. La fixation de la limite supérieure à 80 p. c. est utile pour obtenir des garanties suffisantes contre le calage des roues.)

3° *Le rapport d'amplification du frein à vis à main doit être d'au moins vingt fois la pression sur rails du tender à charge complète. Les freins à levier doivent avoir la même efficacité.*

(D'après des essais faits tout récemment sur les chemins de fer de l'État d'Autriche, on peut admettre que l'effort exercé sur la manivelle du frein a une valeur moyenne de 50 kilogrammes et que le coefficient d'efficacité du frein à vis, compté depuis le point d'attaque sur la manivelle jusqu'au sabot de frein, est de 30 p. c. pour une vis à simple filet. Si P est le poids, en tonnes, du tender sous charge complète, l'amplification à employer est 20P, et l'effort de freinage $0.3 \times 50 \times 20P = 300P$, en kilogrammes. $300P : 1,000P = 0.3$, ou 30 p. c. du poids du tender sous charge complète peut être freiné à l'aide du frein à vis : c'est un progrès sur la plupart des constructions actuelles.)

4° *La timonerie du frein doit être disposée de manière à assurer l'application uniforme de tous les sabots de frein (frein à balanciers compensateurs).*

(Cette disposition a pour objet d'assurer un bon freinage, puisque l'emploi de la timonerie à balanciers compensateurs empêche le calage de tel ou tel essieu, résultant de l'application inégale des sabots.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5° *Sur les freins continus, la course maximum du piston, en millimètres, divisée par le rapport d'amplification, depuis la tige de piston jusqu'aux sabots de frein, ne doit pas donner un quotient inférieur à 25.*

(Cette disposition est surtout nécessaire pour les voitures affectées aux services directs, afin d'éviter la nécessité d'un fréquent ajustage des sabots, pour lequel le temps manque généralement dans les gares d'échange.)

6° *Avec les freins continus, il faut que la pression maximum du piston puisse produire un effort de freinage atteignant, pour les voitures à voyageurs, les bureaux-poste et les fourgons à bagages, 75 à 85 p. c., pour les wagons à marchandises, 90 à 100 p. c. de la charge des roues freinées du véhicule vide.*

(Pour les voitures, bureaux-poste et fourgons, il ne faut pas que l'effort de freinage soit inférieur à 75 p. c. de la tare du véhicule, afin que l'action du frein ne soit pas trop affaiblie; d'autre part, il ne convient pas de dépasser 85 p. c., afin que, même dans des conditions d'adhérence défavorables, il reste des garanties suffisantes contre le calage des roues. Pour les wagons, il ne semble pas utile que l'effort de freinage dépasse 100 p. c. du poids des véhicules vides.)

7° *Sous les véhicules à quatre ou à huit roues, il faut que le frein continu agisse sur toutes les roues; sous ceux à six roues, il faut qu'il soit appliqué au moins sur les roues des essieux extrêmes, et, de plus, sur les roues du milieu, si les véhicules sont destinés à circuler dans des express marchant à une vitesse de plus de 80 kilomètres à l'heure.*

(La prescription que, sous les voitures à six roues pour trains d'une vitesse supérieure à 80 kilomètres à l'heure, il faut aussi freiner l'essieu du milieu, paraît commandée par des raisons de sécurité. En effet, dans le cas contraire, à moins d'un serrage excessif sur les essieux extrêmes, on ne pourrait freiner qu'environ 56 p. c. du poids du véhicule.)

8° *Un pas de 13 millimètres est recommandé pour les vis à simple filet; en cas de double filet, il ne doit pas dépasser 17 millimètres.*

(Il résulte des essais mentionnés plus haut que l'efficacité des freins augmente avec le pas du filet de la vis; cependant, on a constaté un desserrage automatique lorsque le pas dépasse 17 millimètres. Les essais de vis de différents diamètres et d'écrous de différentes hauteurs ont montré que l'efficacité ne varie pas beaucoup avec ces éléments. Les vis à pas de 8 millimètres sont susceptibles d'usure par frottement, lorsque l'effort de freinage atteint son maximum. En conséquence, les vis à pas de 10 à 13 millimètres paraissent donc convenir le mieux; celles de 13 millimètres sont préférables.)

9° *Le rapport d'amplification des freins à vis à main doit être, avec les vis à simple filet : pour les véhicules à quatre ou à six roues, de quarante à soixante fois, et pour les véhicules à huit roues, de trente à cinquante fois la charge des roues freinées, en tonnes; avec les vis à double filet, le rapport d'amplification peut être d'un quart plus faible; dans l'un et l'autre cas il ne devra pas dépasser 1 : 1,200. Pour les voitures à voyageurs, bureaux-poste et fourgons à bagages, on se basera dans ce calcul sur la tare; pour les wagons à marchandises sur la tare et le tonnage. Le frein à vis doit être étudié de façon à pouvoir freiner au moins deux essieux de véhicule.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En désignant par $k.P$ l'amplification nécessaire par essieu, l'effort de freinage par essieu sera

$$0.3 \times 50 \times k.P = 15\ k.P \text{ kilogrammes.}$$

P exprimant la charge de l'essieu, en tonnes; c'est-à dire, pour les voitures, bureaux-poste et fourgons, la part du poids du véhicule vide imputée à cet essieu, et pour les wagons, la part, supportée par cet essieu, du poids total du wagon (tare et tonnage complet).

La proportion freinable de la charge de l'essieu sera :

a) Pour les véhicules à quatre ou à six roues :

D'au moins 60 p. c.,
soit $15\ k.P = 600\ P$,
d'où $k = 600 : 15 = 40$,
d'au plus 90 p. c.
soit $15\ k.P = 900\ P$,
d'où $k = 900 : 15 = 60$.

b) Pour les véhicules à huit roues, il convient d'adopter des coefficients plus réduits; la proportion sera donc :

d'au moins 45 p. c.,
soit $15\ k.P = 450\ P$,
d'où $k = 450 : 15 = 30$;
d'au plus 75 p. c.
soit $15\ k.P = 750\ P$.,
d'où $k = 750 : 15 = 50$.

Si, sur un véhicule à huit roues, le frein à vis n'agit que sur deux essieux seulement, il convient d'adopter la limite supérieure, soit $k = 50$. L'emploi d'amplifications excessives, entraînant l'inconvénient de grandes distances « préparatoires » parcourues pendant le serrage des freins, est prévenu par la prescription que le rapport d'amplification ne doit pas dépasser 1 : 1,200.

N. B. — Les numéros 3° à 9° sont destinés à faire partie des conventions techniques comme prescriptions non obligatoires, les autres comme prescriptions obligatoires.

Les dispositions qui régissent en Autriche-Hongrie, depuis mars 1900, la construction du matériel neuf, diffèrent en partie de celles qui précèdent; elles contiennent en outre les prescriptions suivantes, relatives aux freins des locomotives :

Sur toutes les locomotives régulièrement affectées à la remorque des trains express et des trains de voyageurs ordinaires, il faut que les roues motrices au moins puissent être enrayées à l'aide du frein employé sur le réseau en question et que l'effort de freinage puisse atteindre au moins 50 p. c. de la pression sur rails des paires de roues freinables. Cet effort de freinage doit être déterminé dans l'hypothèse que les pistons des cylindres à frein subissent une pression de 0.65 atmosphère pour le frein à vide, de 4 atmosphères pour le frein à air

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comprimé. Sur les autres locomotives munies du frein continu on déterminera de même l'effort de freinage. Il est dit en outre que la conduite générale du frein continu doit être amenée jusqu'à la traverse de tête de la locomotive (à cause des parcours en double traction et avec tender en avant).

Sur les locomotives-tenders à frein continu, il faut que l'effort de freinage soit d'au moins 70 p. c. de la pression exercée sur les rails par les essieux à demi-charge.

Pour les freins à vis à main des tenders, la prescription diffère quelque peu de celles proposées au *Verein* des administrations de chemins de fer allemandes; pour les locomotives à vitesse maximum de 50 kilomètres à l'heure, le rapport d'amplification des tenders est fixé autant que possible à 7 P, et pour celles dont la vitesse dépasse 50 kilomètres à l'heure, à 8.5 P au moins, P désignant le poids du tender et de la locomotive à charge complète. Si, en outre, la locomotive est armée du frein à main, le rapport d'amplification des freins à main du tender peut être réduit proportionnellement.

Les mêmes prescriptions s'appliquent aux freins à main des locomotives-tenders.

Ces dispositions donnent d'ailleurs à peu près les mêmes rapports d'amplification que ceux proposés pour les conventions techniques.

Quant aux prescriptions concernant les freins des véhicules, elles sont à peu près identiques à celles du *Verein*, en projet.

B. — Progrès récents réalisés dans les appareils d'attelage des voitures et des wagons.

Les chemins de fer du *Verein* des administrations allemandes, les chemins danois et les chemins suisses font généralement usage, pour leur matériel à voie normale, d'attelages à vis, de différents types. Les premiers emploient aujourd'hui presque exclusivement des tendeurs à vis combinés avec l'attelage de sûreté à crochet à fourche, conformes au type du *Verein* des administrations allemandes. Les chemins de fer suisses ont adopté l'attelage avec crochet à fourche de l'Union des chemins suisses. Certains chemins du *Verein* n'ont pas rigoureusement suivi le type du *Verein*, mais ont muni des locomotives et des voitures à quatre essieux d'attelages à vis renforcés.

Des attelages à vis d'un système spécial, qui devaient permettre de manœuvrer sans danger l'attelage principal depuis le côté des véhicules et, par suite, éviter entièrement la nécessité de pénétrer entre les tampons, ont été appliqués sur plusieurs réseaux, mais à simple titre d'essai.

Sur les lignes à voie étroite, on voit généralement des attelages-tampons centraux construits d'après des types connus.

Les dimensions prescrites pour l'attelage à vis par les conventions techniques du *Verein* n'ont subi, depuis 1876 jusqu'à ce jour, que des modifications tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à fait insignifiantes. Toutefois, le crochet de traction a été sensiblement renforcé. L'attelage de sûreté à crochet et étrier a été maintenu sans changement.

En fixant, en 1876, les dimensions des appareils de traction et d'attelage, on s'est basé sur l'hypothèse qu'en service il ne se développerait pas, d'une façon générale, des efforts de traction dépassant notablement 6,500 kilogrammes.

Depuis cette époque, la tare et le tonnage des wagons à marchandises, aussi bien que le poids des voitures à voyageurs, ont augmenté, la charge totale des trains n'a pas cessé de croître et il a fallu recourir à des locomotives beaucoup plus puissantes.

Or, la résistance effective des appareils de traction existants ne permettait d'utiliser que dans une proportion relativement faible l'effort de traction développé par les locomotives modernes, lorsqu'il s'agissait de la remorque de trains lourds par deux machines attelées en tête. Aussi, lorsqu'en 1897, on procéda à la refonte des conventions techniques, une administration du *Verein* fit-elle la proposition de renforcer les tiges de traction, les crochets de traction et les attelages, et de remanier en conséquence les prescriptions desdites conventions.

Il n'était plus possible d'introduire une nouvelle rédaction de ces prescriptions dans la nouvelle édition de 1897 des conventions techniques; mais le comité technique du *Verein* renvoya l'affaire à une sous-commission spéciale qui, par la suite, exposa ses recherches et formula ses propositions dans son « Rapport sur la question du renforcement général des appareils de traction des véhicules » (publié par l'administration gérante du *Verein*, Berlin, août 1898).

Nous donnons ci-après quelques renseignements sur les méthodes employées et les résultats obtenus par la sous-commission.

Avant de décider si, et dans quelles limites, le renforcement des appareils de traction était nécessaire et réalisable, il parut indispensable de connaître les efforts réellement subis, en service, par ces appareils. A cet effet, on demanda à toutes les administrations du *Verein* quelles sont les charges de train maximums admises pour la remorque de trains sans locomotive de renfort en queue, en tenant compte des différents profils et vitesses.

Il résulta de cette enquête que, sur cinquante-deux administrations qui répondirent à la question, vingt-six administrations remorquent une partie de leurs trains avec des efforts de traction dépassant 10 tonnes, et que onze administrations admettent des efforts de traction de plus de 12 tonnes et allant jusqu'à 15 tonnes (1).

---

(1) Les efforts de traction dont il s'agit ici ont été déterminés, à l'aide des données recueillies, d'après la formule de Clarke :

$$Z = (2.4 + 0.001v^2 + n)\ Q,$$

dans laquelle

v = vitesse en kilomètres à l'heure,
n = la rampe en p. m.,
Q = le poids du train en tonnes,
Z = l'effort de traction en kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les valeurs maximums des efforts de traction se produisent dans la remorque des trains sur rampes de 10 p. m.

Il résulte, en outre, des communications faites à la sous-commission que, dans bien des cas, en fixant les charges maximums des trains, on n'a pas considéré la résistance des appareils de traction, mais avant tout les exigences du service.

Comme, lors du démarrage des trains remorqués par deux locomotives attelées en tête, il est souvent développé des efforts de traction de 18 tonnes et que, par conséquent, un appareil de traction répondant complètement aux besoins actuels du service devrait encore supporter avec sécurité des efforts de traction atteignant 20 tonnes, la sous-commission n'espérait pas pouvoir réaliser une amélioration notable par le renforcement de l'appareil de traction existant. Elle essaya alors de déterminer, au moyen d'expériences pratiques et par le calcul, jusqu'à quelle limite on peut porter sans danger les efforts exercés sur l'appareil de traction actuel et de quelle manière on peut en augmenter la résistance.

Dans ce but, vingt-sept attelages à vis, avec leurs crochets, de diverses provenances des matières employées et de diverses fabrications, furent soumis à des épreuves.

Le programme des expériences comprenait :

1° Des essais par traction des matériaux, sur le banc d'épreuve, employés pour le crochet, la vis, les flasques, etc. ;

2° Des essais par traction de l'attelage complet, dans le but de déterminer la résistance de l'ensemble de l'appareil et celle de ses différents organes ;

3° Des essais au mouton de l'attelage complet, afin d'obtenir des données sur sa résistance aux chocs.

En dehors de ces épreuves, on en effectua d'autres ayant pour objet de montrer comment les attelages principaux et les attelages de sûreté se comportaient en cas de coupure du train.

Dans les essais par traction de l'attelage complet, la majeure partie des ruptures — 60 p. c. — se produisirent dans le crochet ; 18 p. c. seulement des attelages essayés cassèrent dans les tourillons d'écrous ; 14 p. c. dans les flasques, et 9 p. c. dans la vis et la maille, ces derniers toutefois par suite d'un défaut du métal.

En continuant les essais à la traction, sur le banc d'épreuve, des attelages rompus dans les crochets, on constata que 46 p. c. des ruptures se produisaient dans les flasques, 31 p. c. dans les tourillons des écrous et 23 p. c. seulement dans la vis.

La partie la plus faible de l'appareil de traction est donc le crochet de traction ; puis viennent les flasques, ensuite les tourillons et, enfin, la vis, dont le diamètre au fond du filet était porté, dans les tendeurs expérimentés, de 33 à 36 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les essais de rupture effectués au mouton donnèrent des résultats correspondant assez exactement à ceux relatés ci-avant.

Comme les essais de rupture exécutés sur l'attelage complet ne permettaient pas de déterminer directement la limite des allongements proportionnels, qui est la donnée la plus importante quand il s'agit de fixer le maximum de l'effort admissible, on se contenta de chercher les limites d'élasticité — ce qui pouvait se faire facilement et avec une certitude suffisante — et l'on trouva ensuite, par des mesures de précision, que le rapport, approximativement constant pour un métal donné, qui existe entre la limite d'élasticité et la limite des allongements proportionnels, était de 0.7.

Les essais par traction des attelages complets ayant donné, dans le cas le plus défavorable, une limite d'élasticité de 17 tonnes, on put donc en déduire que le maximum de l'effort admissible, c'est-à-dire la limite des allongements proportionnels, était atteint sous une charge de 12 tonnes.

La sous-commission formula les conclusions suivantes :

« D'après les expériences faites en service et d'après les résultats des essais « de rupture effectués, on peut admettre que la limite de proportionnalité des « appareils d'attelage, à part les cas exceptionnels, n'est guère dépassée avant « que la charge atteigne 12 tonnes. On peut donc légitimement considérer cet « effort comme le maximum admissible Pour avoir la certitude qu'il n'est « pas trop dépassé pendant les démarrages, les serrages des freins, etc., il « convient de régler la charge des trains de telle façon qu'en marche l'effort « de traction développé en tête du train ne soit normalement pas supérieur à « 10 tonnes. »

Or, il se produit en service des efforts de traction notablement plus grands, et le résumé des résultats d'essais indiquait donc dans quel sens devaient s'exercer les recherches ultérieures : il ne restait que le choix entre le renforcement de l'appareil de traction et une assez forte réduction de l'effort de traction pour qu'on n'ait pas à craindre de fatigue excessive de l'appareil de traction non renforcé.

Cependant il est parfaitement impossible de renforcer suffisamment l'appareil de traction pour un effort de traction de 20 tonnes ; car, d'une part, le grand poids de l'attelage renforcé ne permettrait plus de le manœuvrer sans danger ; d'autre part, on fait valoir avec raison qu'en attendant l'exécution générale de cette reconstruction, qui entraînerait des frais considérables, l'attelage à vis serait peut-être supplanté par d'autres types ou ne répondrait plus aux besoins du service.

Il faudrait donc restreindre l'effort que les attelages ont à subir, et la résolution suivante a été adoptée à cet égard :

« Les charges maximums des trains doivent, en faisant la part des déclivités

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« et des vitesses, être calculées de manière qu'en marche l'effort de traction « développé en tête du train ne soit normalement pas supérieur à 10 tonnes. »

Ces résultats des épreuves principalement théoriques furent confirmés par les essais de rupture effectués sur des trains entiers. A cet effet, on forma des trains d'expérience, composés de 20 à 50 wagons à marchandises, avec une locomotive à marchandises attelée en tête et une autre attelée en queue. A un signal donné, la locomotive placée en tête comprimait le train, puis démarrait rapidement, tandis que les freins du tender de la locomotive de queue restaient bloqués. Dans les trente-huit essais effectués, il se produisit cinquante-quatre ruptures d'appareils de traction, savoir :

20 (= 57 p. c.) au crochet de traction;
13 (= 24 —) à la vis;
9 (= 16.5 —) à la tige de traction;
4 (= 7.5 —) au tourillon d'écrou;
4 = 7.5 —) à la maille d'attelage;
4 (= 7.5 —) aux flasques.

Dans ces essais, on constata aussi le décrochage spontané de l'attelage de sûreté dans quatre cas de rupture de la vis et dans deux cas de rupture du crochet de traction.

Ici encore, le crochet de traction fut donc reconnu la partie la plus faible de l'attelage.

On en conclut que, tout en considérant comme irréalisable le renforcement général de l'attelage, il serait possible d'ajouter sensiblement à la sécurité du service, en renforçant simplement le crochet de traction.

Ce renforcement du crochet de traction, appliqué à tous les renouvellements dans l'étendue du *Verein* des chemins de fer allemands, est reproduit sur la planche V du premier supplément aux conventions techniques (1898). En ce qui concerne le conditionnement des crochets de traction, il a été recommandé :

1° De vérifier les crochets de traction, au moment de la réception, au point de vue de l'observation exacte de la forme;

2° De prescrire une résistance à la traction des crochets égale à 40 tonnes au moins;

3° De s'assurer de la ténacité du métal au moyen d'essais au choc.

Il a aussi été reconnu utile que tous les organes des appareils de traction, à l'exception de l'axe du crochet de traction, qui serait, comme par le passé, en acier coulé, fussent établis en fer fondu soudant (acier doux), satisfaisant aux conditions ci-après :

Résistance à la traction de 40 kilogrammes par millimètre carré au moins, de 50 kilogrammes par millimètre carré au plus; allongement : 20 p. c. au moins; teneur en phosphore : 0.05 p. c. au plus (acier doux Siemens-Martin basique).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On recommandait en outre de recuire les pièces après leur dernier travail à chaud et de les laisser lentement refroidir et, d'autre part, de donner un rayon de 5 millimètres aux congés de raccordement entre l'écrou et ses tourillons.

Un autre moyen qu'on recommande pour réduire le nombre des ruptures d'attelages serait le remplacement de la tige de traction rigide et unique par une tige de traction en deux ou plusieurs pièces, l'effort de traction étant transmis, aux points d'attache, jusqu'à concurrence d'une certaine valeur, par l'intermédiaire de ressorts interposés.

Afin que l'on puisse comparer le type de crochet de traction et d'attelage du *Verein* des chemins de fer allemands avec celui des chemins suisses, nous indiquons dans le tableau ci-après les principales dimensions des deux types.

Bien que la section du crochet de traction des chemins de fer suisses soit plus faible que celle adoptée par le *Verein*, les tendeurs à vis des chemins de fer de l'Union suisse, et notamment ceux du Gothard, ont des dimensions sensiblement plus grandes.

Ainsi qu'il a été dit ci-avant, il y a aussi certains chemins de fer du *Verein* allemand qui emploient sur les locomotives, les tenders et aussi sur les lourdes voitures à voyageurs à huit roues, des tendeurs à vis de dimensions un peu plus fortes, surtout avec des vis d'un plus grand diamètre, tout en conservant le crochet de traction normal. Cet emploi de vis plus grosses est motivé en partie par le désir d'atténuer la tendance des vis abondamment graissées à se desserrer spontanément sous l'action de l'effort de traction.

Néanmoins, on peut dégager des essais précités du *Verein* des administrations de chemins de fer allemandes cette conclusion générale qu'il ne serait guère opportun d'augmenter le poids de l'attelage à vis en renforçant ses dimensions, sans agrandir en même temps, et dans une proportion correspondante, la section du crochet de traction.

*
* *

Plusieurs administrations ont fait l'observation que, lors des coupures de trains, il se produit un décrochage spontané de l'attelage de sûreté. Les essais de rupture de train dont il a été question plus haut ont confirmé cette observation d'une façon incontestable, puisque, dans six cas, sur trente-huit essais, il y a eu décrochage spontané de la maille engagée dans le crochet à étrier.

Ces faits permettent de douter que l'on puisse compter, en cas de besoin, sur l'attelage de sûreté.

Plusieurs moyens ont été proposés pour remédier à cet inconvénient. Je citerai le dispositif « Bork », qui est une maille tournant autour de l'axe du crochet à étrier, et le mode de calage recommandé par l'État hongrois, consistant en une saillie pouvant pivoter autour de l'extrémité du crochet et qui, pour empêcher le dégagement de la maille, est retenue par un petit contrepoids.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	D'après les conventions du *Verein*.		D'après le type suisse.		Attelage à vis renforcé du Gothard.			
					Véhicules.		Locomotives.	
SECTION :	Dimensions en millimètres.	Aire en millimètres carrés.	Dimensions en millimètres.	Aire en millimètres carrés.	Dimensions en millimètres.	Aire en millimètres carrés.	Dimensions en millimètres.	Aire en millimètres carrés.
Axe du crochet de traction	Diam. 45	1,590	Diam. 55	2,376	Diam. 55	2,376	Diam 55	2,376
Flasques	2 (35 × 14)	980	2 (40 × 15)	1,200	2 (40 × 15)	1,200	2 (50 × 16)	1,600
Écrou	60 × 60	1,350 (1)	65 × 65	1,593 (1)	70 × 70	1,715 (1)	75 × 90	2,850 (1)
Tourillon d'écrou	Diam. 2 (35)	1,924	Diam. 2 (40)	2,513	Diam. 2 (40)	2,513	Diam. 2 (50)	3,927
Vis : diamètre au fond du filet	33	855	36	1,018	41	1,320	48	1,810
— au sommet du filet	42	...	45	...	50	...	56	...
Pas	7	...	7	...	7	...	8	...
Maille : branches	Diam. 2 (28)	1,232	2 (35 × 16.5)	1,155	2 (35 × 16.5)	1,155	2 (50 × 16)	1,600
— partie ronde	Diam. 31	855	45 × 33	1,137 (2)	45 × 33	1,137 (2)	45 × 33	1,137 (2)

(1) Déduction faite du trou.
(2) Section ovale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les essais effectués ont démontré que « l'appareil Bork » n'est pas d'un fonctionnement absolument sûr, qu'il rend plus difficiles les opérations de l'accrochage et que les agents inexpérimentés peuvent facilement se blesser aux mains.

L'autre dispositif est certainement plus simple, moins cher et plus facile à manœuvrer; mais on ne sait encore rien des résultats qu'il a donnés en service.

Afin d'empêcher le desserrage spontané des vis bien graissées, sous l'action de l'effort de traction, desserrage qui est particulièrement dangereux sur les voitures à passerelles, l'État hongrois a adopté un mode d'accouplement qui a aussi été imité par plusieurs autres administrations.

Il est à remarquer que, dans cette disposition, le tendeur à vis de sûreté doit être suffisamment serré pour que, les tampons étant complètement enfoncés, la poignée de la manivelle soit encore retenue par la maille.

Les chemins de fer du *Verein* allemand sont tenus de se conformer à la résolution citée plus haut, à savoir : « qu'en marche l'effort exercé sur l'appareil de traction ne doit normalement pas être supérieur à 10,000 kilogrammes ».

Pour faciliter la détermination, sur cette base, des charges maximums admissibles dans tous les cas qui peuvent se présenter, j'ai établi, en prenant pour point de départ la formule connue de Clarke :

$$Z = (2.4 + \frac{v^2}{1,000} + n)\,Q,$$

un dessin graphique (fig. 8), dont les données ont été obtenues de la façon suivante :

Pour $Z = 10,000$, l'équation ci-dessus prend la forme :

$$\frac{1}{Q} = 0.00024 + \frac{v^2}{10,000,000} + \frac{n}{10,000}.$$

En posant :

$$\frac{1}{Q} = y,$$

$$0.00024 + \frac{v^2}{10,000,000} = x,$$

on a :

$$y = x + \frac{n}{10,000},$$

c'est-à-dire l'équation d'une ligne droite.

Si, pour les valeurs à considérer de $v = 0$ à 90 kilomètres à l'heure, on calcule les abscisses x, et pour celles de $Q = 150$ à 1,200 tonnes les ordonnées y, qu'on les porte, d'après une échelle quelconque, sur un système de coordonnées, et qu'on trace le diagramme, il ne reste plus qu'à calculer les valeurs extrêmes, par exemple :

y' pour $n = 0$ et $v = 90$

et

y'' pour $n = 50$ et $v = 90$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Barème des charges admissibles Q (en tonnes) pour rampes de n millimètres par mètre et vitesses de v kilomètres à l'heure pour un effort de traction maximum Z = 10,000 kilogrammes calculé sur la relation $Q = \frac{Z}{2.4 + 0.001\ v^2 + n}$.

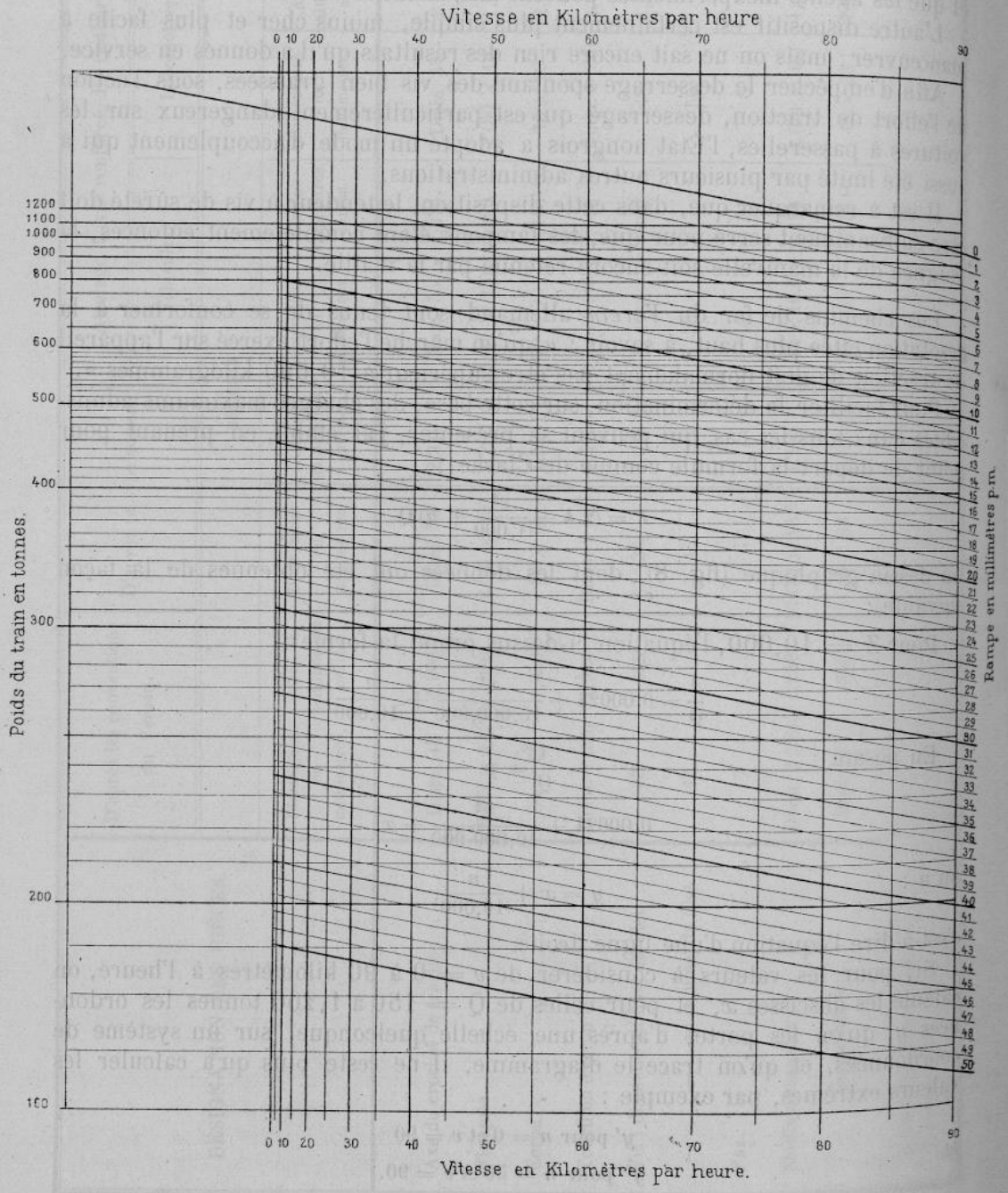


Fig. 8.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les valeurs intermédiaires de $n = 1, 2, 3 \ldots 49$ et $v = 90$ se trouvent en divisant la différence des ordonnées $y'_0 - y''_{50}$ en cinquante parties égales.

Comme, pour $n = o$, la ligne passe par l'origine des coordonnées et que le coefficient de direction de la ligne n'est pas fonction de n, on n'a qu'à tracer, par les points de division de y'_1, à y''_{50}, des parallèles à la droite partant de y'_0 et passant par l'origine, pour pouvoir lire immédiatement, sur les diagrammes ainsi obtenus, pour chaque déclivité de n p. m. et pour chaque vitesse de v kilomètres à l'heure, les charges maximums de Q tonnes.

C. — Essais d'adaptation d'attelages centraux automatiques au matériel européen, en conservant les deux buttoirs latéraux.

Les applications expérimentales d'attelages centraux automatiques, en conservant les tampons latéraux, n'ont eu lieu jusqu'à présent que dans des proportions restreintes sur les lignes à voie normale des administrations considérées.

Cependant, les types de création récente permettent de reconnaître que la conviction de l'inutilité des efforts tentés dans la voie suivie jusqu'alors s'est fait jour dans le monde des chemins de fer et que les ingénieurs expérimentés, au lieu de chercher la solution dans une transformation de l'attelage à vis existant en attelage automatique, s'attachent désormais tous à trouver le moyen d'employer l'attelage central automatique qui a fait ses preuves sur les chemins de fer américains.

La principale difficulté à surmonter réside dans l'heureuse découverte d'une combinaison du nouvel attelage central avec les appareils de traction existants qui soit encore de nature à donner parfaite satisfaction, au double point de vue de la sécurité et de la facilité du service non altérées, lorsqu'on aura définitivement adopté le nouvel attelage.

L'accouplement de l'ancien et du nouveau type doit se faire d'une façon simple, pratique et sûre; d'autre part, il faut que les accrocheurs puissent faire les manœuvres dans des conditions de sécurité au moins égales à celles du système actuel.

L'attelage central automatique ne doit pas gêner l'application de passerelles, soufflets, etc., des types usités jusqu'à présent. De plus, il faut que la tête d'attelage soit construite de manière que, malgré les conditions défavorables du porte-à-faux des véhicules européens, l'emboîtement efficace des mâchoires d'attelage soit assuré même sur les aiguillages et que, grâce à un jeu latéral suffisant, les véhicules ne soient pas bridés dans les courbes.

Parmi les types que je connais, je me permettrai de citer les suivants :

1° La Direction royale d'Erfurt a muni, en 1892, plusieurs wagons à marchandises de l'attelage central à tête « Janney », représenté figure 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

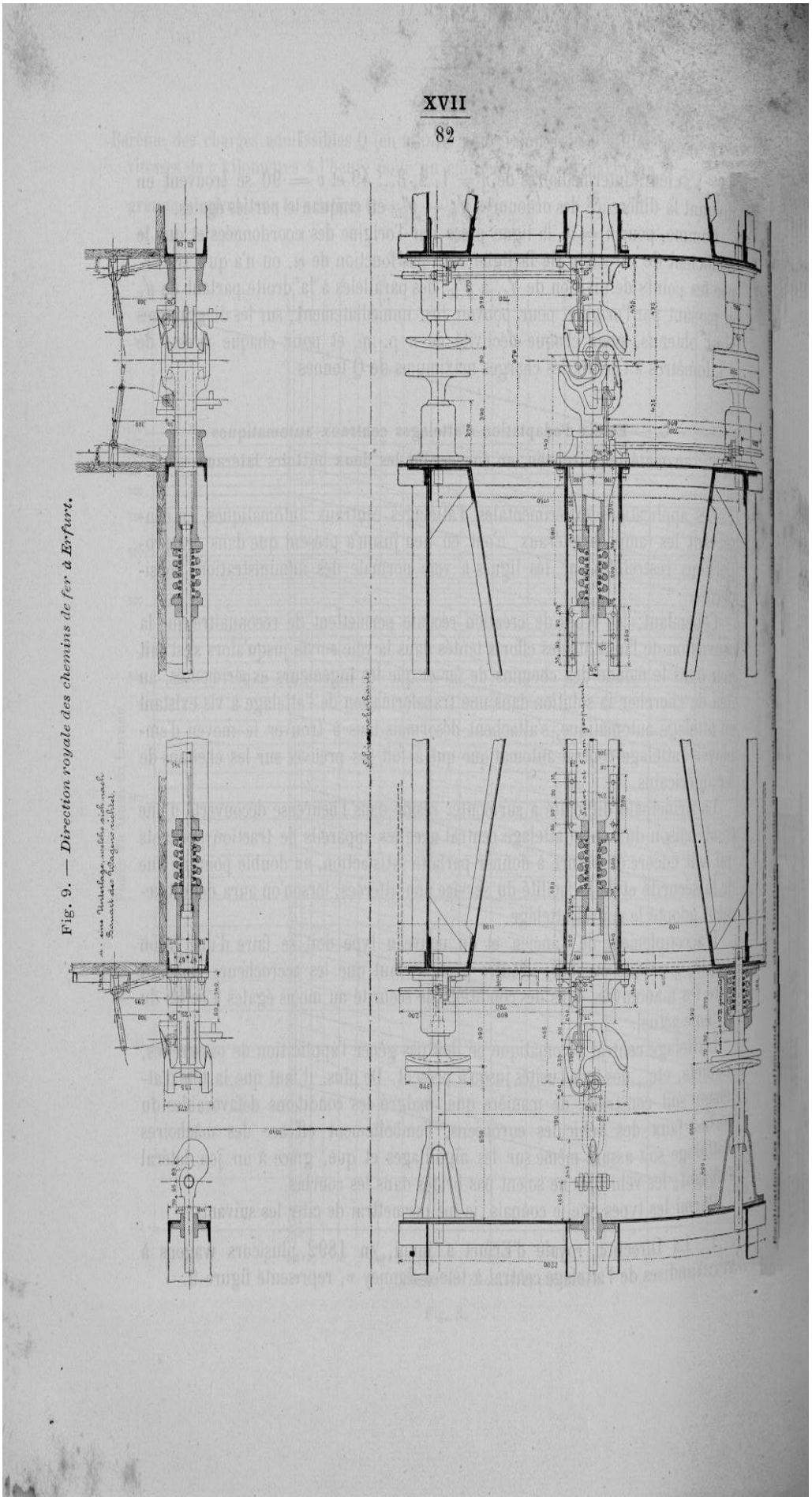


Fig. 9. — *Direction royale des chemins de fer à Erfurt.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'axe de l'attelage coïncide avec celui de l'appareil de traction normal. En vue de l'accouplement avec des wagons ayant des attelages à vis, on emploie des tampons latéraux raccourcis qui, non enfoncés, ont leurs surfaces de choc à 45 millimètres en arrière de la surface de contact intérieure des mâchoires de l'attelage « Janney ». L'accrochage et le décrochage de l'attelage central ont lieu comme sur les chemins de fer américains.

Pour l'accouplement avec des wagons munis de l'attelage à vis, on se sert d'un maillon de chaîne retenu à un bout par un boulon vertical traversant la mâchoire de l'attelage « Janney » et dont l'autre extrémité s'engage dans le crochet de traction du wagon voisin.

En raison de l'insuffisance de ce mode d'accouplement, les attelages « Janney » furent démontés en 1894.

2° Hugo Fischer von Röslerstamm a appliqué, en 1895, sur des voitures à voyageurs des chemins de fer de l'État d'Autriche, l'attelage central représenté figure 10, qui est combiné avec l'appareil de traction et de choc continu « Fischer von Röslerstamm ».

La tige de traction, le crochet de traction et les tampons latéraux subsistent comme dans la disposition primitive de cet appareil de traction et de choc ; le tendeur à vis est supprimé. La barre de la tête « Janney » modifiée se termine par une fourche qui embrasse la tige de traction et peut tourner autour d'un axe horizontal ; un second axe horizontal, passant par des trous de la fourche et le trou de boulon du crochet de traction, maintient la tête d'attelage relevée pour l'accouplement central automatique.

Le bras conducteur latéral des têtes d'attelage assure l'emboîtement efficace des mâchoires d'attelage, secondé d'ailleurs par le calage automatique des équerres de choc « Fischer ».

Pour faire l'accouplement avec une voiture munie de l'ancien système d'attelage à vis, on rabat la tête d'attelage et on emploie le tendeur principal du véhicule de l'ancien type pour faire l'accouplement. L'attelage de sûreté est supprimé.

En raison de la manœuvre difficile de la tête d'attelage articulée, ce type n'est resté que peu de temps en service.

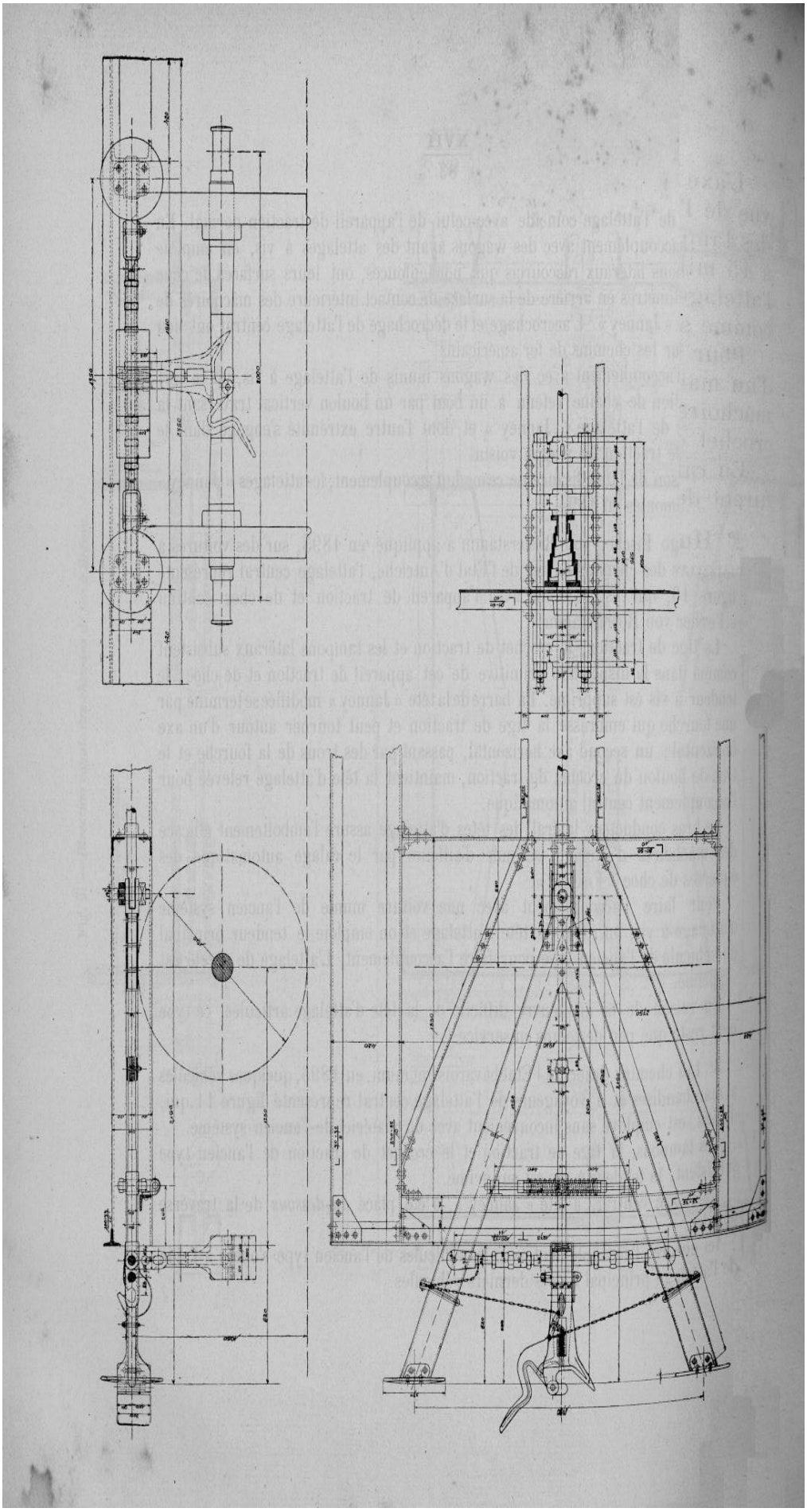
3° Les chemins de fer de l'État bavarois ont muni, en 1895, quelques véhicules à marchandises et à voyageurs de l'attelage central représenté figure 11 qui, depuis, est employé sans inconvénient avec du matériel de l'ancien système.

Les tampons, la tige de traction et le crochet de traction de l'ancien type subsistent, le tendeur à vis est supprimé.

L'attelage central, à tête « Janney », a été placé *au-dessous* de la traverse de tête.

Ici encore, l'accouplement avec les véhicules de l'ancien type s'opère à l'aide de l'attelage principal de ces derniers véhicules.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette disposition a pour but de permettre plus tard, lorsque l'attelage automatique sera généralement employé, la suppression des tampons latéraux et le remplacement de l'ancien appareil de traction par un tampon central.

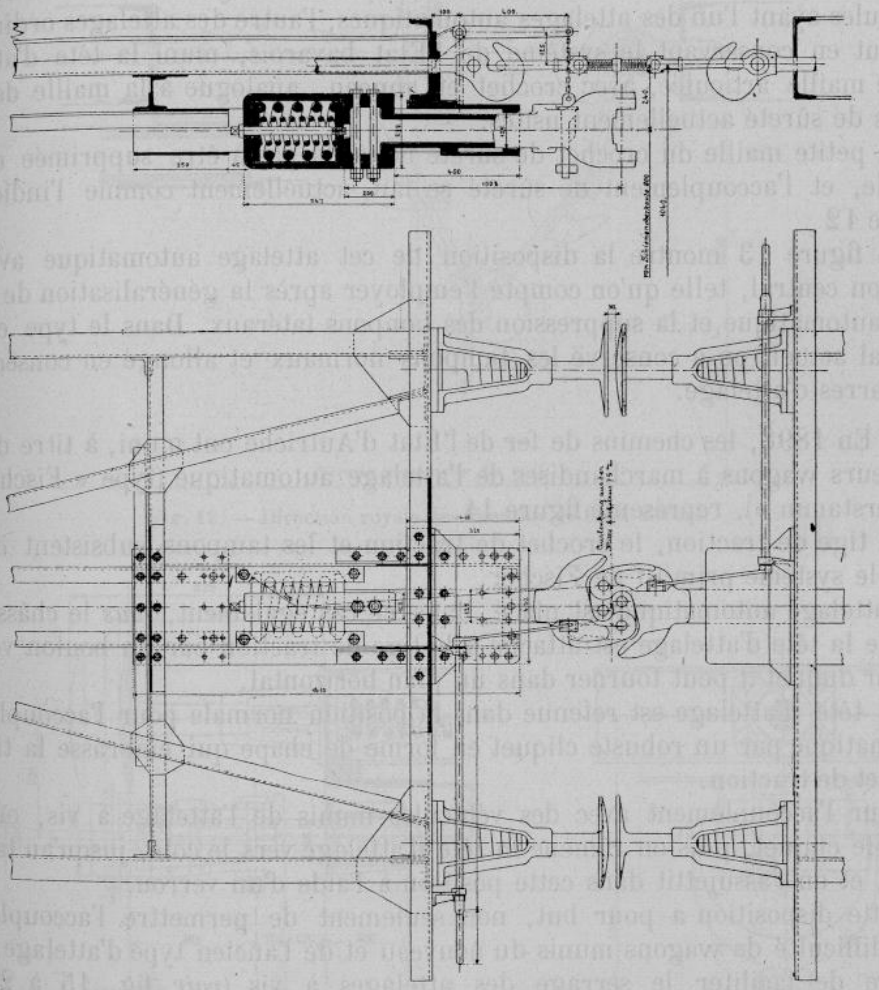


Fig. 11. — *Chemins de fer de l'État bavarois.*

Explication des termes allemands : Auslenkung aus der Mitte höchstens 75 mm. = Écart maximum de part et d'autre de l'axe : 75 millimètres.

Elle évite aussi les modifications des passerelles, soufflets, etc., placés aux extrémités des véhicules.

Par contre, elle présente l'inconvénient d'entraîner une augmentation assez sensible (d'environ 800 kilogrammes) du poids mort, due surtout à la nécessité d'ajouter des longrines au châssis. Une partie de cet accroissement de la tare sera compensée ultérieurement par la suppression des tampons latéraux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le même type d'attelage automatique a été appliqué en 1897, à titre d'essai, sur des véhicules des chemins de fer de l'État d'Autriche.

4° La Direction d'Erfurt, en vue d'établir un attelage de sûreté entre deux véhicules ayant l'un des attelages automatiques, l'autre des attelages ordinaires, a, tout en conservant le système de l'État bavarois, muni la tête d'attelage d'une maille articulée, avec crochet et anneau, analogue à la maille des tendeurs de sûreté actuellement usités.

La petite maille du crochet de sûreté ne tarda pas à être supprimée comme inutile, et l'accouplement de sûreté se fait actuellement comme l'indique la figure 12

La figure 13 montre la disposition de cet attelage automatique avec un tampon central, telle qu'on compte l'employer après la généralisation de l'attelage automatique et la suppression des tampons latéraux. Dans le type expérimental actuel, on a conservé les tampons normaux et allongé en conséquence les barres d'attelage.

5° En 1898, les chemins de fer de l'État d'Autriche ont muni, à titre d'essai, plusieurs wagons à marchandises de l'attelage automatique (type « Fischer von Röslerstamm »), représenté figure 14.

La tige de traction, le crochet de traction et les tampons subsistent comme dans le système primitif de Fischer.

L'attelage automatique est placé, dans ce cas également, *sous* le châssis. Le fût de la tête d'attelage est attaché à la tige de traction par un boulon vertical autour duquel il peut tourner dans un plan horizontal.

La tête d'attelage est retenue dans la position normale pour l'accouplement automatique par un robuste cliquet en forme de chape qui embrasse la tige du crochet de traction.

Pour l'accouplement avec des véhicules munis de l'attelage à vis, on renverse le cliquet, puis on ramène la tête d'attelage vers le côté, jusqu'au tampon droit, et on l'assujettit dans cette position à l'aide d'un verrou.

Cette disposition a pour but, non seulement de permettre l'accouplement sans difficulté de wagons munis du nouveau et de l'ancien type d'attelage, mais encore de faciliter le serrage des attelages à vis (*voir* fig. 15 à 22 des reproductions photographiques de cet attelage).

La question de l'adoption des attelages centraux a aussi été examinée en 1897-98 par le comité technique du *Verein* des chemins de fer allemands. En étudiant le renforcement éventuel de l'attelage à vis, il reconnut que la seule solution satisfaisante de la question des attelages consisterait dans l'emploi d'un robuste attelage automatique, analogue à l'appareil américain de Janney.

A la suite des essais effectués à cet égard par certaines administrations du *Verein*, et notamment en raison des résultats favorables obtenus par les chemins de fer de l'État bavarois avec l'attelage « Janney », appliqué à titre d'essai, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

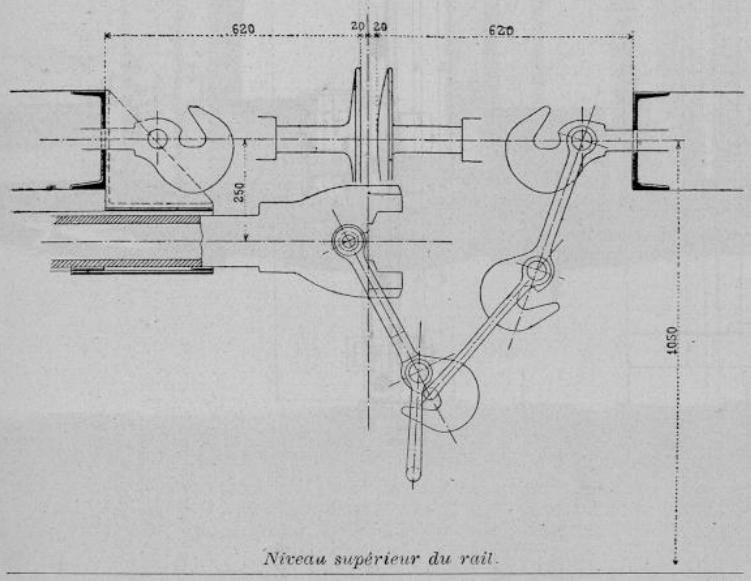


Fig. 12. — Direction royale des chemins de fer à Erfurt.

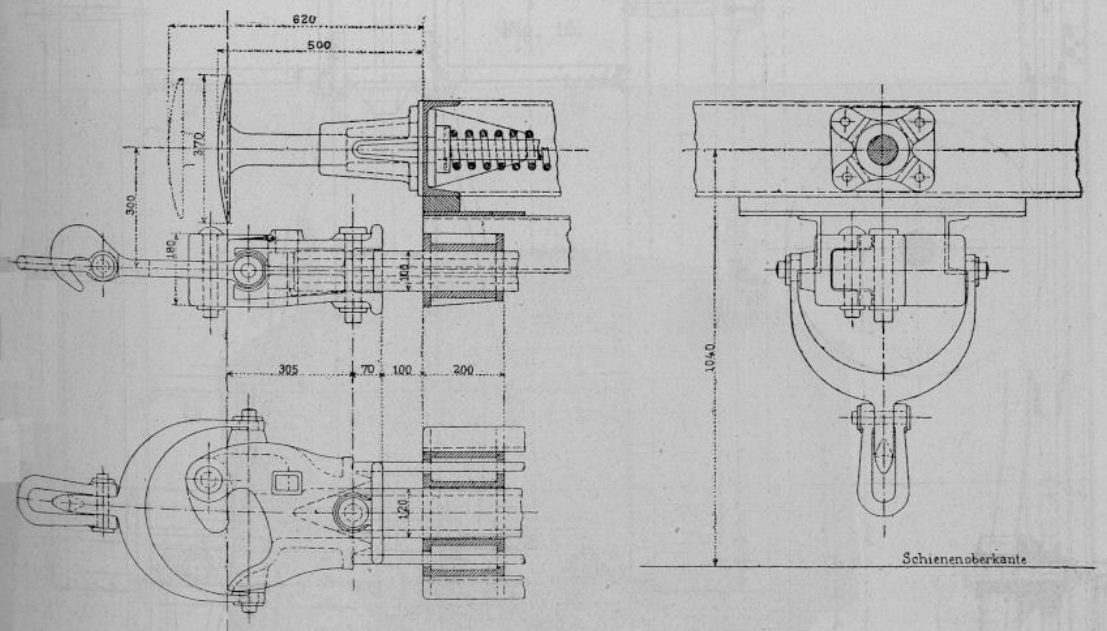


Fig. 13. — Direction royale des chemins de fer à Erfurt.

Tout le matériel étant muni de l'attelage américain, les tampons latéraux seront remplacés par un tampon central et la côte de 620 millimètres sera réduite à 500 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

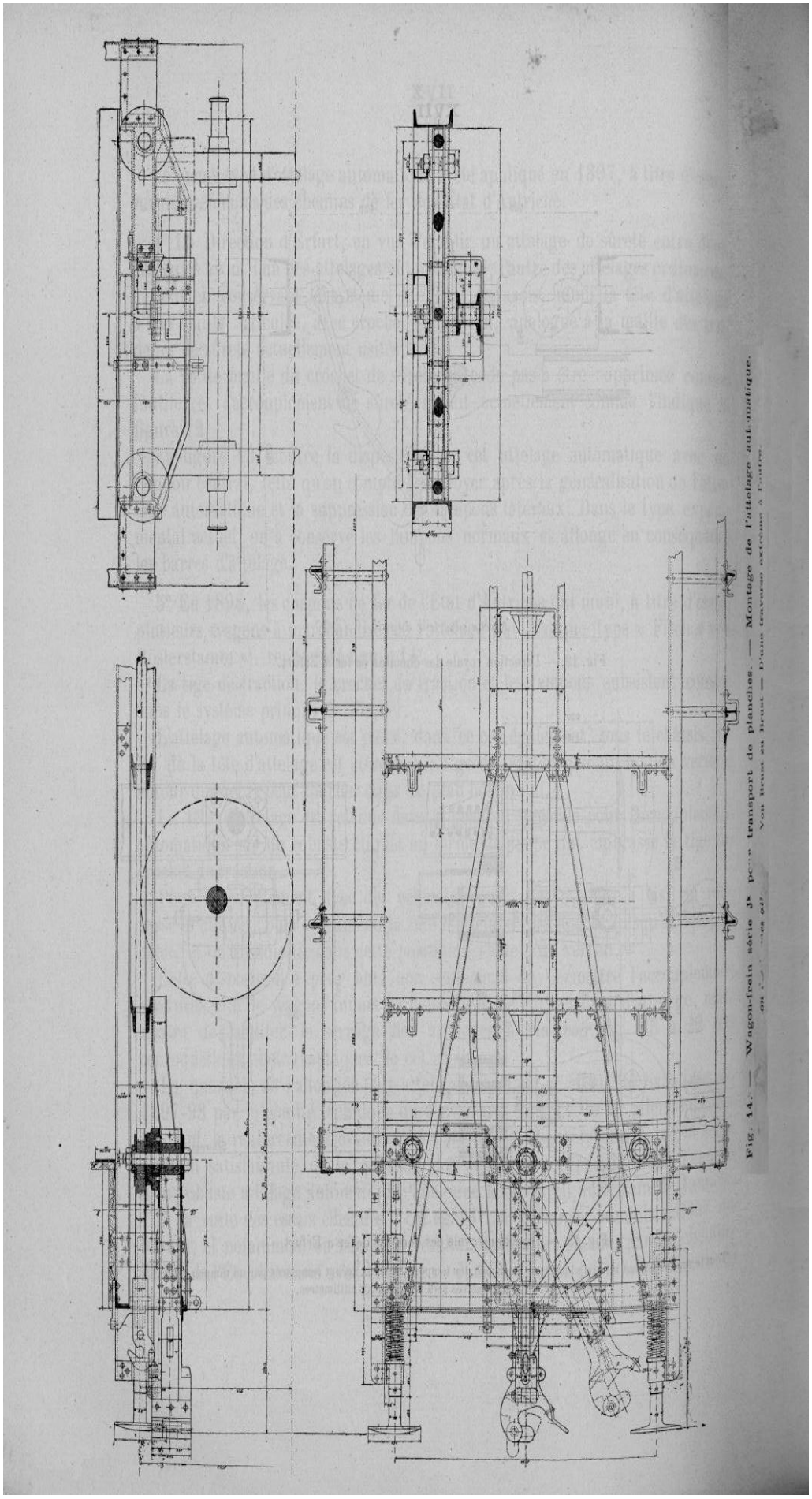


Fig. 14. — Wagon-frein série J[illegible] pour transport de planches. — Montage de l'attelage automatique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

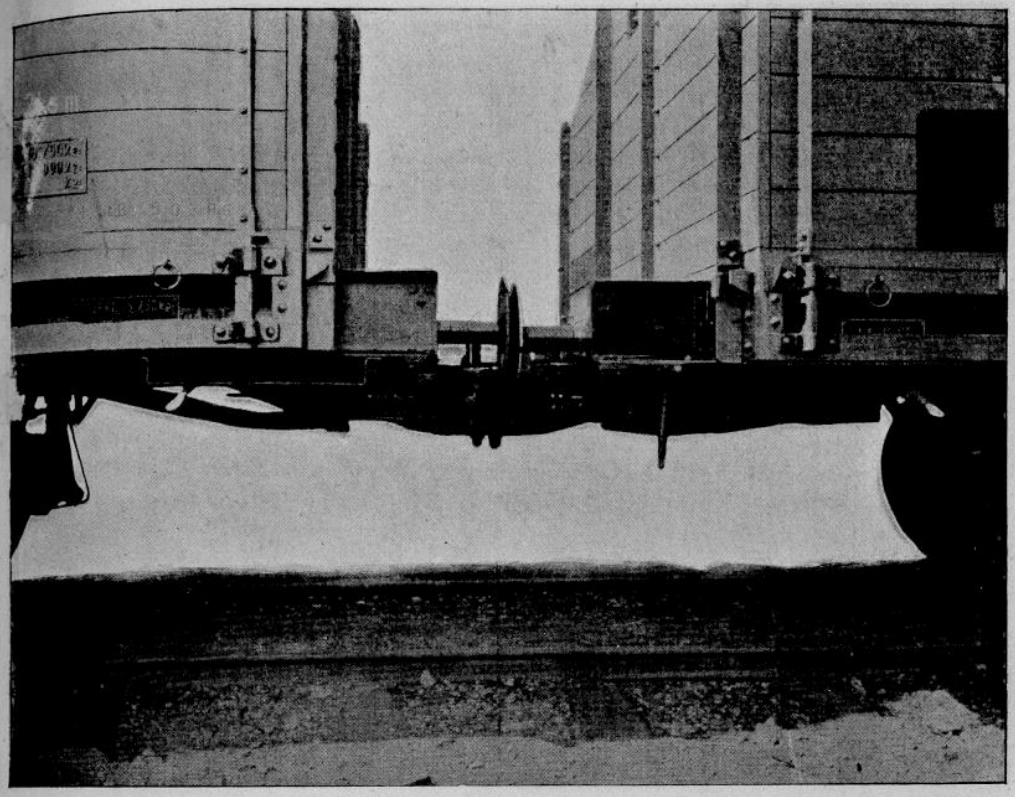


Fig. 15.

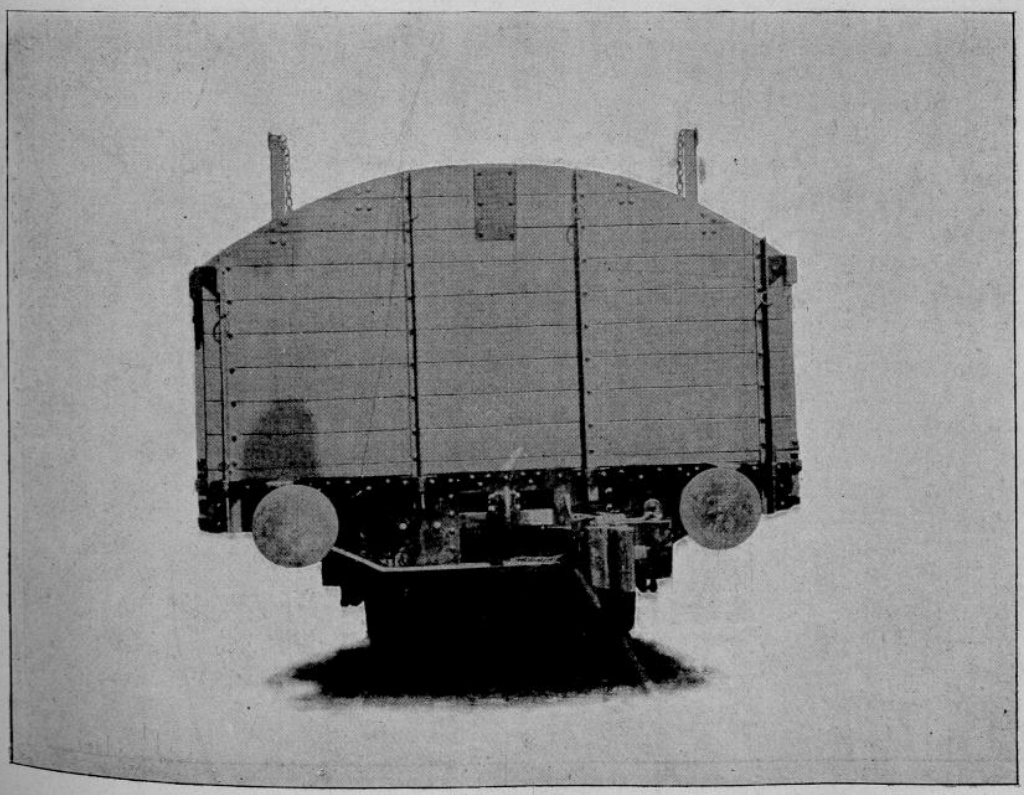


Fig. 16.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

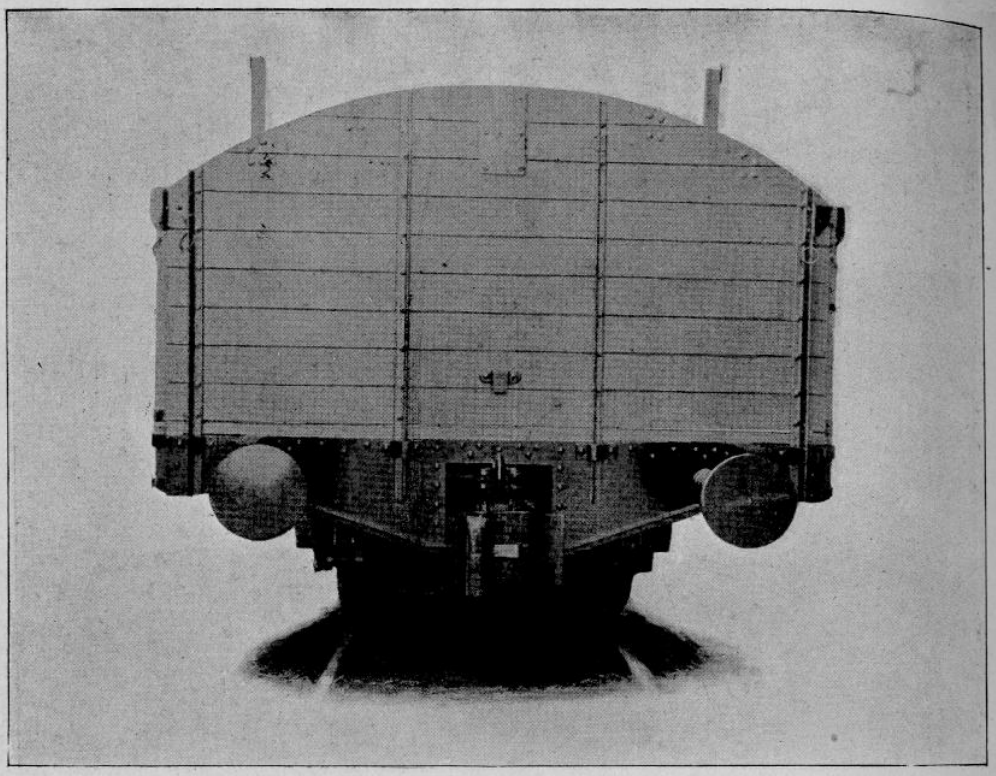


Fig. 17.

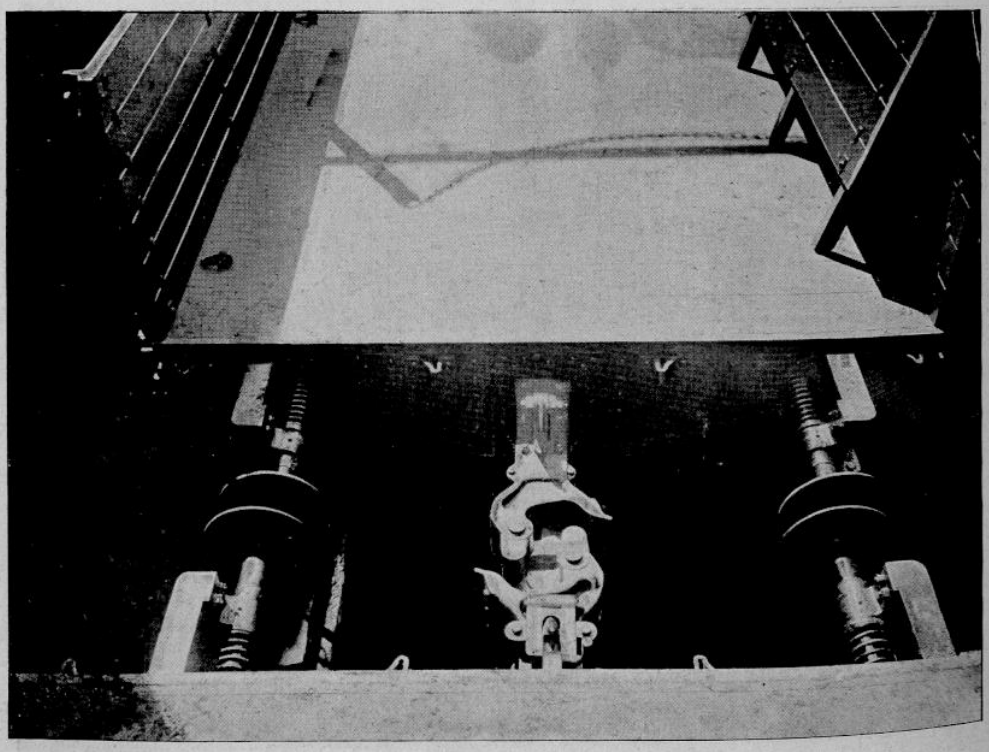


Fig. 18.

Imprimé chez P. Weissenbruch

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

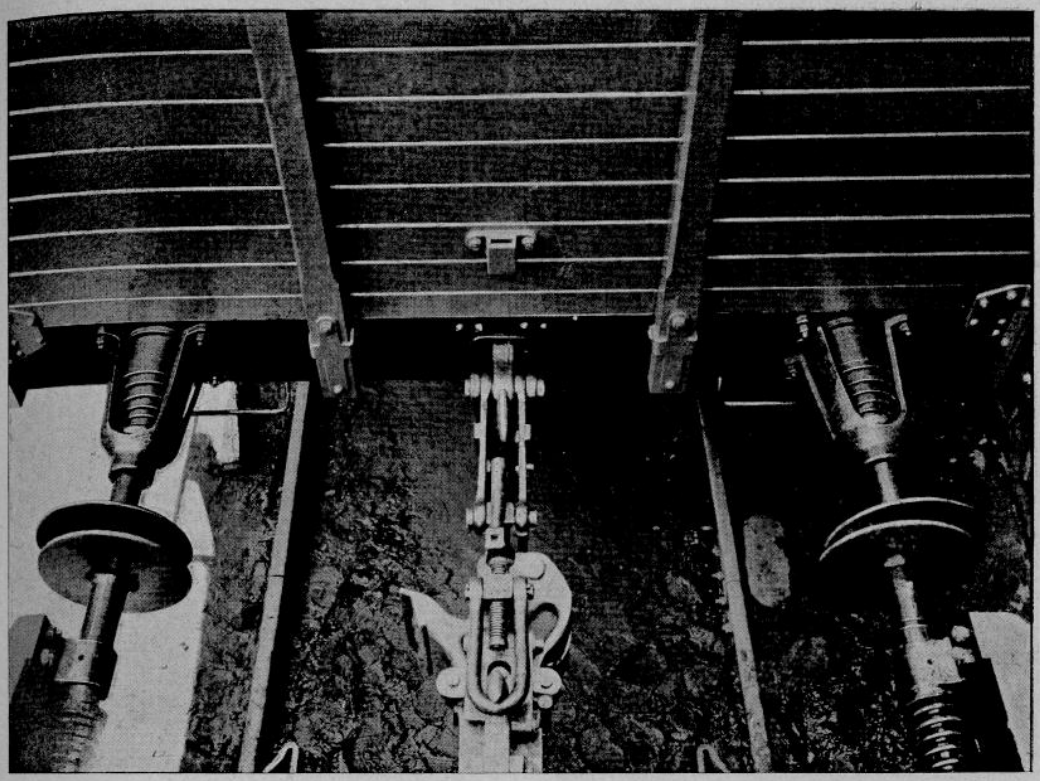


Fig. 19

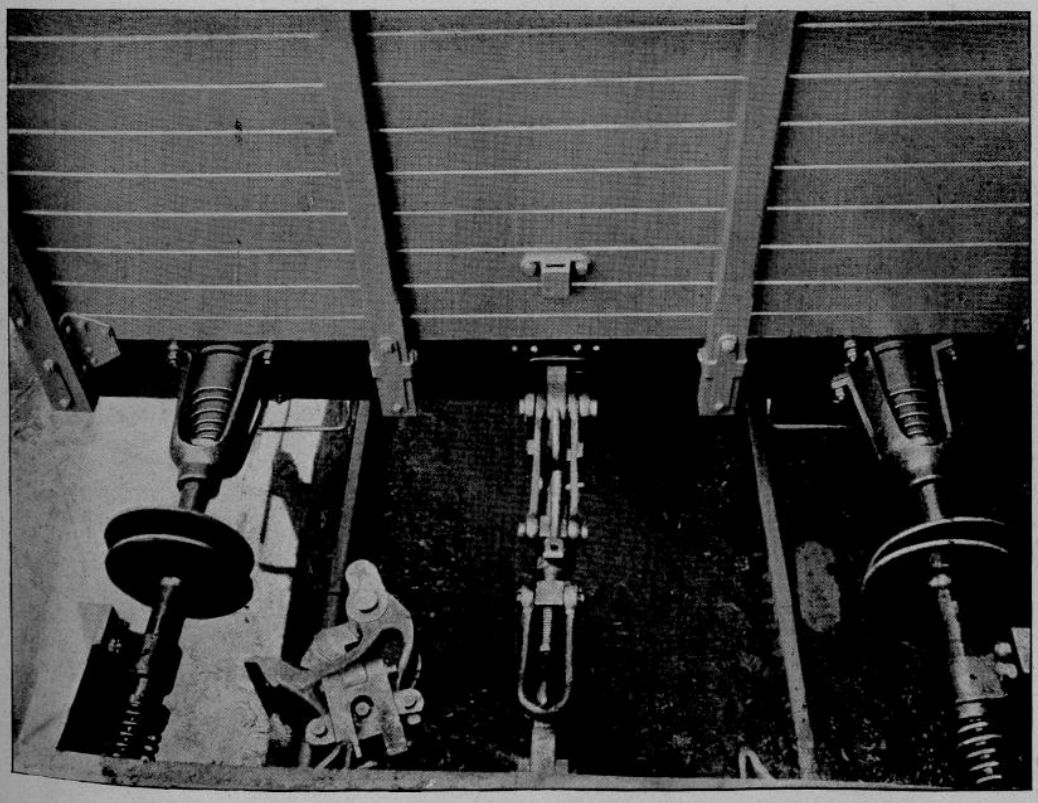


Fig 20.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

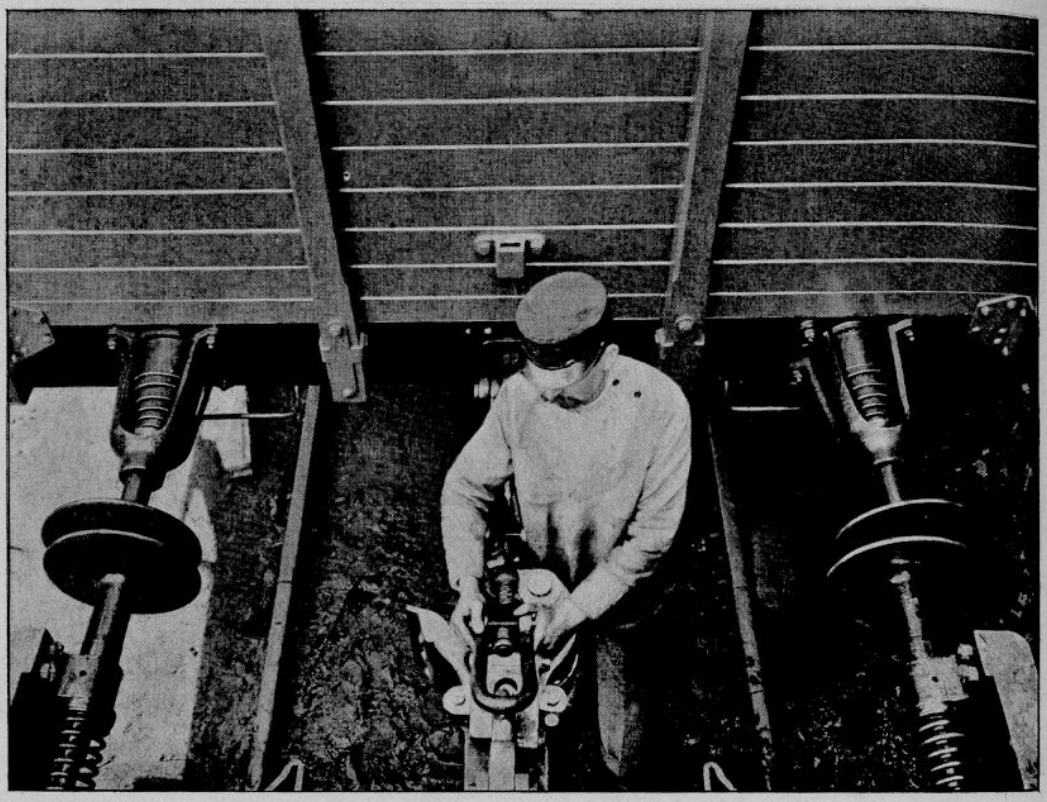


Fig. 21.



Fig. 22.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comité technique décida de faire inviter toutes les administrations du *Verein*, par les soins de la direction gérante de celui-ci, à munir un assez grand nombre de véhicules de l'attelage automatique américain et à procéder à des essais aussi étendus que possible. C'est sur la base des résultats ainsi obtenus que l'on se propose de trancher la question de l'adoption générale des attelages automatiques.

Les prescriptions suivantes ont été communiquées aux administrations du *Verein* pour leur servir de programme dans l'exécution de ces expériences :

1° Le contour de la tête d'attelage doit se rapprocher autant que possible de la forme adoptée par l'Association des *Master Car Builders* américains (*voir* fig. 23);

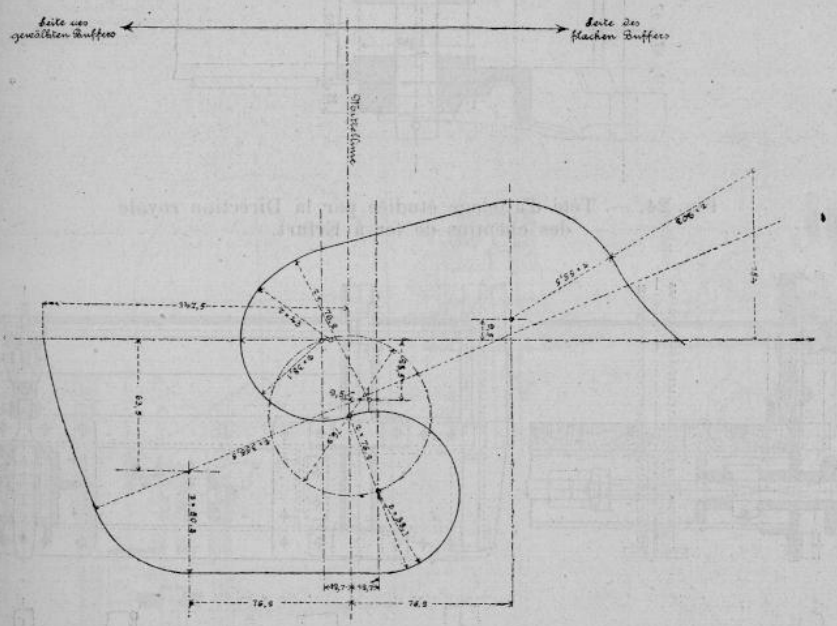


Fig. 23. — Profil pour l'accouplement américain. (Type de la *Master Car Builders' Association*.)

Explication des termes allemands : Seite des gewölbten Buffers = Côté du tampon bombé.
Seite des flachen Buffers = Côté du tampon plat. — Mittellinie = Axe.

2° La distance de l'axe de la tête à l'axe du crochet de traction sera de 240 millimètres;

3° L'axe de la surface de contact de la tête (de la mâchoire) sera en saillie de 15 millimètres sur la face avant du tampon latéral non enfoncé ;

4° La course du ressort de l'attelage automatique sera de 50 à 100 millimètres ;

5° Le déplacement latéral de la tête d'attelage, de part et d'autre du plan passant par la surface de contact, sera de 75 millimètres au plus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

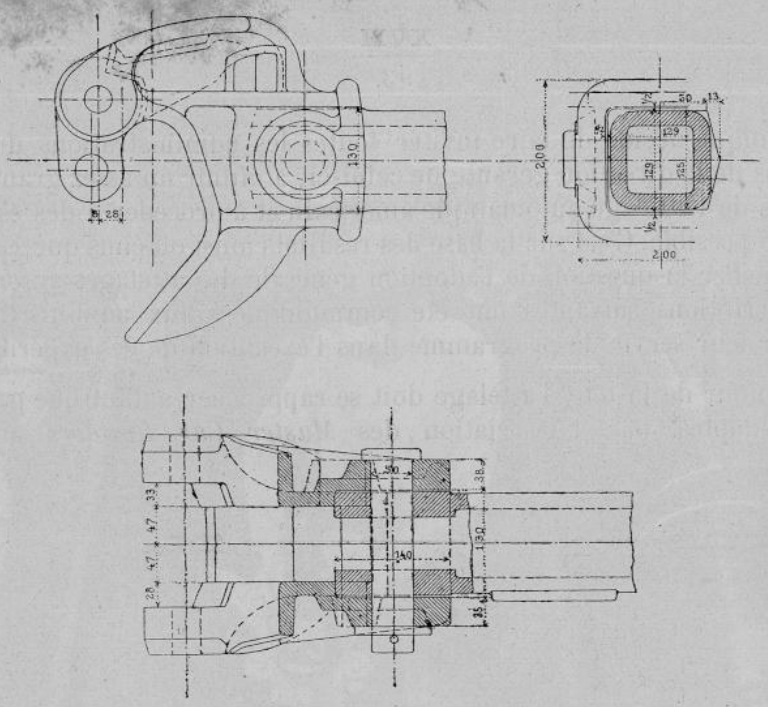


Fig. 24. — Tête d'attelage étudiée par la Direction royale des chemins de fer à Erfurt.

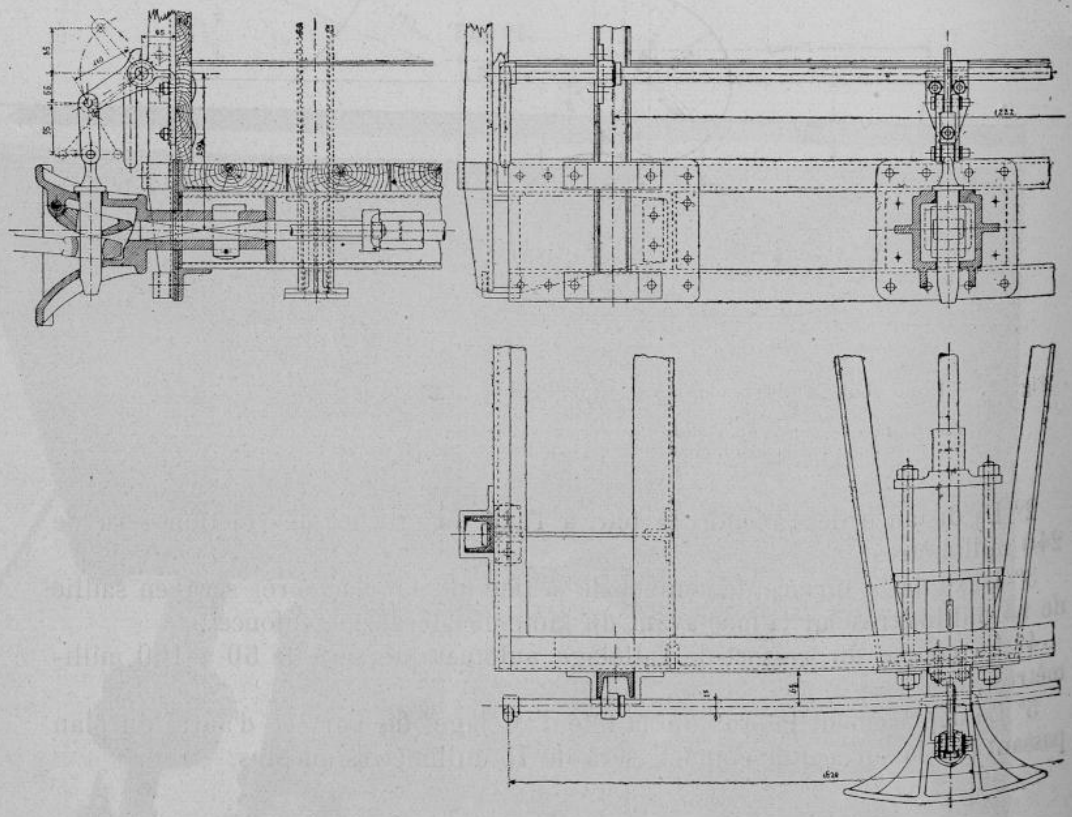


Fig. 25. — *Chemins de fer de l'État de Saxe.* — Appareil d'attelage et de choc Wendt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

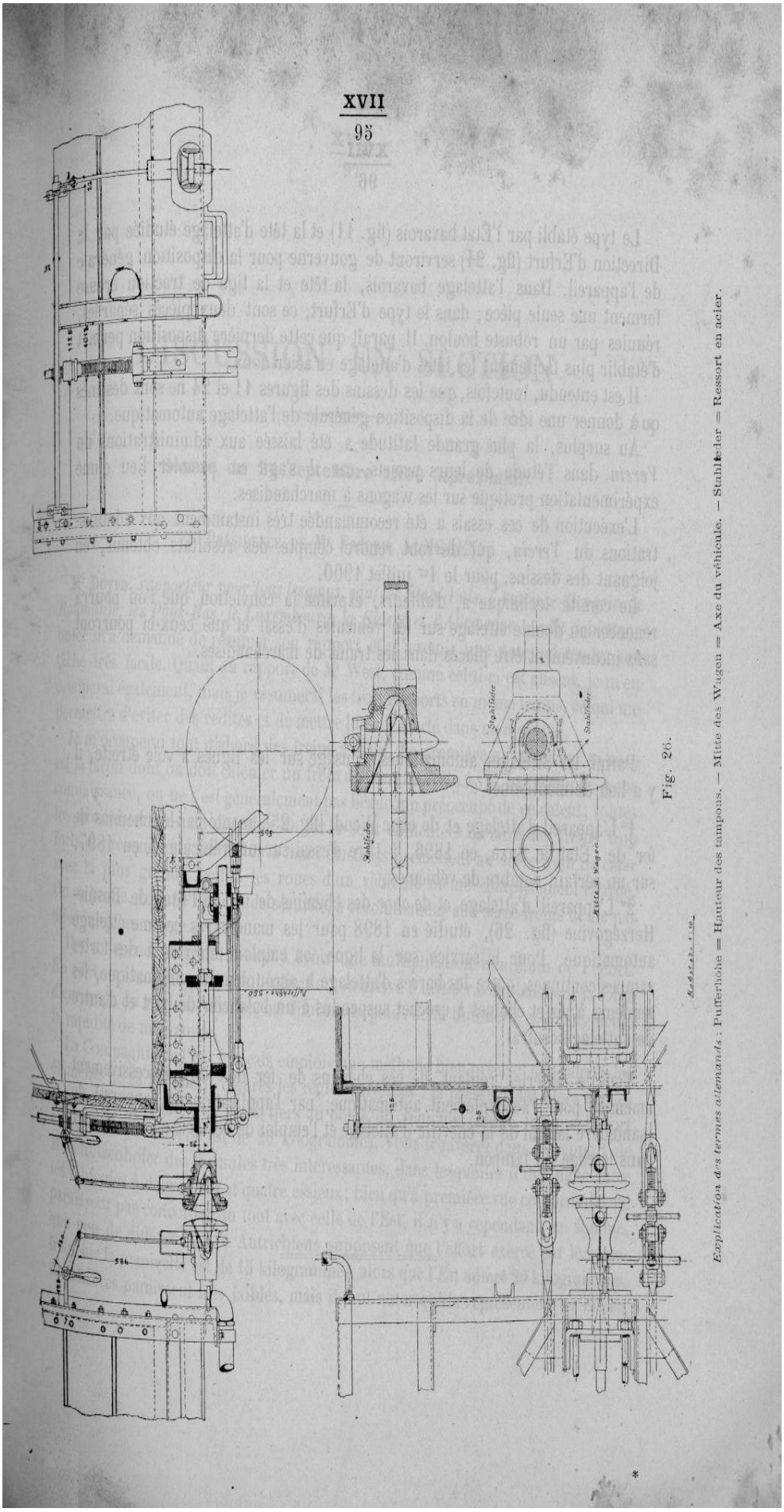


Fig. 26.

Explication des termes allemands : Pufferhöhe = Hauteur des tampons. — Mitte des Wagen = Axe du véhicule. — Stahlfeder = Ressort en acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le type établi par l'État bavarois (fig. 11) et la tête d'attelage étudiée par la Direction d'Erfurt (fig. 24) serviront de gouverne pour la disposition générale de l'appareil. Dans l'attelage bavarois, la tête et la tige de traction creuse forment une seule pièce ; dans le type d'Erfurt, ce sont deux pièces séparées, réunies par un robuste boulon. Il paraît que cette dernière disposition permet d'établir plus facilement les têtes d'attelage en acier doux.

Il est entendu, toutefois, que les dessins des figures 11 et 24 ne sont destinés qu'à donner une idée de la disposition générale de l'attelage automatique.

Au surplus, la plus grande latitude a été laissée aux administrations du *Verein* dans l'étude de leurs projets, car il s'agit en premier lieu d'une expérimentation pratique sur les wagons à marchandises.

L'exécution de ces essais a été recommandée très instamment aux administrations du *Verein*, qui devront rendre compte des résultats obtenus, en joignant des dessins, pour le 1er juillet 1900.

Le comité technique a, d'ailleurs, exprimé la conviction que l'on pourra renoncer au double attelage sur les véhicules d'essai et que ceux-ci pourront sans inconvénient être placés dans les trains de marchandises.

* * *

Parmi les attelages automatiques en usage sur les lignes à voie étroite, il y a lieu de mentionner :

1° L'appareil d'attelage et de choc Wendt (fig. 25), monté par les chemins de fer de l'État de Saxe, en 1896, à titre d'essai sur un véhicule et, en 1897, sur un certain nombre de véhicules ;

2° L'appareil d'attelage et de choc des chemins de fer de l'État de Bosnie-Herzégovine (fig. 26), étudié en 1898 pour les manœuvres comme attelage automatique. Pour le service sur la ligne, on emploie, en raison des fortes rampes continues, outre les barres d'attelage à accouplement automatique, les tendeurs à vis et chaînes à crochet suspendus à un balancier de part et d'autre de l'attelage central.

Tout le matériel roulant de ces chemins de fer doit être successivement aménagé pour l'accouplement automatique, par l'application de l'appareil de manœuvre latéral de la cheville d'attelage et l'emploi de ressorts en tôle d'acier dans la cage du tampon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION EN SECTION

Séance du 24 septembre 1900 (après-midi).

PRÉSIDENCE DE Mr FREDRIK ALMGREN.

Mr **Doyen**, *rapporteur pour tous les pays, sauf les États-Unis, l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse et l'Allemagne.* — Mr Schützenhofer m'a demandé de résumer son rapport et m'a remis une note qui rendra ma tâche très facile. Quant au rapport de Mr West, comme celui-ci est absent, je m'en occuperai également, mais je résumerai les trois rapports en même temps, ce qui me permettra d'éviter des redites et de mettre plus de clarté dans mon exposé.

Je m'occuperai tout d'abord des freins à main. La première question qui se pose est la façon dont on doit calculer un frein à main, un frein à vis, par exemple. A ma connaissance, on ne s'est généralement pas beaucoup préoccupé de ce calcul; toutes les administrations de chemins de fer se sont contentées de faire des freins trop forts et presque tous les freins à main existants permettent au serre-frein de caler avec la plus grande facilité les roues d'un véhicule même complètement chargé. On se borne, comme mesure de sécurité, à recommander aux serre-freins de ne pas aller jusqu'au calage.

Il y a cependant grand intérêt à avoir une multiplication minimum de l'effort. En effet, si avec une petite multiplication on arrive à utiliser complètement la force d'enrayage du véhicule chargé, on diminue le poids de la timonerie et on augmente la rapidité de manœuvre.

La Compagnie de l'Est français emploie une méthode bien précise; elle calcule les éléments de sa timonerie d'après les règles suivantes : la pression des blocs sur les roues doit être égale aux deux tiers du poids du véhicule chargé lorsque l'effort exercé sur la manivelle est de 20 kilogrammes. Vous trouverez dans le rapport de Mr Schützenhofer des formules très intéressantes, dans lesquelles il distingue entre les véhicules à deux, trois et quatre essieux; bien qu'à première vue ces formules ne paraissent pas concorder du tout avec celle de l'Est, il n'y a cependant, en somme, que peu de différence. Les Autrichiens supposent que l'effort exercé par le serre-frein sur la manivelle est de 15 kilogrammes, alors que l'Est admet 20 kilogrammes. Ces chiffres paraissent très faibles, mais il faut noter qu'ils représentent les efforts

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effectifs. Dans le rapport de Mr Schützenhofer on trouve bien que l'effort exercé par un homme sur une manivelle s'élève à 50 kilogrammes, mais on admet alors, et les expériences l'ont prouvé, que la timonerie ne rend que 30 p. c. de cet effort; c'est ainsi qu'on arrive en Autriche au chiffre de 15 kilogrammes. De même, si l'Est français estime à 20 kilogrammes l'effort d'un homme, c'est en tenant compte des frottements.

La valeur de l'effort varie donc entre 15 et 20 kilogrammes; il y a un écart notable sans doute, mais le calcul dépend du rendement, c'est-à-dire du plan de l'appareil, et on ne peut pas donner une formule générale uniforme; il appartient à chaque compagnie de chemin de fer de rechercher quelle est la multiplication qui convient le mieux à sa timonerie.

J'arrive maintenant à la question des guérites. A ce point de vue, on a réalisé des progrès réellement considérables en très peu de temps. Nous avons encore dans notre matériel de simples sièges juchés sur des haussettes, qui laissent le serre-frein exposé à toutes les intempéries. Le dernier progrès est la guérite complètement fermée, et c'est encore l'Est français qui, à ma connaissance, a réalisé le type le plus parfait. Faut-il adopter ce type? A l'État belge, nous avons hésité très longtemps. Cette administration craignait que les serre-freins ne pussent plus entendre les signaux acoustiques. Par contre, les partisans de la guérite fermée disent que le serre-frein se trouvant dans des conditions plus confortables, étant soustrait aux intempéries, est mieux à même de percevoir les signaux optiques et acoustiques. Enfin, tout récemment, nous avons décidé à l'État belge que, pour les nouveaux véhicules, nous suivrions l'exemple de l'Est français, en adoptant des guérites complètement fermées, en ménageant, s'il y a lieu, un vasistas ou une ouverture permettant à l'agent de percevoir les signaux.

Je passe ensuite à ce qui concerne les freins à levier. En Angleterre, on attache une très grande importance à ce que les wagons à marchandises soient pourvus de freins à levier manœuvrables des deux côtés, manœuvrables du sol, bien entendu, et non de la guérite. Je crois même que la législature anglaise se propose d'imposer l'emploi de ces freins.

Et cela se justifierait, car il suffit de regarder manœuvrer des wagons à marchandises (surtout dans les gares où les manœuvres se font par la gravité) et d'observer les agents passant devant les wagons pour se porter du côté où ils peuvent serrer le frein, pour comprendre qu'il y a là une très grave question de sécurité pour le personnel, et en conclure, à première vue, que le frein manœuvrable des deux côtés s'impose.

Cependant, je vous signale à ce sujet, d'après le remarquable rapport de Mr Spitz sur la question XXVIII, un système de freinage des wagons sur les pentes des voies de triage fort employé en Allemagne : il consiste dans l'emploi de blocs d'enrayage, absolument indépendants des wagons, qu'on place sur les rails et qui freinent le train dans d'excellentes conditions de sécurité pour les agents.

Si donc on avait à choisir, au point de vue des manœuvres, entre le double frein

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des Anglais et le frein à patin, à bloc, à sabot d'enrayage placé sur le rail, je crois qu'il n'y aurait pas à hésiter et que c'est au second système qu'il faudrait donner la préférence.

Il ne faut pas en conclure, cependant, qu'il est inutile d'avoir un frein double, c'est-à-dire manœuvrable des deux côtés, car, dans beaucoup de cas, ce frein rendrait de grands services. S'il s'agit, par exemple, de maintenir une rame de wagons garée sur une voie et d'empêcher qu'elle ne dérive vers un croisement, et s'il n'y a que des freins manœuvrables d'un seul côté, l'agent sera exposé à devoir se glisser entre les buttoirs pour passer de l'autre côté de la voie, ce qui est toujours dangereux. Si donc le frein double ne s'impose pas, au moins est-il toujours utile.

A propos des freins continus, j'ai été frappé du manque d'entente, de l'absence d'uniformité de vues qui règnent en ce qui concerne la pression que les blocs doivent exercer sur les bandages. Certaines administrations se limitent à des pressions relativement faibles, d'autres admettent des chiffres exagérés. Je pense cependant que le taux de 70 à 85 p. c. du poids de la roue sur le rail, pour les arrêts d'urgence, ne soulèvera aucune contestation.

A ce sujet, je signalerai le frein Westinghouse, qui, dans les arrêts d'urgence, quand on fait fonctionner l'action rapide, donne dans le cylindre à frein une pression de 4.130 kilogrammes par centimètre carré, avec une pression initiale de 5 atmosphères dans la conduite générale, tandis qu'il ne donne qu'une pression de 3.500 kilogrammes par centimètre carré pour les serrages à fond ordinaires. Si, par conséquent, on prend comme pression sur le bandage correspondant à l'action rapide 85 p. c. du poids de la roue sur le rail, on se met dans d'excellentes conditions au point de vue des arrêts d'urgence; cependant, la manœuvre ordinaire du frein ne donnera, comme pression maximum des blocs sur les bandages, que :

$$p = \frac{0.85 \times 3.500}{4.130} = 0.72,$$

ce qui permet, même au mécanicien peu habile, d'effectuer toutes les manœuvres du service courant, sans provoquer des réactions désagréables entre les véhicules du train.

Naturellement, pour les trains longs, dont nous dirons un mot tout à l'heure, cette pression de 70 à 85 p. c. est peut-être considérable. A l'État belge, nous avons, depuis 1892, deux trains de marchandises qui font le service entre Ostende et Bruxelles et dont la composition comprend généralement 30 à 40 véhicules, parfois même 50. A la suite d'essais faits sur un train de 50 véhicules vides, puis chargés différemment, nous avons été amenés à admettre une pression de 60 p. c. du poids du véhicule vide, parce que le Westinghouse à action rapide, bien qu'étant certainement un des freins qui agissent le plus rapidement, ne possède pas une simultanéité d'action suffisante pour pouvoir dépasser cette pression des blocs sur les bandages.

Pour les trains longs, il y a encore à signaler une question de construction inté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ressante : c'est la disposition de la barre d'attelage. L'attelage continu s'accommode-t-il bien des réactions que produit un frein continu, et n'est-il pas préférable d'avoir, dans ce cas, la traction discontinue? Je crois qu'il n'y a pas de doute à cet égard. Mr Schützenhofer est d'ailleurs arrivé à la même conclusion. Quand, avec un train quelconque et un des meilleurs freins actuels, on fait un freinage d'urgence, les freins des véhicules de tête se serrent d'abord et les buttoirs se compriment; si, par une circonstance quelconque, les freins de tête se desserrent, alors que le serrage se complète à l'arrière, il se produira une détente du buttoir et, par suite, un choc sur la barre de traction. Si celle-ci est rigide, elle se cassera; si, au contraire, l'attelage est très élastique, comme dans un train pourvu de la traction discontinue, on ne courra pas ce risque.

Je ne crois pas, cependant, qu'il y ait une conclusion formelle à prendre à ce sujet, car la simultanéité d'action des freins tend de jour en jour à devenir plus complète.

Je vous signale à ce sujet le buttoir à friction inventé par Mr Westinghouse, qui supprime toutes les réactions dues à la détente des buttoirs actuels. Ce buttoir absorbe très bien les efforts, mais il ne les restitue pas.

Au même point de vue des trains longs, vous remarquerez que les États-Unis d'Amérique, la Russie, le Cap, la Nouvelle-Galles du Sud, dont le matériel de transport est en grande partie de construction récente, sont entrés franchement dans la voie de l'application des freins continus aux trains de marchandises. En Europe, on procède avec beaucoup plus de lenteur, et cette lenteur s'explique si l'on tient compte de l'état du matériel, composé en grande partie de véhicules d'un grand âge, et de la complication des relations entre les nombreuses compagnies des divers pays. Cependant, même en Europe, on constate une tendance à entrer dans la même voie et on y est même entré timidement. Depuis 1892, l'État belge possède 140 wagons à marchandises armés du frein Westinghouse complet et 40 wagons munis de la conduite de continuité. Ces wagons entrent dans la composition des trains de messagerie qui roulent journellement entre Ostende et Bruxelles et qui sont des trains à marche rapide.

Sans aborder ici la question de principe, il est certain qu'il y a avantage pour les compagnies à organiser des trains de l'espèce, car cela permet de former le personnel non seulement des trains, mais encore des ateliers, de pourvoir ceux-ci des installations nécessaires, etc. C'est en marchant peu à peu dans cette voie qu'on pourra arriver sans mécomptes à l'application générale des freins continus aux trains de marchandises.

Voici maintenant, messieurs, le résumé que Mr Schützenhofer m'a remis :

« En ce qui concerne les freins automatiques à air comprimé ou à vide, très employés à présent, il faut constater qu'aucune amélioration remarquable n'a été introduite. Les freins de cette espèce, à action rapide, ont encore le défaut de ne pas agir sans choc dans les trains longs et de produire, par conséquent, des ruptures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'attelage. Pour éviter autant que possible ces ruptures, on recommande d'employer, au lieu de barres de traction continues et rigides dans l'appareil d'attelage des voitures, une barre à ressort agissant longitudinalement, ou des appareils de traction non continus avec une course suffisante.

« On recommande d'employer dans les trains rapides, c'est-à-dire dans les trains dont la vitesse dépasse 80 kilomètres à l'heure, des freins continus à chaque véhicule, de freiner non seulement les roues motrices, mais aussi les roues des bogies des locomotives et toutes les roues des voitures, par conséquent aussi les roues du milieu des voitures à trois essieux.

« Pour obtenir avec le frein des distances d'arrêt aussi courtes que possible, on recommande d'établir, pour la disposition des freins, des prescriptions du genre de celles que l'Union des chemins de fer allemands a rendues obligatoires. »

Le rapport de Mr West est excessivement intéressant en ce qui concerne les attelages. En Amérique, l'emploi de l'attelage central, comprenant les appareils de traction et de choc, est pour ainsi dire général. Comme progrès réalisés dans ce pays, on constate une tendance marquée à l'unification par l'adoption d'un type unique dont les *Master Car Builders* ont donné le dessin, bien que beaucoup de compagnies s'efforcent de conserver des systèmes préconisés par des gens auxquels elles portent intérêt.

Il faut également signaler, chose assez curieuse, l'addition de buttoirs latéraux à l'appareil central de traction et de choc. Il ne s'agit évidemment pas de buttoirs latéraux tels que ceux dont est muni notre matériel, c'est-à-dire de buttoirs prolongeant les longerons des véhicules, mais de buttoirs latéraux placés à 50 centimètres environ de chaque côté de l'appareil central. Ces buttoirs ont pour effet d'amortir un peu le choc sur l'appareil central, de supprimer surtout le mouvement de lacet (aussi ne les applique-t-on qu'au matériel à voyageurs) et de rétablir la direction, c'est-à-dire de ramener l'axe de la voiture dans l'axe de la voie après un passage en courbe.

En fait de perfectionnements apportés aux attelages, nous n'avons guère à signaler en Europe que le renforcement de certaines pièces, de la barre de traction, des tendeurs, etc.

Voici la note que Mr Schützenhofer m'a remise au sujet des attelages :

« La force de traction des locomotives modernes s'élève à plus de 9,000 kilogrammes, par conséquent, deux de ces locomotives à la tête d'un train développent une force de traction de 18,000 kilogrammes. L'attelage à vis universellement employé en Europe ne suffit tout au plus que pour une force de traction de 10,000 kilogrammes. Un renforcement de cet attelage n'est pas praticable parce que déjà son poids actuel rend difficile la manœuvre aux agents. Des appareils pratiques, qui permettent la manœuvre latérale de l'attelage et qui, par conséquent, dispensent les agents de passer entre les tampons, n'existent pas encore.

« On recommande pour l'avenir d'étudier l'adoption d'un attelage central auto-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matique, semblable à l'accouplement Janney en usage avec le plus grand succès en Amérique, et de faire des essais analogues à ceux effectués par l'Union des chemins de fer allemands. Pour obtenir plus facilement des résultats utiles, on recommande aussi de construire les parties principales des accouplements d'après le type de la *Master Car Builders Association* et de fixer à 825 millimètres la distance entre l'axe de la tête de l'accouplement et le niveau des rails. »

Mr le Président. — Le résumé si vivant et si concis que vient de nous faire Mr Doyen nous a tous intéressés et nous lui devons de sincères remerciements et pour ce résumé et pour son remarquable rapport. Nous devons également des remerciements à l'honorable et savant Mr Schützenhofer.

Quant à la discussion, elle pourrait porter sur le projet de conclusions que nous venons d'entendre et que je vais vous relire :

« En ce qui concerne les freins automatiques, à air comprimé ou à vide, très employés à présent, il faut constater qu'aucune amélioration remarquable n'a été introduite. Les freins de cette espèce à action rapide montrent encore le défaut qu'ils n'agissent pas sans chocs aux trains longs et il y a conséquemment des ruptures d'attelage. »

Êtes-vous d'accord, messieurs, sur cette constatation ?

Mr Salomon, Ch. de f. de l'Est français. — Nous pourrions dire que certaines améliorations ont été apportées aux freins automatiques. Il est de fait que tous les freins, que ce soit le frein à vide de Mr Hardy, le frein Westinghouse, le frein Lipkowski, le frein de Fives-Lille ou le frein Chapsal, ont eu pour but et ont généralement pour effet d'assurer une plus grande simultanéité du serrage de la tête à la queue du train. Le frein Westinghouse pour les trains extra-rapides, frein dans lequel la conduite est chargée à 9 kilogrammes environ avec des réducteurs de pression qui ont pour effet de proportionner la pression des sabots à la vitesse du train, est certainement un perfectionnement très notable.

D'autre part, je m'associe pleinement à l'opinion de Mr Schützenhofer que le problème du freinage des trains de marchandises n'est nullement résolu. Il convient, en effet, de n'avoir pas de ruptures d'attelage. Or, même avec les attelages américains, d'une résistance de 50 à 60 tonnes, nous sommes certains d'avoir des ruptures tant que les inventeurs de freins n'auront pas trouvé le moyen de proportionner la pression des sabots sur les roues à la masse totale du wagon et de son chargement.

Nous pourrions donc dire que certaines améliorations ont été réalisées, mais ne sont pas encore suffisantes pour qu'on puisse avec certitude appliquer les freins continus aux longs trains de marchandises.

Mr Souschinsky, Ministère des voies de communication, Russie. — Fives-Lille et Schlæfer prétendent qu'avec leurs freins, tous les wagons d'un train se freinent simultanément avec la même force. Dans ces freins, la pression des sabots contre les roues augmente de la tête à la queue. L'expérience montre qu'en employant ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

systèmes on atteint en partie le but proposé et les chocs sont relativement moindres. On travaille encore dans cette voie; les inventeurs cherchent à arriver au résultat désiré et Mr Westinghouse est arrivé à n'avoir dans un train de 50 voitures qu'un intervalle de 2 à 2 $^1/_2$ secondes entre le freinage du wagon de tête et le freinage du wagon de queue. Cela atténue la différence du mode d'action des sabots sur les roues des wagons faisant partie d'un train.

Mr Doyen, *rapporteur*. — En Belgique, après une expérience de huit années, nous avons moins d'appréhension que Mr Salomon quant à l'emploi du Westinghouse à action rapide aux trains de marchandises. Nous sommes à peu près convaincus que ce frein est pratique, et nous allons en étendre l'application à trois nouveaux trains de marchandises.

Mr Salomon. — De combien de véhicules se composent ces trains ?

Mr Doyen. — Leur composition maximum est de 50 wagons. Comme je l'ai dit, nous avons entre Ostende et Bruxelles deux trains, un dans chaque sens, munis de freins Westinghouse. 140 de nos véhicules sont montés avec ce frein, pour assurer la composition de ces deux trains.

Mr du Bousquet, Ch. de f. du Nord français. — Sont-ce des trains de marchandises ou des trains de messagerie ?

Mr Doyen. — Ce sont des trains composés exclusivement de wagons fermés de messagerie.

Mr Clérault, Ch. de f. de l'Ouest français. — Il est nécessaire ici de bien distinguer entre les trains de marchandises et les trains de messagerie.

Mr du Bousquet. — Toutes les compagnies françaises ont des trains de messagerie freinés d'un bout à l'autre, mais nous n'avons aucun train de marchandises proprement dit ainsi freiné. Je constate qu'en Belgique il n'y en a pas non plus.

Mr Doyen. — Nous allons en avoir.

Mr du Bousquet. — Mais vous n'en avez pas encore.

Mr Clérault. — Je voudrais, messieurs, insister sur ce point qu'il y a une distinction essentielle à faire entre les trains de messagerie qui, généralement, ne se décomposent pas dans les gares de triage, qui ont de longs parcours sans arrêts, qui ne sont généralement pas composés de plus de 40 véhicules et qui sont, en général, homogènes, et les trains de marchandises qui se décomposent partout, qui comprennent des wagons de toute catégorie et de toute nature, etc... Ce sont là deux cas tout à fait différents.

Le premier cas a été résolu de la même manière dans la plupart des pays qui emploient les freins continus. En France, presque toutes les compagnies ont des freins continus sur un certain nombre de wagons de messagerie; chacune d'elles a,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suivant son importance, de 400 jusqu'à 700 et 800 véhicules munis de ces freins; mais de là à munir de freins continus tout le matériel à marchandises des chemins de fer français, c'est-à-dire quatre à cinq cent mille wagons, il y a loin. En France, cette question soulève toute une série d'autres questions qui ne sont pas près d'être résolues.

Mr Sauvage, *secrétaire principal*. — Voici comment on pourrait rédiger le premier paragraphe des conclusions en le simplifiant et en l'abrégeant un peu : « Certains progrès ont été apportés récemment aux freins continus, mais aucun système ne paraît encore applicable, d'une manière générale, en pratique courante, aux longs trains de marchandises. »

— Adopté.

Mr le Président. — Voici le second paragraphe du texte proposé :

« Pour éviter autant que possible la rupture des attelages, on recommande d'employer, au lieu de barres de traction continues et rigides dans l'appareil d'attelage des voitures, une barre à ressort agissant longitudinalement ou des appareils de traction non continus avec une course suffisante. »

Mr Souschinsky. — L'emploi d'appareils discontinus est une condition absolue de l'application des freins. Lorsque le premier wagon se freine, les autres ne sont pas freinés, la force vive est emmagasinée dans les buttoirs, puis elle est tout à coup restituée avec une course très courte, à peu près 6 centimètres, dans les wagons à marchandises. Les barres d'attelage du matériel ne peuvent pas résister à de pareils chocs. Ceux-ci produisent un effet qui atteint parfois 20 tonnes; cela double presque la charge statique produite par la force de traction.

Mr Herdner, Ch. de f. du Midi français. — Au chemin de fer du Midi, nous n'avons que des attelages discontinus. Nous n'avons jamais fait l'essai d'attelages continus, parce que nous avons entendu dire que ce système présentait des inconvénients. Je crois que Mr Salomon pourrait nous donner sur ce point quelques indications utiles.

Mr Salomon. — Il y a une dizaine d'années, nous avons suivi l'exemple de l'Allemagne qui avait appliqué l'attelage continu à un nombre énorme de wagons à marchandises, et nous avons eu de très nombreux cas de rupture d'attelage dans nos trains de voyageurs dès que leur composition dépassait seize voitures. Lorsque le mécanicien n'était pas très habile, nous avions des ruptures d'attelage au moment précis de la détente du train après sa condensation. Tout le matériel que nous avons fait faire depuis six ou sept ans est pourvu d'appareils de traction discontinus.

Mr Souschinsky. — Il est cependant à observer qu'avec la traction discontinue, les longerons des voitures et des wagons participent à la traction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand les freins sont automatiques, il faut avoir ou l'appareil central américain ou l'appareil discontinu. Si le châssis est faible, il faut le renforcer.

Mr Sauvage, *secrétaire principal*. — Voici, messieurs, une rédaction qui me paraît plus convenable :

« Pour éviter autant que possible les ruptures d'attelage, il paraît convenable d'employer, au lieu de barres de traction continues, des appareils de traction élastiques non continus avec des courses suffisantes. »

Il s'agit évidemment ici de la pratique européenne; il n'est pas question des appareils américains.

Mr Solacroup, Ch. de f. de Paris à Orléans. — Cette conclusion me paraît un peu absolue. En somme, il y a beaucoup de compagnies qui ont des appareils de traction continus et nous n'avons pas remarqué que l'emploi de ces appareils eût une influence bien sensible sur le nombre des ruptures d'attelage. Ne pourrait-on pas atténuer cette rédaction?

Mr Sauvage, *secrétaire principal*. — Voici une rédaction provisoire que je vous soumets : « Il semble que les ruptures d'attelage soient plus à craindre avec les barres de traction continues qu'avec les attelages non continus. »

Mr Souschinsky. — Il convient, je crois, de signaler que l'Union des chemins de fer allemands fait des essais importants sur les attelages centraux.

— La rédaction proposée en dernier lieu par Mr Sauvage est adoptée.

Mr le Président. — Nous passons à la troisième partie des conclusions :

« On recommande d'employer aux trains rapides, c'est-à-dire aux trains dont la vitesse dépasse 80 kilomètres à l'heure, des freins continus à chaque véhicule, de freiner non seulement les roues motrices, mais aussi les roues du bogie des locomotives et toutes les roues des voitures, par conséquent aussi les roues du milieu des voitures à trois essieux. »

Mr Carcanagues, Ch. de f. de Paris-Lyon-Méditerranée. — Je demande qu'on supprime ces derniers mots : « et toutes les roues des voitures, par conséquent aussi les roues du milieu des voitures à trois essieux ».

La question est à l'étude à la Compagnie de Lyon, où nous avons beaucoup de voitures à trois essieux, mais nous ne sommes pas encore convaincus que cette mesure soit nécessaire.

Mr Schützenhofer, *rapporteur pour l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse et l'Allemagne*. — En Autriche et en Allemagne, on a fait des milliers d'expériences sur le freinage des essieux du milieu des voitures à trois essieux et, depuis deux ou trois ans, cette mesure est adoptée en service. Cela marche très bien, on est très content et il n'y a pas la moindre difficulté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mr **Doyen**, *rapporteur*. — En Belgique, le matériel à trois essieux a été adopté il y a une vingtaine d'années et il y a certainement quinze ans que l'on freine l'essieu du milieu. On n'a constaté à cela aucun inconvénient et, dans ces conditions, le freinage s'impose, puisqu'on gagne à peu près le tiers de la puissance d'enrayage de la voiture.

Mr **Carcanagues**. — Je dois néanmoins faire une réserve au nom de ma Compagnie, qui n'a pas encore pris une décision sur ce point.

Mr **Doyen**. — En proposant cette conclusion, il n'entre pas dans nos intentions d'imposer le freinage de l'essieu du milieu, mais nous voulons constater que plusieurs administrations de chemins de fer ont adopté cette mesure sans que son application ait présenté le moindre inconvénient.

Mr **Clérault**. — Il vaudrait mieux, en effet, rédiger la conclusion sous la forme que vient d'indiquer Mr Doyen.

Mr **Sauvage**, *secrétaire principal*. — Le freinage des bogies des locomotives est aussi une question importante.

Mr **Carcanagues**. — Le libellé de la question XVII ne fait pas mention des locomotives; il ne s'agit que des freins et attelages des voitures et des wagons.

Mr **Clérault**. — Je crois qu'il serait préférable de rester dans les termes de la question posée par la Commission internationale. La question XVII ne concerne, en effet, comme le fait remarquer Mr Carcanagues, que les voitures et les wagons et nous aurions tort d'y mêler la question du freinage des bogies des locomotives. C'est là une question extrêmement délicate. Le freinage des bogies a des avantages et des inconvénients. D'ailleurs, je ne connais guère, jusqu'à présent, que le chemin de fer du Saint-Gothard et des compagnies américaines qui freinent les bogies des locomotives.

Mr **Souschinsky**. — La Compagnie Varsovie-Vienne fait des essais de ce genre avec deux locomotives.

Mr **Clérault**. — Mettons qu'il y ait en Europe trois compagnies qui le fassent. En tout cas, cela n'est pas compris dans la question XVII, et je crois qu'il vaut mieux ne pas sortir du programme rédigé par la Commission internationale.

Mr **le Président**. — Je crois, en effet, que cela vaut mieux et que nous éviterons ainsi beaucoup de discussions.

Mr **Sauvage**. — Voici la rédaction que je propose :

« Le Congrès constate que des sabots ont été ajoutés sans inconvénients aux essieux du milieu des véhicules à trois essieux par plusieurs administrations, afin d'augmenter autant que possible le poids freiné des trains. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En voici une seconde qui correspond à un autre point de vue :

« Le Congrès estime qu'il serait intéressant, afin d'augmenter autant que possible le poids freiné des trains, de munir de sabots les essieux du milieu des véhicules à trois essieux, ainsi que cela a été réalisé déjà par plusieurs administrations. »

Mr Carcanagues. — Je me rallie à la première rédaction. Je demande qu'on s'en tienne à la simple constatation.

Mr Clérault. — Je suis absolument désintéressé dans la question, la Compagnie de l'Ouest français n'ayant pour ainsi dire pas de véhicules à trois essieux, mais je constate qu'il y a en France et dans les autres pays du continent beaucoup de compagnies qui ont de ces véhicules, et que celles qui freinent l'essieu du milieu sont à l'heure actuelle l'exception. Nous ne savons pas encore très bien comment ce freinage s'appliquerait aux véhicules existants. Il serait donc trop absolu de dire : « Il convient de... », ce qui pourrait être considéré comme une prescription, et il serait préférable d'employer une autre formule, par exemple : « Il serait intéressant pour les trains très rapides de... ».

Mr Carcanagues. — A mon avis, une simple constatation doit suffire. En disant : « Il serait intéressant », il semble y avoir là un conseil qui serait donné à ma Compagnie qui a un grand nombre de véhicules à trois essieux. Qu'on dise simplement que certaines compagnies ont appliqué des freins à la roue du milieu et qu'on n'a constaté à cela aucun inconvénient, qu'on y a même trouvé des avantages.

Mr Sauvage, *secrétaire principal*. — La rédaction serait alors : « Le Congrès constate que des sabots ont été ajoutés sans inconvénients aux essieux du milieu des véhicules à trois essieux par plusieurs administrations, afin d'augmenter autant que possible le poids freiné des trains. »

— Adopté.

Mr Huberti, Ch. de f. de l'État belge. — Messieurs, je désirerais dire encore un mot à propos du premier paragraphe des conclusions.

A la session de Bruxelles du Congrès en 1885, j'ai été rapporteur de la question des freins et, à cette occasion, j'ai émis, assez timidement d'ailleurs, l'avis que le freinage des trains de marchandises pourrait être réalisé dans un délai assez court. Mr Banderali a vivement combattu cette manière de voir en s'appuyant sur les mêmes arguments, dont je ne méconnais du reste pas la valeur, que ceux qui viennent d'être développés par Mrs Clérault, Salomon et du Bousquet.

Or, on nous dit aujourd'hui que toutes les compagnies françaises ont des trains de messagerie freinés au frein continu alors qu'en 1885 il n'en était pas ainsi et que tous les arguments invoqués contre le freinage continu des trains de marchandises l'étaient au même titre contre le freinage continu des trains de messagerie. (*Protestations.*)

Il semble donc que nous ayons fait un pas en avant et que nous pourrions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

formuler une conclusion moins radicale, laissant entendre que, si l'on n'est pas arrivé à une solution complète, on est entré tout au moins dans la voie de l'application des freins continus aux trains de marchandises. Mr le secrétaire principal pourrait ajouter un mot dans ce sens de façon à rendre cette partie des conclusions un peu moins formelle et un peu plus conforme à la réalité des faits.

Mr Doyen, *rapporteur*. — J'avais libellé un projet de conclusions qui n'est pas absolument ce que demande Mr Huberti, mais qui pourrait peut-être lui donner satisfaction :

« Le Congrès constate avec le plus vif intérêt l'extension de l'application des freins continus à des trains de grande longueur. »

Cette extension me paraît en effet indéniable.

Mr Herdner, Ch. de f. du Midi français. — Je crois que nous ferions mieux de nous en tenir aux conclusions adoptées.

Mr le Président. — Mr Huberti propose-t-il une rédaction?

Mr Huberti. — Non, Monsieur le Président, je demandais simplement une légère atténuation du caractère un peu trop formel à mon sens des conclusions.

Mr Clérault. — On pourrait glisser dans la phrase les mots : « appliqués à certains trains de messagerie ».

Mr Sauvage, *secrétaire principal*. — Voici comment cette partie des conclusions pourrait être modifiée : « Certains progrès ont été apportés récemment aux freins continus, et ces freins ont été appliqués à certains trains de messagerie; mais aucun système ne paraît encore applicable, d'une manière générale, en pratique courante, aux longs trains de marchandises »

— Le premier paragraphe des conclusions est ainsi modifié.

Mr Souschinsky. — Ce que nous disons en dernier lieu ne concerne que les chemins de fer européens, car en Amérique les freins continus sont appliqués.

Mr Salomon. — Cette application n'est encore qu'incomplète. Dans les trains américains, la moitié seulement des véhicules sont freinés, les autres sont simplement munis de tuyaux de conduite.

Or, il se produit journellement en Amérique des ruptures d'attelage. Pour vous renseigner à ce sujet, vous n'avez qu'à lire les dernières discussions qui ont eu lieu en Amérique.

Mr le Président. — Il nous reste, messieurs, à prendre une conclusion en ce qui concerne la question des attelages. Voici le projet qui nous est soumis :

« La force de traction des locomotives modernes s'élève à plus de 9,000 kilogrammes, etc. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il me semble que cette première partie du projet pourrait être supprimée. (*Adhésion.*)

« On recommande pour l'avenir d'étudier l'adoption d'un attelage central automatique, etc. » (*Protestations.*)

Mr **Salomon.** — Messieurs, nous ne pouvons pas éviter de discuter la question des attelages automatiques. Non seulement elle est posée dans le programme du Congrès, mais elle s'est posée en Europe à la suite de l'importante enquête anglaise de l'année dernière et à la suite de la décision du gouvernement allemand de faire appliquer un certain nombre d'attelages automatiques. Les essais faits en Allemagne sont évidemment excessivement intéressants et tous les ingénieurs européens en retireront grand profit, mais il serait, je crois, prématuré aujourd'hui d'adopter une conclusion comme Mr Schützenhofer nous le propose.

Tout d'abord, en Amérique, malgré la hâte que nos collègues de ce pays ont mise à appliquer les attelages automatiques, cette application n'est pas encore générale; on ne peut donc pas s'appuyer sur les statistiques faites avant et après l'application des attelages automatiques pour en tirer des conclusions formelles; mais telle que l'application en est déjà faite, elle a fait ressortir un assez grand nombre de défauts et d'inconvénients.

La statistique des accidents en Amérique nous indique d'abord qu'il y a de très nombreuses ruptures d'attelage. En effet, l'attelage automatique est automatique dans les deux sens : il s'accouple automatiquement, mais aussi il se découple automatiquement, et cela presque fatalement. Cet attelage est composé d'un assez grand nombre de pièces, celles-ci s'usent et, les jeux s'ajoutant, il se produit des découplements dans certains passages en courbe. Il y a des règles assez formelles quant à la forme de l'accouplement des *Master Car Builders*, mais cette forme est assez compliquée, assez difficile à réaliser en pratique. De plus, les administrations de chemins de fer désirent réaliser des économies et elles font des attelages avec des matériaux qui ne sont pas de première qualité.

Dans ces conditions, tant au point de vue de la sécurité des agents qu'à celui de la sécurité et des facilités mêmes d'exploitation, il est absolument impossible de tirer actuellement des conclusions de l'application des attelages automatiques faite en Amérique et il faut, me semble-t-il, attendre que cette application soit devenue réellement générale.

De plus, il faut tenir compte de la situation différente dans laquelle nous nous trouvons en Europe et, à ce point de vue, les objections à l'application des attelages automatiques au matériel européen ont été extrêmement bien indiquées par nos collègues anglais dans leurs réponses à la commission instituée l'année dernière dans leur pays. Ils ont fait remarquer, ce qui est de toute évidence, que tout le matériel européen a été construit en vue de reporter sur les brancards l'effort des chocs, tandis qu'en Amérique, cet effort est reporté sur des pièces longitudinales placées au milieu du véhicule. La seule solution de la question en Europe serait de démolir tout le matériel et de faire du matériel américain.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, en dehors de cette considération de la constitution des châssis des wagons, il faut se demander ce que des trains composés de 70 ou de 80 petits wagons à essieux écartés de 2.50 mètres deviendront avec l'attelage central lorsqu'on les refoulera dans des courbes.

Au point de vue de la construction, les véhicules européens et les véhicules américains ne se ressemblent absolument pas, et nous ne savons pas quelles seraient les conséquences de l'application à notre matériel de l'attelage américain. Les expériences allemandes sont très intéressantes, mais attendons au moins les résultats auxquels elles aboutiront avant de prendre une conclusion quelconque.

Quant à la question si intéressante des accidents aux agents accrocheurs, lorsqu'on compare les accidents qui se produisent en Amérique, où l'application de l'attelage automatique est assez étendue, et ceux qui se produisent en Angleterre et en France (je ne parle pas de l'Allemagne où cette statistique n'a pas été faite), on constate que l'avantage est tout à fait de ce côté de l'Atlantique.

En résumé, au point de vue humanitaire comme au point de vue de l'exploitation, la question n'est pas suffisamment élucidée pour que nous puissions donner un conseil ou même indiquer une tendance. (*Applaudissements.*)

Mr Souschinsky. — Je signale que, depuis le 12 janvier dernier, il existe en Amérique une disposition législative qui oblige tous les chemins de fer à adopter l'attelage automatique, sous peine d'amende.

Mr le Président. — Je crois que nous pourrions résoudre la difficulté en disant simplement : « Il est désirable que la question de l'attelage central automatique soit de plus en plus étudiée. »

Mr Sauvage, *secrétaire principal.* — Il faudrait dire que cette conclusion s'applique au matériel européen, car nous ne pouvons pas dire cela pour le matériel américain.

Mr du Bousquet. — Il est un fait qui doit nous frapper : c'est celui que vient de signaler notre collègue Mr Salomon. Comment, il y a en Amérique, pour l'accrochage et le décrochage des wagons, autant d'accidents qu'autrefois? Mais alors, pourquoi penser que nous pourrions être dans un temps donné amenés à adopter un changement à notre matériel? Dans quel but? Même au point de vue humanitaire, une telle idée ne se justifie pas. Je ne vois donc pas pourquoi nous dirions qu'il faut étudier de plus en plus l'application de l'attelage central.

Mr Doyen, *rapporteur.* — Il ne s'agit pas de l'attelage central, mais de l'attelage automatique. Nous avons des systèmes d'attelage automatique qui sont proposés et qui diffèrent complètement de l'attelage central.

Mr Solacroup. — Messieurs, je vous demande la permission de dire quelques mots à ce sujet. J'ai reçu avant hier une épreuve du rapport provisoire des statisticiens de la *United States Commerce Commission* de Washington; ce rapport renferme des statistiques très intéressantes, mais qui ne permettent malheureusement pas toujours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de distinguer nettement, parmi les accidents survenus au personnel, ceux qui doivent être attribués à l'accouplement et au découplement.

Les chiffres globaux indiquent toutefois une augmentation du nombre des agents tués et des agents blessés depuis le commencement de l'application obligatoire de l'attelage automatique. Il me semble que ces résultats ne sont pas de nature à nous pousser dans la voie de l'accouplement automatique avant que l'expérience ait prononcé d'une manière décisive.

L'application de l'accouplement automatique est déjà très avancée d'ailleurs aux États-Unis. Elle sera probablement complète dans un petit nombre d'années; il me semble que nous pourrions attendre cette application générale pour en tirer des conclusions.

Mr Banovits, Ch. de f. de l'État hongrois. — J'ai aussi connaissance de l'augmentation constatée dans les accidents arrivés au personnel chargé des opérations d'accouplement et de découplement depuis l'application de l'accouplement automatique sur les chemins de fer américains. Toutefois, j'estime qu'il serait inexact d'en conclure que l'augmentation des accidents doit être attribuée à l'accouplement automatique; cette augmentation est plutôt due à ce que, pendant la période de transition, on est encore forcément appelé à accoupler et à découpler les voitures munies de l'accouplement automatique avec des voitures qui ne disposent que du système d'accouplement ancien.

Il convient évidemment d'attendre avant de demander l'introduction générale de l'attelage automatique, mais je ne vois aucun inconvénient à demander au moins que la question soit étudiée; au contraire, nous pourrions recommander cette étude et je propose de dire, comme Mr le président lui-même le disait tout à l'heure : « Il convient d'étudier la question de l'application de l'attelage automatique au matériel européen. »

Mr Solacroup. — Je pense comme Mr Banovits que la question peut être étudiée. On pourrait concilier les différentes manières de voir qui viennent d'être exprimées, en disant qu'il est intéressant d'étudier l'application des attelages automatiques, tout en constatant qu'il est peut-être prématuré d'exprimer des vues sur la valeur de ces appareils.

Mr Sauvage, *secrétaire principal*. — On a objecté qu'il ne s'agissait pas seulement des attelages automatiques et centraux. Pourquoi nous occuperions-nous donc de ces attelages plutôt que des autres? Nous savons que la question n'est pas mûre, nous estimons cependant que l'on ne doit pas s'en désintéresser et nous pourrions simplement dire : « Il est désirable que les divers systèmes d'attelages continuent à être l'objet d'études et d'expériences. »

— Cette rédaction est adoptée.

— La séance est levée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 29 septembre 1900 (après-midi).

PRÉSIDENCE DE Mr ALFRED PICARD.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : Mr L. WEISSENBRUCH.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section*, donne lecture du

Rapport de la 2e section.

(Voir *Bulletin* quotidien de la session, n° 6, p. 4.)

« Mr DOYEN analyse les trois exposés qui ont été rédigés sur la question.

« Il examine d'abord à quelles conditions doit satisfaire un frein à vis ordinaire. Bien souvent, ces freins sont disposés de manière à produire des pressions excessives sur les bandages, malgré la réduction importante de pression résultant des frottements des timoneries.

« En ce qui concerne les guérites abritant le personnel des serre-freins, de grands progrès ont été réalisés depuis quelques années. La guérite complètement fermée est de plus en plus en usage.

« Certaines administrations, notamment en Angleterre, attachent une grande importance à ce que les freins à levier puissent se manœuvrer des deux côtés des véhicules. Dans certains cas, on substitue l'emploi du sabot-frein posé sur le rail à celui des freins à levier ; néanmoins, ceux-ci sont toujours très utiles et il est désirable qu'ils puissent se manœuvrer des deux côtés.

« Dans les freins continus, on constate de grandes différences d'établissement, en ce qui concerne les pressions des sabots sur les bandages. Dans les trains lourds, la nature des attelages, suivant qu'on emploie ou non des barres continues, a une grande importance. Il semble bien que l'attelage continu ait une action défavorable.

« L'application des freins continus aux trains de marchandises est assez étendue aux Etats-Unis ; elle est rare en Europe.

« En ce qui concerne les attelages aux États-Unis, il y a tendance à l'emploi d'un appareil unique, satisfaisant aux conditions tracées par l'Association des *Master Car*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Builders. On peut aussi signaler, en Amérique, l'emploi de tampons latéraux, placés auprès de l'attelage central, surtout dans le matériel à voyageurs.

« En Europe, on remarque le renforcement des attelages depuis un certain nombre d'années. Quelques essais d'un attelage central automatique sont en cours.

« Mr le rapporteur Schützenhofer dépose un projet de conclusions. Mr Salomon (*Est français*) pense, contrairement à ces conclusions, que, s'il y a eu quelques progrès récents apportés aux freins continus, la question du freinage des très longs trains n'est pas résolue complètement. Mr Clérault (*Ouest français*) fait remarquer qu'au point de vue du freinage, il faut bien distinguer les trains de messagerie homogènes et les trains de marchandises à composition variable. Pour les trains de messagerie, l'emploi du frein continu est assez fréquent. D'autres membres de la section parlent dans le même sens. Mr Huberti (*État belge*) fait observer que, lors de la première session du Congrès, toutes les objections produites aujourd'hui ont déjà été faites, mais sans qu'il soit fait de distinction entre les diverses catégories de trains de marchandises. Aujourd'hui, la divergence de vues ne semble plus porter que sur les longs trains de marchandises. Il y a là un progrès évident qu'il importe de signaler.

« La question de la comparaison des attelages à barre de traction continue et des attelages non continus est ensuite discutée. En général, la préférence est donnée à ces derniers.

« Au point de vue du freinage, on a discuté la question d'addition de sabots aux roues du milieu des véhicules à trois essieux, afin d'augmenter le poids freiné des trains. Cette addition, réalisée par plusieurs administrations, ne présente aucun inconvénient. A cette occasion, la section écarte, comme étranger à la question telle qu'elle est posée, l'examen du freinage des bogies de locomotives.

« Relativement aux attelages, Mr Salomon parle de l'importance de la question des attelages automatiques, des difficultés qui se sont produites en Amérique dans leur application, et de la grande différence du matériel américain et du matériel européen, qui rend l'emploi de l'attelage américain en Europe particulièrement délicat. Mr Solacroup (*Orléans*) ajoute quelques détails statistiques sur les attelages automatiques américains et sur les accidents auxquels ils donnent lieu.

« Après des discussions assez longues, la section s'arrête, sur les divers points, aux conclusions qui suivent. »

Mr le Président. — Voici les

CONCLUSIONS.

« Certains progrès ont été apportés récemment aux freins continus, et ces freins « ont été appliqués à certains trains de messagerie; mais aucun système ne paraît « encore applicable, d'une manière générale, en pratique courante, aux longs trains « de marchandises.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le Congrès constate que des sabots ont été ajoutés sans inconvénients aux « essieux du milieu des véhicules à trois essieux par plusieurs administrations, afin « d'augmenter autant que possible le poids freiné des trains.

« Il semble que les ruptures d'attelage soient plus à craindre avec les barres de « traction continues qu'avec les attelages non continus.

« Il est désirable que les divers systèmes d'attelages [et notamment d'attelages « automatiques] (1) continuent à être l'objet d'études et d'expériences. »

Mr le Président. — Dans le questionnaire, on nous pose nettement la question des attelages automatiques.

Je reconnais que l'expérience faite en Europe ne nous permet pas d'émettre un avis en connaissance de cause, mais je suis sûr que le Congrès jugera qu'on répondrait mieux à la question en ajoutant les mots « et notamment d'attelages automatiques » après « les divers systémes d'attelages ».

— Adopté.

Les mots entre crochets ont été ajoutés à la suite de la discussion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e SECTION. — TRACTION ET MATÉRIEL.

[625.24(01)]

QUESTION XVIII.

CAPACITÉ DES WAGONS A MARCHANDISES

(2e ET 3e SECTIONS RÉUNIES.)

Étude de la capacité à adopter pour les véhicules à marchandises, en tenant compte des dépenses d'établissement, d'exploitation et de traction, de la nature du trafic, de l'importance des expéditions par wagon, des courants de transport, etc.

Rapporteurs :

États-Unis. — Mr Loree (L. F.), General Manager, Pennsylvania Lines West of Pittsburg.

Angleterre. — Mr Owens (C. J.), General Manager, London & South Werstern Railway.

Colonies anglaises. — Mr Oliver (Charles), Chief Commissioner, New South Wales Government Railways.

Autriche-Hongrie, Roumanie, Pays-Bas, Luxembourg, Suisse et Allemagne. — Mr de Marx, conseiller ministériel, directeur de l'exploitation des chemins de fer de l'État hongrois.

Autres pays. — Mrs Biard, ingénieur principal du matériel roulant de la Compagnie des chemins de fer de l'Est français, et Schoeller, ingénieur des arts et manufactures, chef adjoint des services commerciaux de la Compagnie des chemins de fer du Nord français.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION XVIII.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Exposé n° 3 (Autriche-Hongrie, Roumanie, Pays-Bas, Luxembourg, Suisse et Allemagne), par Mr DE MARX. (Voir le *Bulletin* de février 1900, 2e fasc., p. 529, et de mai 1900, 1er fasc., p. 2101.) . . . . . XVIII — 3

Exposé n° 4 (pays autres que l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse, l'Allemagne, l'Angleterre et les colonies, les États-Unis), par Mrs BIARD et SCHOELLER. (Voir le *Bulletin* de mars 1900, p. 801.) . . . . . XVIII — 161

Exposé n° 2 (Angleterre), par Mr C. J. OWENS. (Voir le *Bulletin* d'avril 1900, 1er fasc., p. 1139.) . . . . . XVIII — 255

Exposé n° 1 (colonies anglaises), par Mr Charles OLIVER. (Voir le *Bulletin* de juin 1900, 2e fasc., p. 3441.) . . . . . XVIII — 261

Exposé n° 5 (États-Unis), par Mr L. F. LOREE. (Voir le *Bulletin* d'août 1900, 1er fasc., p. 5265.) . . . . . XVIII — 319

Discussion en sections . . . . . XVIII — 421

Rapport des 2e et 3e sections réunies . . . . . XVIII — 435

Discussion en séance plénière . . . . . XVIII — 435

Conclusions . . . . . XVIII — 437

Annexe : Errata à l'exposé n° 3 par Mr DE MARX. . . . . XVIII — 458

N. B. — Voir aussi les tirés à part (à couverture brune) nos 11, 16, 39 et 54.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[625.24(01)]

EXPOSÉ N° 3

(Autriche-Hongrie, Roumanie, Pays-Bas, Luxembourg, Suisse et Allemagne)

Par Mr DE MARX,

CONSEILLER MINISTÉRIEL, DIRECTEUR DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT HONGROIS.

Le choix judicieux de la capacité des wagons à marchandises est une des questions qui, depuis de longues années déjà, préoccupent les administrations de chemins de fer. L'intérêt général qu'on attache à cette question est très compréhensible, si l'on considère que non seulement les chemins de fer eux-mêmes, mais aussi l'agriculture et l'industrie sont des éléments dont il y a lieu de tenir compte dans une mesure à peu près égale; chacun d'eux tenant, en effet, à donner aux wagons à marchandises la capacité qui lui convient le mieux.

C'est notamment à cette circonstance qu'il faut attribuer en partie la cause pour laquelle les principes qui ont successivement présidé à la fixation du tonnage des wagons à marchandises n'ont pas trouvé une adhésion générale, mais ont subi des changements continuels en rapport avec les exigences de l'exploitation en ce qui concerne l'utilisation du matériel roulant.

Sur les premiers chemins de fer anglais, la capacité des wagons à houille a été fixée à un chaldron, soit à 2.65 tonnes; ce tonnage fut adopté aussi sur le premier chemin de fer français de Saint-Étienne à Roanne, dont les wagons à marchandises comportaient une tare de 1.35 tonne seulement.

Sur les chemins de fer allemands, construits plus tard, la capacité des wagons à marchandises était déjà de 4.5 tonnes.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ignorons pour quelles raisons les premiers chemins de fer anglais et français ont adopté une capacité de chargement de 2.65 tonnes, tandis que les chemins de fer allemands n'ont pas hésité à la fixer à 4.5 tonnes.

Les administrations de chemins de fer des divers pays de l'Europe ne tardèrent pas, cependant, à construire des wagons d'une capacité de chargement de 6 à 9 tonnes, et, depuis, le tonnage des wagons à marchandises des différents chemins de fer comporte la plus grande diversité.

Cette circonstance établit clairement que, pour le choix du tonnage des wagons, on s'est inspiré non des principes théoriques, mais bien des conditions pratiques, en les appropriant aux us, coutumes et besoins réels des différents pays.

Ce n'est qu'à partir de l'adoption du système de tarif dit « tarif alsacien », basé sur l'unité de 10,000 kilogrammes, que la plupart des administrations de chemins de fer se virent dans l'obligation d'accommoder leur parc de wagons pour ce tonnage, afin de pouvoir lutter contre la concurrence des chemins de fer disposant déjà d'un matériel roulant plus approprié au nouveau système de tarif et offrant, par suite, une plus grande capacité de transport.

En ce faisant, on comptait sur une diminution des frais d'exploitation résultant de l'emploi de wagons de plus fort tonnage et qui permettrait de consentir des facilités de transport. On ne tarda pas, en effet, à reconnaître, de toutes parts, que le choix judicieux du tonnage des wagons à marchandises est de nature à exercer une influence notable sur le montant des frais d'exploitation et que, partant, il jouait un rôle décisif dans la fixation des tarifs.

Il est notoire que la capacité de tonnage est en connexion intime avec les branches les plus importantes du service de l'exploitation; c'est aussi ce qui explique pourquoi cette question fait l'objet d'études permanentes de la part des hommes compétents. Dans ces conditions, il n'est pas surprenant que le Congrès se préoccupe à nouveau d'une question revêtant toujours un caractère d'actualité, bien qu'elle ait été maintes fois déjà soumise à ses délibérations.

La première fois, elle fut traitée à la session de 1892 à Saint-Pétersbourg; telle qu'elle était formulée, elle était plutôt de nature technique :

« Renseignements techniques relatifs à l'utilisation des voitures et wagons. »

Le rapporteur, M. Cairo, fonctionnaire de la Compagnie des chemins de fer italiens de la Méditerranée, éprouva beaucoup de difficultés pour se procurer les données statistiques et renseignements demandés aux différentes administrations de chemins de fer adhérentes.

Les discussions qui eurent lieu en séance de section, le 25 août 1892, aboutirent aux conclusions suivantes, qui furent soumises à l'approbation de la séance plénière :

« Les renseignements statistiques qui font l'objet de la question XXIII-B ne per-
« mettent pas de déterminer des coefficients moyens d'utilisation. Celle-ci dépend
« des conditions d'établissement et d'exploitation des réseaux et, notamment, du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« nombre des trains, des moyens de camionnage, de la nature et de l'intensité « variable du trafic suivant les époques. »

Nous n'avons guère été plus heureux dans la tâche qui nous incombe, en ce qui concerne la compilation de données statistiques; en effet, sur trente et une administrations adhérentes auxquelles nous avons adressé notre questionnaire, neuf seulement y ont répondu.

Malgré la pénurie des renseignements désirables pour traiter la question à fond et l'élucider, nous essaierons toutefois, en nous basant sur les données dont nous disposons et qui ont fait l'objet d'études laborieuses et approfondies de la part des administrations qui nous les ont fournies, de tirer des conclusions générales qui, si elles ne répondent pas, comme nous l'aurions désiré, au but poursuivi par notre enquête, seront peut-être de nature à faciliter pour l'avenir la solution de la question.

Nous croyons utile, d'ailleurs, de communiquer, sous forme d'annexe, les réponses faites à notre questionnaire par un certain nombre d'administrations adhérentes.

CONCLUSIONS.

Des renseignements communiqués par les administrations adhérentes, il résulte que les chemins de fer ne procèdent encore aujourd'hui qu'avec hésitation et une extrême circonspection à l'emploi de wagons à marchandises de fort tonnage.

Sauf pour une ou deux administrations, on constate qu'en général le passage aux véhicules de fort tonnage n'a lieu qu'à l'occasion de nouvelles acquisitions de matériel roulant; toutefois, il est à noter que l'une des administrations renseigne que l'augmentation de la capacité de chargement a été obtenue à peu de frais et sans grande difficulté par la transformation des véhicules.

Les chemins de fer constituant un organisme qui s'accommode aux exigences toujours croissantes de la vie sociale sont nécessairement obligés de marcher de pair avec les progrès de la civilisation dont, à vrai dire, ils sont aujourd'hui les promoteurs.

Cependant, alors que tous les chemins de fer, y compris ceux disposant de véhicules de moins de 10 tonnes, reconnaissent les notables avantages inhérents à la plus grande capacité des wagons à marchandises et tâchent d'y arriver en s'efforçant d'améliorer le rapport entre le poids mort et le poids utile, — d'où économie, tant dans les frais d'exploitation que dans les frais d'acquisition du matériel roulant, — on voit encore, après cinquante ans, des compagnies de chemins de fer qui se contentent de wagons d'une capacité de chargement de 4.5 à 6 tonnes.

Cette circonstance doit être attribuée seulement aux sérieuses difficultés que rencontre le passage aux véhicules de plus fort tonnage.

Il ressort du tableau ci-annexé que, dans tous les pays dont les chemins de fer font l'objet de notre rapport, la limite de la capacité de chargement ne dépasse pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

15 tonnes et qu'on ne construit guère de wagons d'un tonnage supérieur, que pour des transports tout à fait spéciaux.

Bien qu'à notre connaissance il n'existe pas de conventions tendant à fixer à 15 tonnes la capacité de chargement maximum des wagons à marchandises, il nous a paru intéressant de rechercher les motifs qui ont déterminé les administrations de chemins de fer, placées dans des conditions diverses, à observer un procédé uniforme en ce qui concerne l'adoption de cette limite maximum de chargement des wagons à marchandises. Nous devons avouer que dans les réponses à notre questionnaire, nous n'avons trouvé rien de précis sous ce rapport. Par contre, nous croyons devoir mentionner que, dans les nos 6 et suivants de l'exercice 1891, le *Bulletin de l'Union des chemins de fer allemands* fait d'importantes communications à ce sujet et préconise l'adoption de cette limite de tonnage. Il est probable que les considérations qui militaient alors en faveur de la construction de wagons à marchandises d'une capacité de chargement de 15 tonnes existent encore aujourd'hui, car, ainsi que cela ressort du tableau ci-annexé, les administrations choisissent de préférence ce tonnage lors de l'acquisition de nouveaux véhicules.

Cette publication résume comme suit les motifs qui ont déterminé les administrations à choisir le chiffre de 15 tonnes, comme capacité de chargement maximum des wagons à marchandises :

La capacité de chargement de 12.5 tonnes ne semble guère recommandable, en ce sens que le tonnage divisible par fraction de 5 tonnes paraît mieux convenir au public et au chemin de fer; d'autre part, eu égard à la tendance qui se manifeste d'augmenter notablement la capacité de transport du matériel roulant, le chiffre le plus élevé paraît le mieux approprié, et il en est de même en ce qui concerne les acquisitions courantes de wagons qu'il y aurait lieu d'accommoder immédiatement au tonnage de 15 tonnes.

Le tonnage de 20 tonnes paraît être exclu, attendu que pour les wagons à deux essieux, par exemple, le poids sur essieux (y compris la tare du véhicule) comporterait environ 14 tonnes, ce qui est inadmissible pour les chemins de fer secondaires.

On reproche aux wagons à bogies de former pour ainsi dire deux véhicules compliqués; en outre, la circonstance qu'ils sont d'un accès difficile, notamment dans les diverses parties des bogies, en rend l'entretien courant plus coûteux et plus difficile et, partant, immobilise un grand nombre de véhicules, et, ce qui pis est, ils offrent moins de sécurité, au point de vue de l'exploitation, que les wagons à deux essieux, faciles à contrôler dans toutes leurs parties.

D'autre part, la manutention des wagons à bogies est plus laborieuse pour le public et l'utilisation de leur capacité laisse beaucoup à désirer; bon nombre de raccordements industriels ne leur sont guère accessibles, à cause des petites dimensions des plaques tournantes et des chariots roulants; enfin, la difficulté que comporte l'adaptation d'un frein et l'absence de tiges de traction continues militent peu en faveur de cette catégorie de véhicules.

D'après ce qui précède, les wagons de 15 tonnes à deux essieux avec châssis métalliques paraissent être le type qu'il convient d'adopter.

Si, en ce qui concerne particulièrement l'emploi des wagons à bogies, nous ne partageons pas entièrement l'opinion ci-dessus émise, les données qui ont été mises à notre disposition nous amènent cependant à constater :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Que les administrations observent une certaine réserve en ce qui concerne l'emploi de trucs dans la construction des wagons à marchandises;

2° Que, eu égard aux us et coutumes qui président actuellement aux transports, l'emploi et l'utilisation convenables de wagons d'un tonnage de 20 tonnes et au delà rencontrent des difficultés de la part du public intéressé qui, dans nombre de cas, hésite à se familiariser avec les wagons de 15 tonnes;

3° Qu'enfin, pour les voies industrielles reliées au chemin de fer au moyen de plaques tournantes et de chariots roulants, des wagons à bogies ne peuvent pas être employés ou ne le sont qu'après la transformation coûteuse de ces appareils de la voie.

L'administration qui disposerait d'un grand nombre de wagons d'un tonnage de 20 tonnes et au delà devrait nécessairement travailler continuellement avec deux types de wagons présentant sous ce rapport des divergences très prononcées, ce qui occasionnerait non seulement un surcroît de manipulations, mais aussi de sérieuses difficultés de nature à augmenter les frais d'exploitation.

Dans ces conditions, il convient de ne pas dépasser une limite de tonnage, avec laquelle, en tenant compte des exigences inhérentes à une exploitation économique, il soit possible d'utiliser convenablement les installations et appareils de la voie.

C'est là, vraisemblablement, le motif pour lequel le tonnage de 15 tonnes est, pour ainsi dire, considéré et adopté aujourd'hui comme tonnage normal pour les wagons faisant l'objet de nouvelles acquisitions.

Ce tonnage s'est, d'ailleurs, sous tous les rapports, assez bien comporté en pratique.

Au point de vue de leur construction proprement dite, les wagons de fort tonnage ont répondu à toutes les attentes, ainsi que cela ressort des tableaux ci-annexés.

En effet, tandis que dans les wagons de 10 tonnes le bois constituait les parties les plus importantes du châssis, il a été remplacé par le fer dans les wagons de plus fort tonnage. Cette innovation permet d'obtenir une plus grande sécurité dans l'exploitation, sans que les frais d'entretien accusent, de ce chef, quelque augmentation. Bien au contraire, par l'emploi du fer sur une plus grande échelle et par les détails de construction mieux appropriés à une plus grande capacité de transport, le stock des véhicules en réparation accuse un chiffre moins élevé, abstraction faite de ce que, par l'emploi de wagons d'un plus fort tonnage, on n'a besoin que d'un moins grand nombre de véhicules et que, par suite, la probabilité d'accidents, tels que : chauffage de boîtes, ruptures de trains, ruptures de chaînes d'attelage, se trouve relativement réduite.

De même, un examen comparatif des données renseignées aux tableaux fait ressortir que, pour les wagons de fort tonnage, les éléments qui jouent un rôle décisif dans l'application de la question se sont améliorés.

Ce fait est corroboré par la comparaison détaillée des données relatives aux wagons de 10 et de 15 tonnes. Nous voyons, en effet, qu'en ce qui concerne les wagons découverts, les wagons de 15 tonnes accusent, par rapport aux wagons de 10 tonnes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de même type, une augmentation de 50 p. c. du tonnage, de 45 à 50 p. c. de la surface de chargement; par contre, la longueur du véhicule ne s'est accrue que de 25 p. c. et sa tare de 5 à 22 p. c.; il s'ensuit que, par tonne de capacité de charge, le poids brut accuse une diminution de 12 à 30 p. c., et le prix d'acquisition, une réduction de 12 à 34 p. c.

En comparant les wagons fermés de 10 et de 15 tonnes, on obtient des rapports analogues, de sorte qu'au point de vue d'une exploitation économique, l'adoption de wagons de 15 tonnes semble tout à fait justifiée.

D'après ce qui précède, et vu qu'il résulte des renseignements qui nous sont parvenus, qu'une fois les premières difficultés vaincues, les wagons de 15 tonnes ne présentent pas d'inconvénients, tant en ce qui concerne l'entretien que la manutention, on peut hardiment avancer que, même sous le rapport de la construction proprement dite, ces wagons ne peuvent être qu'avantageux pour les chemins de fer. Il y a lieu d'ajouter que, par tonne de chargement, le prix de revient des wagons de 15 tonnes est notablement inférieur à celui des wagons de 10 tonnes.

Un autre avantage des wagons de fort tonnage, c'est que leur emploi sur une grande échelle permet de réduire la longueur et le nombre des trains. Cette dernière circonstance aurait aussi pour effet d'assurer, sous bien des rapports, de sérieux avantages au service de l'entretien, notamment en ce qui concerne la surveillance et les travaux d'entretien courant de la voie, eu égard au plus grand intervalle qui existerait entre la circulation des trains. D'un autre côté, la plus grande charge d'essieux, inhérente aux wagons de plus fort tonnage, ne serait pas de nature à fatiguer davantage la voie, attendu que cette charge d'essieux des wagons est notablement moindre que la charge d'essieux des locomotives.

Ce que nous venons d'exposer établit clairement qu'au point de vue technique, c'est-à-dire sous le rapport de la manière dont ils se comportent et de leur emploi dans l'exploitation, de même qu'au point de vue de l'entretien courant des wagons et du service de l'entretien de la voie, les wagons de fort tonnage sont plus avantageux que ceux de 10 tonnes.

Ces éléments, quelque importants qu'ils soient, ne sauraient cependant être prépondérants en ce qui concerne le choix du tonnage. Ce ne sont, en somme, que des circonstances secondaires qui, en principe, sans doute, influent sur la solution de la question, mais dont l'importance disparaît devant les considérations afférentes à la question des frais d'acquisition, à la manière dont se comportent les véhicules au point de vue de la traction et de l'exploitation, ainsi qu'à l'influence de leur tonnage sur les tarifs.

En vue d'élucider autant que possible la question qui nous occupe, nous estimons qu'il convient de soumettre ces dernières considérations à un examen aussi approfondi que nous le permettent les renseignements mis à notre disposition.

En premier lieu, nous traiterons la question des frais d'acquisition des wagons.

Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer plus haut, le tableau A montre que, par rapport à celui des wagons de 10 tonnes, le prix de revient des wagons de plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fort tonnage accuse, par tonne de capacité de charge, une diminution de 12 à 34 p. c., soit en moyenne de 25 p. c.

Si l'on doit tenir compte de ce que les frais d'acquisition sont aussi influencés par des circonstances qui, à proprement parler, sont tout à fait étrangères au service des chemins de fer (telles que : élévation des prix des fers et des salaires des ouvriers, situation du marché par suite de la concurrence des établissements de construction de wagons), il ne faut pas oublier, d'autre part, que ces circonstances sont d'égale influence, qu'il s'agisse de wagons de 10 tonnes ou de wagons d'un tonnage supérieur.

Telle qu'elle est indiquée par le tableau A, la réduction relative des frais d'acquisition afférente aux wagons de tonnage supérieur constitue un rapport fixe dont il y a toujours lieu de tenir compte dans le calcul. Nous pouvons donc affirmer qu'en cas d'acquisition de wagons de tonnage supérieur, on peut, avec la même somme, obtenir une capacité de tonnage de 25 p. c. plus élevée que si on affectait cette somme à l'acquisition de wagons de 10 tonnes.

Dans ces conditions, si, par exemple, on voulait augmenter de 1,500 tonnes la capacité de transport d'un parc de wagons, on devrait faire l'acquisition soit de 150 wagons de 10 tonnes, soit de 100 wagons de 15 tonnes de capacité de charge et, d'après les données qui nous ont été communiquées, les frais d'acquisition de ces derniers véhicules seraient de 25 p. c. meilleur marché.

Ce ne sont pas là les seuls avantages des wagons de fort tonnage. En effet, par suite de la moindre longueur des trains, les voies affectées aux manœuvres des trains de marchandises peuvent être plus courtes; de même, les ateliers qui, dans une certaine mesure, sont en connexion intime avec le nombre des wagons, peuvent être établis dans de plus petites dimensions; enfin, les trains formés de wagons de plus fort tonnage exigent un personnel moins nombreux. D'autre part, il est possible d'utiliser la force entière de traction des locomotives, quand cela ne pouvait guère se faire avec les wagons de 10 tonnes, par suite du peu de développement des voies affectées au croisement des trains.

En ce qui concerne la question de savoir dans quelle mesure la résistance au roulement s'amoindrit, avec les wagons de fort tonnage, dès qu'il y a égalité de rapport entre la charge utile et le poids mort, nous ne disposons de données que d'une seule administration.

Bien que les expériences faites à ce sujet n'aient pas fourni de résultats positifs, nous sommes, pour ainsi dire, en mesure de pouvoir affirmer que, pour les wagons de 15 tonnes, la résistance au roulement par tonne de charge utile est de 10 p. c. moindre que pour les wagons de 10 tonnes.

Une autre question, non moins importante, est celle de connaître l'influence qu'exerce l'emploi des wagons de fort tonnage sur la force de traction des locomotives.

A ce sujet, le tableau A nous fait voir que le rapport entre la charge brute et la charge nette est beaucoup plus favorable pour les wagons de fort tonnage que pour ceux de 10 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur les lignes où le nombre admissible des essieux est limité, on aura à enregistrer une meilleure, voire même, dans certains cas, une entière utilisation de la force de traction des locomotives.

Les trains formés de wagons de fort tonnage, et partant de longueur moindre, manœuvrent en moins de temps, ce qui permet non seulement de réduire la durée des arrêts dans les stations, mais aussi celle du transport des marchandises et d'augmenter, par là même, la capacité totale de transport du chemin de fer.

On ne pourra guère tirer profit de tous les avantages que nous venons d'énumérer que lorsque l'emploi des wagons de fort tonnage (15 tonnes) ne constituera plus, comme aujourd'hui, une exception, mais bien la règle générale.

Avec l'effectif actuel des wagons de 15 tonnes, les avantages d'exploitation inhérents à ces véhicules consistent surtout, ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, dans la plus grande facilité des manœuvres ainsi que dans la réduction du personnel des trains du fait même de l'augmentation du poids freiné par unité de freinage; en outre, vu le moins grand nombre de wagons qui entrent dans la formation des trains, les manutentions afférentes à l'inscription, l'étiquetage, le plombage et le nettoyage des wagons sont réduites.

En ce qui concerne la possibilité de pourvoir aux besoins du trafic, la situation est notablement plus favorable pour les wagons de fort tonnage, vu qu'avec deux wagons de 15 tonnes on obtient le même résultat qu'avec trois wagons de 10 tonnes. Cette dernière circonstance entre surtout en ligne de compte lors des forts transports, parce qu'elle contribue, dans une notable mesure, à activer les expéditions et permet par conséquent d'obtenir une meilleure utilisation du matériel fixe et du matériel roulant des chemins de fer.

Quant à la question de savoir si tous les avantages qu'offrent les wagons de fort tonnage auraient pour conséquence un abaissement général des tarifs dans l'avenir, on ne saurait guère y répondre aujourd'hui, notamment avec les données mises à notre disposition; toutefois, il est à noter que des réductions de prix sont parfois concédées à la condition que les transports soient expédiés exclusivement dans des wagons de 15 tonnes, cette circonstance établit clairement la relation intime qui existe entre la capacité de tonnage, les frais d'exploitation et les tarifs.

Ce qui, actuellement encore, constitue une exception peut devenir une règle dès que l'emploi des wagons de fort tonnage deviendra général.

Il n'y a pas de doute qu'alors on n'aura plus à lutter contre les difficultés que provoque encore dans certains trafics l'emploi de wagons de 15 tonnes, les tarifs en vigueur étant établis d'après une capacité de charge de 10 tonnes.

La mise en circulation de wagons de fort tonnage a immédiatement fait reconnaître que les dispositions des règlements en vigueur sont insuffisantes pour déterminer le public à se familiariser avec la condition de l'utilisation complète de la charge du véhicule de fort tonnage.

On a bien cherché à remédier à cet inconvénient par la modification des dispositions de tarif y afférentes, en ce sens qu'au lieu de subordonner la concession de prix

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réduits accordée pour les transports en masse de certains articles, à la condition d'une expédition d'au moins 10,000 kilogrammes, on a stipulé l'utilisation complète de la capacité de charge du véhicule. En ce faisant, on a provoqué de nouvelles difficultés d'ordre secondaire, en ce sens que certains de ces articles ayant un poids spécifique moindre, on n'a pu, tout en satisfaisant à la condition d'utilisation entière du volume, réaliser en même temps une utilisation égale du tonnage du véhicule.

A l'appui de ce que nous venons de dire, nous citerons la betterave à sucre, qui constitue un article important de transport pour les chemins de fer.

Pour ces transports, auxquels on affecte notamment des wagons à charbon de 15 tonnes, il arrive, parfois, qu'on ne parvient pas à utiliser entièrement la capacité de tonnage de ces véhicules. Il en résulte des réclamations de la part des intéressés, de sorte que, pour les betteraves et des autres articles de ce genre spécialement désignés, on a dû recourir à un expédient tendant à calculer les frais de transport d'après les prix les plus bas, savoir : d'après le poids effectif du chargement, dès que le volume de chargement du wagon de 15 tonnes est entièrement utilisé.

L'application d'une mesure analogue a été reconnue nécessaire sur les chemins de fer secondaires où le profil des rails n'est pas à même de supporter le poids d'essieu d'un wagon de 15 tonnes, utilisé suivant son tonnage.

Ces mesures ont permis de vaincre la majeure partie des difficultés qui, tout d'abord, s'opposèrent à l'emploi des wagons de 15 tonnes et déjà maintenant le public reconnaît, petit à petit, les avantages qu'offrent ces véhicules. Il y a lieu d'ajouter que les taxes de pesage, de stationnement, ainsi que les frais de remise des wagons sur les voies industrielles restent les mêmes, quel que soit le tonnage des wagons.

D'autre part, eu égard à leur plus grand espace de chargement, les wagons de fort tonnage offrent aussi, en général, plus d'avantages au public en ce qui concerne les tarifs, notamment quand il s'agit de marchandises encombrantes ou de colis de détail, et déjà les intéressés commencent à s'en servir, de préférence pour certains articles dont les prix de transport dépendent de la remise à l'expédition d'une quantité minimum.

Enfin, la circonstance qu'avec les wagons de fort tonnage, les besoins en matériel roulant sont plus facilement satisfaits, notamment lorsqu'il s'agit de forts transports, offre aussi de sérieux avantages, non seulement à l'administration du chemin de fer, mais aussi au public.

En présence de tous ces avantages qui, d'après ce que nous venons d'exposer, ressortent de l'emploi des wagons de fort tonnage, il est compréhensible que l'emploi de pareils véhicules s'accentue de plus en plus, sinon rapidement, au moins d'une manière continue.

C'est ainsi que lorsque de nouvelles acquisitions de matériel roulant paraissent nécessaires pour faire face à des transports importants, la plupart des administrations ont décidé, en principe, de ne construire désormais que des wagons de 15 tonnes; d'autres administrations, sans prendre une attitude aussi catégorique, procèdent cependant d'une manière analogue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet état de choses est le mieux caractérisé par le tableau D ci-après. Il ressort, en effet, des renseignements contenus dans ce tableau, que, presque sans exception, le tonnage moyen des wagons accuse une progression lente mais croissante.

Si maintenant nous comparons ces données à celles malheureusement par trop parcimonieuses du tableau E, on voit que l'utilisation moyenne du tonnage des wagons marche pour ainsi dire de pair avec l'accroissement du tonnage moyen.

Cette dernière circonstance mérite surtout d'être prise en considération, attendu que le coefficient d'exploitation dépend en grande partie de l'utilisation plus ou moins complète de la capacité de charge du wagon.

Or, si l'emploi de wagons de fort tonnage est de nature à favoriser réellement une meilleure utilisation des wagons, ce résultat suffit à lui seul pour motiver le passage aux véhicules de 15 tonnes, qui semblent répondre le mieux aux intérêts communs des administrations et du public.

D'après ce qui précède, nous voyons que par l'emploi de wagons de ce tonnage, le coefficient d'exploitation, l'élément le plus important peut-être, de même que les autres éléments qui, ainsi que nous l'avons fait ressortir, doivent être pris aussi en considération, sont susceptibles de s'améliorer dès que les difficultés, en somme non invincibles, de l'état transitoire actuel disparaîtront.

C'est pourquoi nous croyons qu'il y a lieu de recommander au Congrès l'acceptation de la résolution suivante :

PROJET DE RÉSOLUTION.

« Les wagons de fort tonnage offrant des avantages, tant aux administrations de « chemins de fer qu'aux particuliers, il y a lieu d'en favoriser l'emploi dans la plus « large mesure possible. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE I.

RÉPONSES DES ADMINISTRATIONS DE CHEMINS DE FER AU QUESTIONNAIRE DÉTAILLÉ RELATIF A LA QUESTION XVIII.

A. — *Transport des marchandises en P. V.*

I. — CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU MATÉRIEL.

QUESTION 1.

Prière de remplir les tableaux A, B, C, ci-annexés, dont les indications relatives aux conditions techniques d'établissement des wagons à marchandises ont pour but de donner une monographie succincte des principaux types en usage.

QUESTION 2.

Remplir également le tableau D qui donne la classification de l'ensemble du matériel spécialement au point de vue du tonnage. — Établir cette situation d'année en année, en remontant le plus loin possible ou tout au moins de cinq en cinq ans, et si possible, à des intervalles plus rapprochés dans les dix dernières années.

QUESTION 3.

Établir, s'il y a lieu, des tableaux A', B', C', D', pour les wagons appartenant à des particuliers, mais admis à circuler sur le réseau.

Les renseignements fournis par les administrations sont reproduits dans les tableaux A, B, C, D (annexes II à IX).

QUESTION 4.

Faire ressortir, pour chacune des principales catégories spécifiées par les tableaux A, B, C, les motifs qui ont déterminé les époques à partir desquelles on a cessé de construire des véhicules d'un modèle déterminé pour passer à un véhicule de même catégorie, mais d'une capacité de transport supérieure. Plus-value de la dépense de premier établissement pour passer d'un type au suivant de capacité plus forte.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne pouvons nous prononcer à ce sujet qu'en ce qui concerne les wagons à deux essieux affectés aux transports de charbon et aux transports de bois. Depuis 1893, on ne se sert plus, pour ces transports, que de wagons de 15 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

On a commencé, en 1885, à construire des wagons de fort tonnage (15 tonnes) à bords rabattants pour le transport de charbons, betteraves et planches ; l'année suivante on a construit des wagons à charbon de 15 tonnes, avec bords fixes ; depuis, tous les wagons à charbon et aussi d'autres wagons découverts ont presque tous été construits pour une capacité de chargement de 15 tonnes, sauf les wagons à traverses pivotantes pour lesquels on a adopté un tonnage de 11.5 tonnes et pour les wagons découverts à quatre essieux appropriés à un tonnage de 20 à 25 tonnes.

L'augmentation du tonnage des wagons découverts avait en vue l'amélioration du rapport entre le poids mort et le poids utile, et partant la réalisation d'une notable économie des frais d'exploitation et une réduction de l'effectif des wagons.

En 1888, on a procédé à la construction de wagons à marchandises d'une plus grande capacité de chargement, soit de wagons à quatre essieux, comportant une capacité de 70 mètres cubes et un tonnage de 15 tonnes.

Ces véhicules, destinés aux tranports de marchandises encombrantes mais d'un poids spécifique relativement peu important, permettent, au point de vue des tarifs, une meilleure utilisation de leur capacité de transport.

En 1891, on a commencé la construction de wagons couverts de 15 tonnes à deux essieux et d'une capacité de 50 mètres cubes reconnus avantageux pour l'expédition des colis de détail.

Depuis 1897, nous construisons des wagons couverts de 15 tonnes à deux essieux, d'une capacité de 35 mètres cubes, répondant à peu près au tonnage des véhicules des chemins de fer russes, affectés aux transports de céréales et satisfaisant d'autre part à des mesures de tarifs.

En ce qui concerne la plus-value de la dépense de premier établissement, pour passer d'un type au suivant, d'une capacité plus forte, on ne saurait fournir de données positives, eu égard à la divergence qu'accusent les frais d'acquisition des diverses fournitures de matériel roulant, par suite de la diversité des influences auxquelles elles sont parfois soumises.

Comme types de wagons susceptibles d'une comparaison, il y a lieu d'indiquer :

a) Wagon plate-forme (à bords) avec frein, comportant une capacité de charge de 12 tonnes : coût, 2,100 florins (4,368 francs) (1894) ; une capacité de charge de 15 tonnes : coût, 2,200 florins (4,576 francs) (1885).

b) Wagon couvert à deux essieux d'une capacité de 35 mètres cubes, comportant :

1° Une capacité de chargement de 10 tonnes : coût, 2,100 florins (4,368 francs), avec frein ; sans frein, 1,825 florins (3,796 francs) (1896) ;

2° Une capacité de chargement de 15 tonnes : coût, 2,140 florins (4,451 francs), avec frein ; 1,875 florins (3,900 francs) sans frein (1897).

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Pour faire face aux exigences du trafic sur les chemins de fer à voie unique, le nombre des essieux des trains de marchandises a été augmenté jusqu'au maximum compatible avec les conditions de déclivités et des courbes de ces lignes.

Cependant, pour réduire la longueur des trains par rapport aux stations existantes, on ne s'est occupé tout d'abord que de la construction des wagons à charbon de fort tonnage, soit des wagons de 15 tonnes auxquels on a donné la longueur des wagons de tonnage inférieur.

Les chemins de fer du Nord-Ouest autrichien n'ont procédé à la construction des wagons de fort tonnage que depuis 1890-91.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les frais de revient d'un wagon à charbon de fort tonnage avec frein sont d'environ 412 florins (857 francs), et pour un véhicule sans frein, d'environ 156 florins (325 francs) supérieurs à ceux que comporte la construction d'un wagon à charbon de tonnage inférieur, dans les mêmes conditions.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Dans les tableaux A, B et C, on a indiqué, sous la dénomination types courants, tant les types de wagons de 10 tonnes d'anciennes livraisons que ceux de 15 tonnes de livraisons plus récentes.

La construction des wagons de tonnage supérieur remonte à l'année 1890, elle porte surtout sur les wagons découverts et couverts affectés aux forts transports, ainsi que sur les wagons à charbon auxquels on a donné une capacité de chargement de 15 tonnes, tandis que les wagons destinés aux transports de bois ont été appropriés à un tonnage de 12.5 tonnes.

A partir de 1890, on n'a construit qu'exceptionnellement des wagons de 10 tonnes.

Le but qu'on s'est proposé d'atteindre en passant des wagons de capacité moindre aux wagons de fort tonnage, était surtout d'arriver à une amélioration entre le poids mort et le poids utile.

L'augmentation de la surface de charge a été obtenue sans notables difficultés de construction ; on s'est surtout attaché à l'emploi sur une plus grande échelle de matériaux plus résistants, notamment du fer fondu (dit *Flusseisen*), pour la construction du châssis et de la caisse du wagon.

La plus-value des frais de construction enregistrée du fait du passage des wagons de 10 tonnes à ceux de 15 tonnes, comporte en moyenne 9 à 10 p. c. du prix d'acquisition des wagons en général, et 2.5 p. c. pour les wagons affectés aux transports de bois et construits avec une capacité de charge de 12.5 au lieu de 10 tonnes.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

En 1897, nous avons fait construire, pour être affectés aux transports de rails de 12 mètres de longueur, 50 wagons de 25 tonnes.

En ce qui concerne les frais d'acquisition des véhicules, nous ne saurions fournir à ce sujet des données permettant de faire une comparaison judicieuse.

SUISSE.

Chemin de fer rhétique.

Observation générale. — Tous les wagons à marchandises comportent le même tonnage de 10 tonnes.

QUESTION 3.

A-t-on augmenté, par voie de transformation, la capacité de transport de certaines séries de véhicules existants ?

Par quel moyen ? — Quels organes ont été renforcés, remplacés ou ajoutés ? Prix de revient de la transformation. — Rapport de cette dépense au prix unitaire du véhicule neuf, défalcation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faite des frais d'entretien normalement effectués au moment de la transformation, mais indépendants de cette transformation.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne procédons pas à la transformation de wagons de moindre capacité de chargement en wagons de plus fort tonnage.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Non. Nous ne nous sommes procurés des wagons de plus grande capacité de charge que par la commande de nouveaux véhicules en remplacement d'anciens, mis à la réforme.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

On a procédé à l'augmentation de capacité de transport des types de wagons ci-après indiqués :

a) Wagons découverts : plates-formes et wagons à bords, portés de 12 à 13 tonnes ;

b) Un certain nombre de wagons couverts à deux essieux ont été portés de 10 à 12.5 tonnes de capacité.

Les essieux et le châssis ayant été reconnus suffisamment forts, on n'a procédé qu'au renforcement des ressorts formés de onze feuilles (1,000 × 100 × 10 millimètres), ce qui a occasionné une dépense de 40 à 50 florins (83.20 francs à 104 francs); de sorte qu'en dehors de cette adaptation, l'augmentation n'a consisté, en somme, qu'à changer les inscriptions du tonnage.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Pour arriver à une augmentation de tonnage, nous ne procédons pas à la transformation d'anciens types de wagons.

Il y a environ vingt ans, la Jonction Sud-Nord allemande a, pour des raisons de tarif, réduit de 10 à 8 tonnes la capacité de chargement d'environ 50 wagons couverts, en vue de permettre une meilleure utilisation des wagons affectés au transport de marchandises d'un poids spécifique moindre, telles que laine, lin teillé, etc.

Au fur et à mesure de leur mise à la réforme, ces wagons ont été remplacés par des wagons de 10 tonnes, de sorte qu'à la fin de 1897, il n'existait plus, sur ce chemin de fer, que 18 wagons de 8 tonnes.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

En général, le parc actuel des wagons à marchandises n'a pas subi de transformation en vue d'obtenir une plus grande capacité de charge, sauf pour quelques wagons-réservoirs de 10 tonnes qui ont été transformés en wagons de 12.5 tonnes par la simple modification de l'inscription du tonnage, eu égard à ce que la contenance de ces wagons, qui sont, en général, affermés à des particuliers et servent au transport de liquides d'un poids spécifique moindre que celui des transports de liquides pour lesquels ils avaient été construits, n'était pas entièrement utilisée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Non.

II. — CONSÉQUENCES DE L'EMPLOI DU MATÉRIEL DE GRANDE CAPACITÉ SUR L'ENTRETIEN DU MATÉRIEL.

QUESTION 6.

Indiquer la dépense supplémentaire annuelle d'entretien des wagons de capacité de transport supérieure par rapport aux wagons de même catégorie de capacité moindre.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne saurions donner de chiffres en ce qui concerne cette dépense.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Nous ne tenons pas d'attachements spéciaux à ce sujet.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Nous ne disposons pas d'attachements spéciaux à ce sujet.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Sur les lignes du Nord-Ouest autrichien et de la Jonction Sud-Nord allemande, les frais d'entretien des wagons n'étant pas enregistrés par catégories de wagons, il n'est pas possible, sous ce rapport, d'établir de comparaison entre les frais d'entretien de wagons de capacité de transport supérieure et ceux afférents à l'entretien de véhicules de même catégorie de capacité moindre.

Ces frais ne doivent d'ailleurs pas différer de beaucoup.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne tenons pas d'attachements spéciaux à ce sujet; d'ailleurs, nous sommes d'avis que ces frais ne doivent pas accuser d'écarts sensibles.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Les wagons de grande capacité ne sont en usage dans notre administration que depuis très peu de temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les frais de réparation sont peu importants et, à notre avis, une comparaison n'offrirait aucun intérêt.

QUESTION 7.

Indiquer les modifications que l'augmentation de capacité de transport a pu motiver pour certaines installations d'ateliers; voies d'accès, plaques, chariots, fosses de visite, bascules de tarage, engins de levage, etc.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Nous n'avons aucune modification à enregistrer, les wagons de 15 tonnes et au delà ne représentent que 12.3 p. c. de la totalité des véhicules que comporte le parc des wagons à marchandises.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

L'augmentation de la capacité de transport des wagons à marchandises a nécessité le prolongement des chariots roulants, l'acquisition de plus forts engins de levage, l'installation de roulement de voie et de fosses de visite.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

A vrai dire, l'augmentation de la capacité de transport n'a pas entraîné de notables modifications.

On s'est procuré des engins de levage et autres appareils mieux appropriés à la manutention de wagons de fort tonnage, à l'occasion de nouvelles acquisitions de matériel.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Nous n'avons pas de ce chef à signaler de modification dans les ateliers, vu que les wagons de fort tonnage ont le même écartement de roues que les véhicules de capacité de transport normale.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

L'augmentation de la capacité de transport des wagons à marchandises n'a pas donné lieu à la modification des installations des ateliers.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Nous avons dû poser des voies qui conduisent directement dans les bâtiments des ateliers, et il est probable que d'autres modifications seront nécessaires dès que nous augmenterons le nombre des wagons de grande capacité de transport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 8.

Les nombres des chauffages de boîtes, de ruptures d'attelages et autres incidents divers ont-ils augmenté du fait de l'emploi des wagons de grande capacité?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

On n'a pas constaté d'augmentation du nombre des chauffages de boîtes, ruptures de trains et ruptures d'attelages.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Depuis l'emploi des wagons de grande capacité, on n'a pas eu à enregistrer d'augmentation du nombre des chauffages de boîtes.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

On n'a pas eu à enregistrer d'augmentation du nombre des chauffages de boîtes ou autres incidents divers du fait spécial de l'emploi des wagons de grande capacité.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Eu égard au nombre relativement peu élevé de wagons de grande capacité du chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande, savoir : 273 wagons, dont 265 wagons de 15 tonnes et 8 wagons de 17.5 à 22.5 tonnes, soit environ 3.9 p. c. du parc des wagons à marchandises comportant en totalité 6,974 véhicules, et vu d'autre part qu'on ne dispose pas de données de nature à préciser depuis quand et combien de wagons étrangers de fort tonnage circulent sur les lignes du chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande, nous ne saurions répondre à cette question.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

D'après l'expérience que nous en avons faite jusqu'ici, les cas de chauffage de boîtes, ruptures d'attelages et autres incidents divers n'ont pas augmenté, bien au contraire. Comme l'emploi des wagons de grande capacité implique une réduction de longueur des trains, d'où réduction du nombre des boîtes d'essieux et des organes d'attelages, il s'ensuit que la probabilité de pareils incidents est notablement réduite.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Le nombre des wagons de grande capacité étant relativement très restreint par rapport à l'ensemble des véhicules du parc du matériel roulant, nous n'avons pas constaté de divergence sous ce rapport.

---

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 9.

Les wagons de grande capacité sont-ils susceptibles de recevoir leur pleine charge dès le premier voyage effectué après une opération de levage ou de revision des organes de roulement; ou réduit-on, au contraire, le tonnage pour les premiers voyages effectués sous charge?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Après une réparation importante, on réduit la charge à la moitié du tonnage pour le premier voyage.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Les nouveaux wagons à marchandises ne doivent, en général, effectuer leurs premiers 700 kilomètres de parcours qu'avec une charge de 50 p. c. de leur tonnage.

La charge des wagons à marchandises dont les coussinets ont été réfectionnés ne doit pas comporter plus de 50 p. c. du tonnage du wagon, lors du premier voyage d'un parcours d'au moins 100 kilomètres.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Après les opérations de revision, les wagons découverts sont, en général, chargés suivant leur tonnage normal, tandis que, lors du premier voyage, la charge des wagons couverts ne doit pas d'ordinaire dépasser 70 p. c. du tonnage du véhicule.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Sauf les wagons à charbon qui, en règle générale, retournent à vide aux charbonnages, les wagons soumis à une revision sont, de même que les wagons neufs, munis d'étiquettes portant l'inscription :

« Wagon n°. . . Au premier voyage, la charge doit comporter au maximum 6,000 kilogrammes. »

Cette étiquette ne peut être enlevée qu'après que le wagon a effectué un parcours de 80 kilomètres, soit à vide, soit avec une charge comportant moins de 6,000 kilogrammes.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Il est de règle qu'après l'échange des boîtes d'essieux, pour quelque motif que ce soit, le premier voyage des wagons s'effectue avec une charge ne devant pas dépasser 50 p. c. du tonnage normal. Cette disposition de principe est rigoureusement observée.

Par contre, si l'apposition des nouvelles boîtes d'essieux s'est faite avec toute la précision voulue dans les ateliers et ne laisse absolument rien à désirer, il n'y a pas d'inconvénient à ce que le wagon soit chargé suivant son tonnage normal; le principal est que la pression spécifique sur la fusée des essieux ne dépasse pas 30 atmosphères, soit 30 kilogrammes par centimètre carré.

Dans ce cas, avec un graissage convenable et un montage précis des coussinets et des boîtes à graisse, l'expérience prouve que tout chauffage de boîtes est impossible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Après revision, les wagons ne sont chargés, au premier voyage, qu'à raison de 50 p. c. de leur tonnage normal.

QUESTION 10.

Les conditions de freinage ont-elles été modifiées pour les wagons de fort tonnage munis soit du frein à vis, soit du frein à levier à un ou plusieurs sabots ?

Quelle est la proportion usuelle de l'effort d'application des sabots par rapport au poids sur rails à vide et sous charge ?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Les conditions de freinage n'ont pas été modifiées pour les wagons de fort tonnage.

La pression des sabots sur les bandages des roues comporte 80 à 85 p. c. du poids sur rails à vide et 20 à 25 p. c. du poids sous charge.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Le frein à vis ordinaire est également employé pour les wagons de grande capacité et, depuis plusieurs d'années, on applique deux sabots par roue.

L'effort d'application des sabots comporte, pour les wagons à marchandises, 85 p. c. du poids sur rails à vide et environ 50 p. c. du poids sous charge.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

La plupart des wagons de grande capacité munis de freins, tant les wagons découverts que les wagons couverts, disposent d'un frein à vis à quatre sabots.

Seuls, les wagons à charbon construits en 1898 et les wagons couverts déjà mentionnés plus haut, d'une capacité de 50 mètres cubes, sont munis d'un frein à vis à huit sabots.

En général, l'effort d'application des sabots comporte 25 à 30 p. c. en moyenne du poids sur rails sous charge et 75 à 90 p. c. en moyenne du poids sur rails à vide.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Les freins n'ont pas été modifiés pour les wagons de fort tonnage.

L'effort d'application des sabots comporte, pour les wagons à charbon de fort tonnage, 118 p. c. du poids sur rails à vide et 39 p. c. du poids total sous charge.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Les wagons à marchandises du type de 10 tonnes disposent d'un frein à vis à main au moyen duquel les roues sont freinées d'un seul côté par quatre sabots qui agissent de deux côtés sur les paires de roues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'effort d'application des sabots par rapport au poids sur rails à vide et sous charge, en admettant que le serre-frein exerce sur la vis du frein un effort de 2,500 kilogrammes, comporte :

Pour les wagons couverts de 10 tonnes	52 p. c.
— — de 15 —	70 —
Pour les wagons découverts à hauts bords de 10 tonnes . . .	54 —
— — — de 15 — . . .	73 —

A l'état vide, la pression exercée par le frein peut dépasser le propre poids du véhicule, tant pour les wagons de 10 tonnes que pour ceux de 15 tonnes.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Pour les wagons à bogies, nous employons le frein à vis ; on exerce une pression de 10 kilogrammes sur la manivelle du frein, d'où il résulte un effet utile d'environ 50 p. c. sur les sabots du frein du véhicule sous charge.

QUESTION 11.

A-t-on éprouvé, depuis l'emploi des wagons de grande capacité, des difficultés particulières de réparation sur place et de remise en état de circulation des wagons réformés sous charge sur les voies de l'exploitation?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Non.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

La réparation, sur lieu et place et dans les ateliers, de wagons de grande capacité, sous charge, est moins facile qu'à vide ; à l'aide d'engins de levage convenables, elle n'a donné lieu à aucun inconvénient.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Nous n'avons pas eu à enregistrer de difficultés particulières du fait de la réparation sur lieu et place des wagons de grande capacité à l'état chargé.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Non.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Dans les premiers temps de l'emploi des wagons de grande capacité, on a eu à enregistrer de ce chef quelques difficultés par suite du manque d'engins de levage convenables ; depuis qu'on en dispose, ces difficultés ont entièrement disparu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Jusqu'à présent, nous n'avons pas eu, sous ce rapport, un seul cas à enregistrer; les seules difficultés qui se soient présentées ont trait au levage, mais elles ont disparu par la décharge partielle du wagon.

III. — CONSÉQUENCES DE L'EMPLOI DU MATÉRIEL DE GRANDE CAPACITÉ AU POINT DE VUE DU SERVICE DE LA TRACTION.

—

QUESTION 12.

Donner des renseignements sur les expériences ou constatations qui ont pu être faites en vue de comparer, à l'égalité de charge utile, la résistance au roulement, soit de deux wagons de même catégorie, l'un de grande capacité et l'autre de capacité moindre, soit de coupures de trains ou de trains entiers respectivement formés de ces véhicules.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Nous n'avons pas fait d'expériences à ce sujet.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Nous n'avons pas constaté de différence en ce qui concerne la résistance au roulement des wagons de grande capacité et celle des wagons de capacité moindre.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Nous n'avons pas fait d'expériences à ce sujet.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Les expériences comparatives faites avec les wagons de 10 tonnes à caisse et avec les wagons de 15 tonnes ne permettent pas, jusqu'à présent, de nous prononcer sur la résistance au roulement de ces deux catégories de wagons; il semble que, pour les wagons de 15 tonnes, la résistance au roulement est, par tonne, d'environ 10 p. c. moindre que pour les wagons de 10 tonnes.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Nous n'avons pas fait d'expériences à ce sujet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 13.

Le décompte de la charge des trains a-t-il été modifié depuis l'utilisation du matériel de grande capacité en raison de l'augmentation à la fois de la tare moyenne des véhicules et de leur tonnage ? Rappeler à ce propos les principales règles en usage relatives à la fixation de « l'unité de charge ».

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Le décompte de la charge des trains n'a pas été modifié. Seule, la tare moyenne du wagon se trouve augmentée dans ses différents éléments constitutifs.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Bien que le rapport entre le diamètre des fusées et celui des roues des wagons de grande capacité soit défavorable, c'est-à-dire accuse une augmentation de résistance, la construction plus parfaite des boîtes d'essieux de ces véhicules permet de vaincre cette résistance plus grande.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Le mode de décompte de la charge des trains n'a pas été modifié du fait de l'emploi des wagons de grande capacité. La tare moyenne du véhicule des différents types de wagons est indiquée dans « l'appendice aux livrets d'horaires » et sert de base au décompte de la charge des trains.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Eu égard à la grande divergence de la tare des différents types de wagons et aussi à ce qu'il n'est guère possible de rédiger des états donnant un aperçu clair des tares moyennes, on a dû renoncer au mode de calcul, au mode de décompte appliqué depuis quelques années, et, depuis le 1er mai 1898, la tare des wagons est, comme auparavant, lue directement sur le véhicule même.

Le poids du chargement du wagon est constaté d'après le bulletin de charge.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Le mode de décompte de la charge des trains n'a pas été modifié, vu que, dans notre administration, l'unité de charge n'est pas l'essieu, mais bien $^1/_{10}$ de tonne.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Non.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IV. — ÉTUDE DE L'EMPLOI DES WAGONS DE GRANDE CAPACITÉ AU POINT DE VUE DU SERVICE DE LA VOIE.

—

QUESTION 14.

Quel est le poids sur rails, par essieu, atteint pour les catégories de wagons propres aux transports spéciaux ou de types exceptionnels qui présentent le plus fort tonnage, y compris le maximum de surcharge admissible?

Le comparer au poids limité sur rails par essieu pour les locomotives et les tenders. Quel est le rapport de ces poids limités?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Le poids maximum sur rails, par essieu, comporte 13,100 kilogrammes, y compris la surcharge admissible; il ne doit pas dépasser 14 tonnes.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Le poids maximum d'un wagon à deux essieux, y compris sa tare, comporte environ 25 tonnes; le poids sur rails par essieu comporte par suite 12.5 tonnes.

Le poids maximum sur rails des locomotives comporte 14.4 tonnes.

$$\frac{12.5}{14.4} = \frac{1}{1.152}.$$

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Le poids sur rails par essieu des types de wagons du plus fort tonnage, affectés à des transports spéciaux, atteint 12.5 à 13 tonnes, y compris le maximum de surcharge admissible comportant 5 p. c. du tonnage considéré.

Pour les locomotives et les tenders, le poids limité sur rails comporte, sur la voie courante, 14 tonnes par essieu; il en résulte que le rapport de ces poids limités est de 1 : 1.12 jusqu'à 1 : 1.08.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Les wagons couverts à deux essieux accusant la capacité la plus grande sont actuellement les véhicules de la firme Caro & Jellinek, affectés aux transports de colis de détail.

La tare de ces wagons comporte	10,200 kilogrammes.
Leur tonnage	15,000 —
La surcharge admissible	750 —
Ensemble . . .	25,950 kilogrammes.

Soit, pour le poids sur rails par essieu, 12,975 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les types de wagons qui présentent ensuite le poids sur rails le plus notable, sont les wagons à charbon à deux essieux de 15 tonnes, dont la tare comporte. . . . . 7,390 kilogrammes,
le tonnage . . . . . 15,000 —
et la surcharge admissible, 5 p. c., soit . . . . . 750 —

Ensemble . . . 23,140 kilogrammes.

Enfin, les wagons-réservoirs de la firme F. X. Brosche, à Prague, qui comportent une tare de . . . . . 10,540 kilogrammes,
un tonnage de . . . . . 18,900 —
et une surcharge admissible de . . . . . 900 —

Ensemble . . . 29,440 kilogrammes.

Aux termes des conventions techniques en vigueur, le poids limité sur rails par essieu est de 14 tonnes pour les locomotives et de 12.7 tonnes pour les tenders; ce chiffre est déjà inférieur à celui indiqué ci-dessus pour le poids limité sur rails des wagons de la firme Caro & Jellinek.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Parmi les wagons à marchandises du parc des chemins de fer de l'État hongrois, le type des wagons-réservoirs à deux essieux de 16.5 tonnes comporte, sous charge maximum de 17,325 kilogrammes, le poids sur rails le plus fort, soit 6.481 tonnes, ainsi que l'établissent les données ci-après :

Tare du véhicule	8,600	kilogrammes.
Charge normale	16,500	—
Surcharge admissible	825	—
Ensemble . . .	25,925	kilogrammes.

D'où un poids maximum sur rails de : $\frac{25,925}{4} = 6,481$ kilogrammes.

Le poids maximum sur rails comporte actuellement, pour les locomotives, 7.15 tonnes; pour les tenders, 6.8 tonnes.

Il s'ensuit que le rapport des poids limités sur rails des wagons et des locomotives, soit des des tenders, est de 1 : 1.10, soit de 1 : 1.05.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Le poids maximum sur rails par essieu est celui des wagons-réservoirs, qui comporte 13.05 tonnes.

Le poids des locomotives étant de 15 tonnes, il s'ensuit que le rapport demandé comporte : $\frac{13.05}{15} = 0.87$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 15.

Les progrès réalisés par l'industrie métallurgique pour le laminage des rails de grande longueur ont-ils amené à créer des types de wagons particuliers pour le transport des rails ? Avantages réalisés par le service de la voie du fait de l'emploi de ces wagons.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Non.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Nous n'avons pas de wagons spéciaux pour le transport des rails.

Les rails d'une longueur de 12.5 mètres sont rendus à pied-d'œuvre sur deux wagons plates-formes à traverses pivotantes.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Jusqu'à présent, nous n'avons pas reconnu la nécessité de wagons spéciaux pour le transport de rails, qui s'effectue sur des wagons plates-formes servant aussi à d'autres transports.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Nous n'avons pas construit de wagons spéciaux pour ces transports.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne disposons pas de wagons de types spéciaux pour ce transport.

Les rails d'une longueur de 12 mètres sont rendus à pied-d'œuvre sur deux wagons plates-formes à traverses pivotantes.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Oui, ainsi que cela est indiqué dans la réponse à la question 4.

V. — ÉTUDE DE L'EMPLOI DES WAGONS DE GRANDE CAPACITÉ AU POINT DE VUE DU SERVICE DE L'EXPLOITATION.

QUESTION 16.

L'emploi de véhicules de grande capacité a-t-il donné lieu à une meilleure utilisation des installations des gares et a-t-il permis de surseoir à des agrandissements qui auraient été nécessaires avec le matériel de capacité ordinaire ?

Indiquer l'importance des économies que l'emploi de ces véhicules a pu permettre de réaliser dans les manœuvres de gare et de triage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AUTRICHE.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Nous n'avons pas à enregistrer d'expériences notables à ce sujet.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

L'emploi de véhicules de grande capacité a, sans contredit, eu pour conséquence une meilleure utilisation des installations des gares, vu qu'avec les mêmes voies de garage et les mêmes voies courantes, on dessert un plus fort tonnage de marchandises.

Dans les stations de moindre importance, l'emploi de wagons de grande capacité, notamment pour les expéditions en grand, n'a pas été sans influer sur l'ajournement de l'extension des installations de ces stations.

Il n'y a pas de doute que le service des manœuvres est plus économique, en ce sens qu'avec les mêmes installations et les mêmes frais, on opère la manœuvre d'un plus grand tonnage de marchandises.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Eu égard au chiffre relativement peu élevé des wagons de grande capacité : 273 wagons de 15 tonnes, soit de 17.5 à 22.5 tonnes = 3.9 p. c. du nombre total des véhicules du parc des wagons à marchandises, nous ne sommes pas en mesure de fournir les renseignements demandés.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

L'emploi des wagons de grande capacité a eu pour résultat une meilleure utilisation des installations des gares, notamment dans les gares à charbon ; en effet, pour les wagons à charbon, on a obtenu une augmentation de tonnage sans prolongement de la caisse.

Pour les wagons couverts et les wagons découverts à hauts bords, dont l'augmentation de tonnage a nécessité une augmentation de la longueur de la caisse, les avantages relatifs à une meilleure utilisation des installations des gares ne se sont fait sentir que dans une mesure très restreinte ; il s'ensuit que les agrandissements projetés ont pu d'autant moins être ajournés qu'ils étaient provoqués par l'accroissement du trafic.

En outre, il est à noter que le chiffre des wagons de grande capacité ne représentant actuellement que 22 p. c. de la totalité du parc des wagons à marchandises, on ne saurait toujours compter sur l'emploi de wagons de ce type.

Les économies réalisées du fait de l'emploi de ce type de wagon ont porté notamment sur le service de la manutention et des manœuvres ; les opérations de chargement et de pesage se sont faites avec plus de rapidité, surtout en ce qui concerne les transports en grand de bois à brûler et bois d'œuvre, houille, pierres, briques, ballast ; enfin, les écritures afférentes à la rédaction des lettres de voiture, feuilles de route, récépissés de chargement ont été également notablement réduites.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Pour les transports d'articles de grande longueur, tels que bois d'œuvre, rails, etc., nous disposons de wagons ouverts de 25 tonnes, qui sont chargés directement sur les quais à marchandises,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et de wagons découverts de 25 tonnes. Comme ces transports ne se font qu'exceptionnellement, l'emploi de ces wagons de grande capacité n'offre pas d'avantages au point de vue de la meilleure utilisation des installations des gares.

QUESTION 17.

Quels sont les avantages pour le public au point de vue de la manutention en gare ou au point de vue des établissements raccordés ?

AUTRICHE.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Le public profite, tant dans les gares que dans les établissements raccordés, des avantages qu'assurent les wagons de grande capacité, notamment en ce qui concerne les transports de matières d'un poids spécifique léger pour lesquels il lui est possible de réclamer l'application des tarifs des chargements complets de wagons.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Sur les voies industrielles, qui permettent la circulation de wagons de grande capacité, il est possible d'amener en une fois une plus grande quantité de marchandises qu'avec les wagons de moindre tonnage.

En dehors des facultés de transport inhérentes aux tarifs, l'emploi de wagons de grande capacité n'offre pas d'avantages au public qui effectue ses chargements dans les gares.

Par contre, les établissements industriels raccordés économisent sur les frais afférents aux délais d'emploi des wagons, qui sont comptés indépendamment de la capacité de charge du véhicule, et seulement d'après le nombre des wagons remis sur les voies industrielles.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

L'avantage qu'offrent au public les wagons de grande capacité consiste dans la possibilité d'une meilleure utilisation du tonnage et d'un chargement plus facile, notamment pour les colis encombrants, ainsi que dans la réduction des manœuvres dans les stations et sur les voies industrielles.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Au point de vue de la manutention en gare, les avantages pour le public consistent en ce que ceux des intéressés auxquels, pour le dépôt de fortes expéditions de marchandises, le chemin de fer loue des emplacements le long des voies de chargement, économisent du temps et de la main-d'œuvre du fait de la réduction de la manutention des wagons mis à leur disposition. D'autre part, à l'époque des forts transports de marchandises, la pénurie des wagons se fait moins sentir, vu que les wagons de grande capacité permettent d'expédier une plus grande quantité de marchandises avec moins de véhicules.

Au point de vue des établissements raccordés, les avantages que retire le public de l'emploi des wagons de grande capacité se traduisent surtout par de notables économies dans les frais de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remise des wagons sur les voies industrielles, attendu que les taxes y relatives sont perçues par wagon, sans tenir compte de la capacité de tonnage ; en outre, il y a aussi économie dans les dépenses d'établissement de voies ainsi que dans les frais de manutention des wagons sur les voies de chargement, opération qui exige moins de temps et de main-d'œuvre.

Enfin, économie sur les frais de traction pour ceux des établissements qui effectuent eux-mêmes la traction des wagons entre la gare et l'établissement.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Dans les deux cas, le public a l'avantage de pouvoir charger en une fois la plus grande quantité de marchandises possible.

QUESTION 18.

Par quel moyen a-t-on remédié aux inconvénients auxquels a pu donner lieu l'augmentation de la capacité de transport :

1° *Au point de vue des manœuvres de gare ;*

2° *Au point de vue du passage dans des courbes de très faible rayon ou sur certains travaux d'art et de la facilité d'accès de diverses installations d'usines ou minières ;*

3° *Au point de vue du pesage sur les bascules existantes ;*

4° *Au point de vue de l'arrimage du chargement dans les wagons couverts de grande hauteur et sur les wagons plats à grande superficie pour les matières légères (paille, foin, charbon de bois, etc.)?*

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Nous n'avons pas eu d'inconvénients à enregistrer de ce chef.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

1° Il n'y a pas eu lieu de prendre des mesures particulières sous ce rapport ;

2° Voir l'arrêté de l'inspection générale des chemins de fer autrichiens n° 15975/1, en date du 10 avril 1893, intitulé : « Prescription normale pour la circulation de wagons de fort tonnage, article 11, points 5-8 ».

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Des inconvénients n'ont été enregistrés que pour les manœuvres de wagons faites à la main ; en réduisant ces manœuvres au strict nécessaire, ils disparurent en partie, souvent il est vrai aux dépens de la circulation des wagons.

Là où le mode de construction de voies ou d'ouvrages d'art exige une restriction dans l'emploi des wagons de grande capacité et de plus grand écartement d'essieux, on a ordonné l'emploi de wagons de moindre tonnage.

Eu égard cependant à ce que le stock de wagons de moindre tonnage accuse de plus en plus des diminutions, cette mesure est de nature à provoquer des perturbations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les opérations de pesage de lourds véhicules sur les ponts à bascule, nous tâchons de nous contenter des appareils dont nous disposons, sauf à recourir à une deuxième opération de pesage, bien que ce mode de pesage ne soit pas parfait.

Dans une station (Dzieditz), nous avons installé, à proximité même du pont à bascule déjà existant, un nouvel appareil de pesage; au moyen de cette combinaison — qui permet de placer une paire de roues sur une des bascules et une paire de roues sur l'autre —, nous arrivons à obtenir un pesage très exact.

La hauteur des wagons couverts de grande capacité ne diffère pas sensiblement de la hauteur des wagons de tonnage normal et, partant, on n'a pas, de ce chef, à enregistrer de difficultés de chargement.

La hauteur des chargements sur les wagons plats à grande superficie ne donne pas lieu à inconvénients, attendu que les gabarits de chargement sont les mêmes.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

1° Nous n'avons eu recours à aucune mesure à ce sujet;

2° Nous n'avons eu aucun inconvénient à enregistrer de ce chef, attendu que l'écartement des essieux des wagons de 15 tonnes ne comporte que 3.480 et 3.050 mètres;

3° Comme au 2°;

4° Jusqu'ici on n'a pas reconnu qu'il était nécessaire de recourir à l'application de dispositions spéciales.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

1° On n'a eu à enregistrer d'inconvénients qu'en ce qui concerne les transports sur les chemins de fer vicinaux, dont le matériel de la voie n'est pas à même de pouvoir supporter le poids sur rails par essieu sous charge complète des wagons de fort tonnage.

La station expéditrice doit prendre ces lignes en considération et ne charger les wagons que jusqu'à concurrence du poids sur rails, par essieu, qui est admissible pour ces lignes, ou éventuellement renoncer à l'emploi de ces wagons.

2° Jusqu'ici il n'a pas été nécessaire de modifier le rayon des courbes sur nos lignes.

En ce qui concerne les ouvrages d'art, il y a lieu de faire remarquer que sur les lignes de second ordre, pour tous les ouvrages d'art de 0.5 à 2 mètres d'ouverture, on a remplacé les poutres en bois existantes par d'autres de dimensions convenables.

La résistance de la voie des chemins de fer de second ordre a été augmentée et mise en rapport avec le poids sur rails par essieu, par la pose d'un plus grand nombre de traverses;

3° L'opération de pesage sur les ponts à bascule de petit tonnage s'effectue en procédant au pesage par essieu.

Ce mode de pesage laisse, il est vrai, à désirer sous le rapport de l'exactitude; toutefois, il ne diffère pas tellement qu'il soit de nature à léser les intérêts ni du chemin de fer ni du public.

D'ailleurs, les ponts à bascule faisant l'objet de nouvelles commandes sont construits pour un tonnage de 25 tonnes;

4° L'arrimage des chargements dans les wagons de fort tonnage de différents types n'a pas nécessité l'emploi de moyens spéciaux; il s'effectue de la même manière que pour les wagons de moindre capacité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

1° Nous n'avons pas eu d'inconvénients à enregistrer au point de vue des manœuvres de gare;

2° Les bogies n'ont donné lieu à aucun inconvénient;

3° Nos ponts à bascule ne comportent qu'une force de 20 à 30 tonnes; il s'ensuit que l'opération de pesage d'un wagon d'un poids brut supérieur donne lieu à certaines difficultés, étant donné que le résultat ne s'obtient que par le pesage de chaque truck séparément;

4° La hauteur de nos wagons couverts ne dépasse pas 2.20 mètres et leur surface de chargement 30.25 mètres carrés.

QUESTION 19.

L'augmentation de tonnage a-t-elle permis de maintenir la même proportionnalité entre la surcharge tolérée et le tonnage nominal du wagon?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

La tolérance de surcharge admissible comporte 5 p. c. du poids total du chargement.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Comme pour les wagons de tonnage normal, la surcharge tolérée pour les wagons de fort tonnage est de 5 p. c. du poids total du chargement.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

L'augmentation du tonnage n'a pas eu pour conséquence la modification du rapport entre le tonnage inscrit et la surcharge admissible.

La surcharge tolérée comporte 5 p. c. du tonnage normal.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

L'emploi de wagons de fort tonnage n'a pas provoqué la modification de la surcharge admissible de 5 p. c. du tonnage normal du véhicule.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Le passage des wagons de 10 tonnes aux wagons de 15 tonnes n'a pas eu pour effet de modifier le rapport de 5 p. c. fixé comme surcharge admissible du tonnage normal.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

On a maintenu la surcharge admissible de 5 p. c. pour les wagons de fort tonnage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 20.

L'emploi de wagons de grande capacité a-t-il permis de diminuer ou d'augmenter dans de moindres proportions le parc du matériel dans certaines catégories?
A-t-il rendu des services dans des cas d'insuffisance momentanée de matériel en différents points du réseau, pour certaines natures de trafic?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

La capacité de chargement des wagons couverts à marchandises existants a été portée de 10 à 12.5 tonnes par le renforcement des ressorts, condition stipulée également pour les nouvelles commandes. Les wagons découverts, qui font l'objet de nouvelles commandes, comportent un tonnage de 15 tonnes; cette augmentation de capacité de charge est entièrement utilisée pour les transports de marchandises expédiées en grandes quantités.

Il s'ensuit que l'emploi de ces wagons est avantageux.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Lors de nouvelles acquisitions, on fait la commande de wagons de grande capacité de tous types. Dans des cas de pénurie momentanée de matériel, l'emploi de wagons de grande capacité a été reconnu avantageux.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

L'augmentation de tonnage apportée aux wagons à marchandises existants, ainsi que dans le matériel nouvellement acquis, a eu pour effet de diminuer le nombre de wagons à acquérir en rapport inverse de l'augmentation du tonnage, et ce, pour les wagons couverts, mais surtout pour les wagons découverts.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Le nombre de nos wagons de grande capacité est encore si restreint, qu'ils ne peuvent exercer d'influence sous ce rapport.

Nous n'avons rien eu à enregistrer à cet égard.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

L'accroissement continu qu'accuse le trafic, notamment par suite de la construction de nombreux chemins de fer vicinaux, a exigé une notable augmentation du parc du matériel.

D'autre part, il est à noter que les transports de pierres, bois d'œuvre, etc., destinés aux importants travaux de construction qui s'exécutent depuis quelques années dans notre pays, ainsi que la plus grande consommation de charbon par les localités desservies par nos lignes ont nécessité l'emploi d'un plus grand nombre de wagons à marchandises découverts.

Dans ces conditions, on ne saurait guère se prononcer que d'après des données portant sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un trafic uniforme de plusieurs années, en ce qui concerne la possibilité d'une réduction du parc du matériel roulant ou de son augmentation dans de moins grandes proportions, du fait de l'emploi de wagons de grande capacité.

Dans les cas d'insuffisance momentanée de matériel roulant, l'emploi de wagons de grande capacité a, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer à la question 17, rendu de notables services, en ce sens qu'avec la même force de traction et pendant le même temps on a pu expédier de plus grandes quantités de marchandises.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Non.

QUESTION 21.

La création du matériel de grande capacité a-t-elle permis d'organiser ou d'améliorer des services directs pour desservir des courants déterminés de transports ?

Citer des cas de l'espèce en faisant ressortir les avantages économiques réalisés par l'emploi de matériel de plus grande capacité.

AUTRICHE.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Nous n'avons pas pris de mesures particulières en ce qui concerne l'organisation de services directs pour desservir des courants déterminés de transport.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Nous avons eu à enregistrer des cas où le matériel de plus grande capacité a permis de mieux satisfaire aux exigences du service, notamment en 1896-97, lors de l'accroissement imprévu de grands transports de grains de Russie *viâ* Granica.

A cette occasion, pour pouvoir transporter, dans des wagons de 10 tonnes, le tonnage effectif de 730 pouds (11,960 kilogrammes) que comportaient les wagons russes, on s'est contenté de changer l'inscription du tonnage des wagons de 10 tonnes en wagons de 12.5 tonnes.

Cette mesure, ainsi que la concurrence de l'Allemagne ont déterminé l'adoption des wagons de 15 tonnes.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Les wagons de grande capacité couverts, que les grandes maisons d'expédition introduisent comme auxiliaires de notre parc de matériel, sont, à tour de rôle, affectés aux transports de colis de détail et de marchandises de grande vitesse.

Nous n'avons pas eu à enregistrer d'autres avantages économiques en ce qui concerne l'allègement des trains réguliers pour d'autres raisons, ni du fait de l'emploi de pareils véhicules.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

La création de wagons de grande capacité n'a pas permis d'organiser ni d'améliorer des services directs pour desservir des courants déterminés de transports.

En effet, si, au point de vue technique de l'exploitation, le tonnage des wagons est un élément important, il n'est cependant pas de nature à exercer une influence prépondérante sur les courants déterminés de transports basés sur les conjectures commerciales.

Les avantages économiques du matériel de plus grande capacité peuvent se résumer comme suit :

1° Transport d'un plus grand poids net de marchandises avec le même nombre de wagons. Amélioration du rapport entre la charge brute et la charge nette, facilité de la mise en circulation de trains directs, condition indispensable à l'expédition rapide des marchandises ;

2° Croisement et, dans nombre de cas aussi, coupure des trains évités par l'emploi des wagons de grande capacité ;

3° Réduction des frais de triage ;

4° Réduction des avaries des organes d'attelage et de traction des trains ;

5° Réduction du personnel des serre-freins par suite de l'augmentation de l'unité-freinage ;

6° Économie de temps et de frais en ce qui concerne l'inscription, l'étiquetage, le plombage et le nettoyage des wagons, par suite de la réduction du nombre des wagons.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Non.

QUESTION 22.

Quelle est la vitesse moyenne commerciale et de pleine marche des trains de marchandises directs, omnibus ou locaux ?

Quelle est la proportion du nombre des expéditions et du tonnage correspondant entre les transports par expéditions partielles et ceux par wagons complets ?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Ne peuvent fournir de renseignements précis.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Pour les trains de marchandises directs, la vitesse moyenne comporte 25 kilomètres, la vitesse maximum 30 à 35 kilomètres à l'heure ; pour les trains collecteurs et les trains de triage, la vitesse moyenne est de 20 à 25 kilomètres et la vitesse maximum, de 30 kilomètres à l'heure.

Nous ne tenons pas d'attachements distincts pour les transports par expéditions partielles et pour ceux par wagons complets.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

DÉSIGNATION DES TRAINS.	VITESSE MOYENNE DES TRAINS PAR HEURE.	VITESSE MAXIMUM DES TRAINS PAR HEURE.
Trains de marchandises directs. Trains de marchandises de transit	17.3 kilomètres.	30 kilomètres.
Trains-omnibus	23.4 —	30 —
Trains locaux à voyageurs	30.4 —	60 —

En ce qui concerne la proportion du nombre des expéditions et du tonnage correspondant entre des transports par expéditions partielles et ceux par wagons complets, nous ne sommes pas en mesure de l'indiquer, attendu que nous ne disposons pas de renseignements à ce sujet.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

La vitesse moyenne des trains de marchandises en pleine marche comporte 20 à 40 kilomètres; celle des trains locaux, 35 à 60 kilomètres à l'heure.

Nous n'avons pas de trains-omnibus.

En ce qui concerne la proportion du nombre des expéditions et du tonnage correspondant entre les transports par expéditions partielles et ceux par wagons complets de marchandises des classes normales (sucres raffinés, etc.), nous ne disposons pas de renseignements à cet égard.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

DÉSIGNATION DES TRAINS.	VITESSE MOYENNE PAR HEURE.	VITESSE EN PLEINE MARCHE PAR HEURE.
Trains de marchandises à grande vitesse. . .	19 à 26 kilomètres.	40 à 50 kilomètres.
— directs	15 à 20 —	30 à 35 —
— omnibus.	13 à 17 —	25 à 30 —
— locaux	...	25 à 30 —

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

17 kilomètres.

	EXPÉDITIONS.	TONNAGE.
Wagons complets	34 p. c.	89 p. c.
Expéditions partielles	66 p. c.	11 p. c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUISSE.

Chemin de fer rhétique.

La vitesse maximum est de 30 kilomètres sur les lignes ayant des rampes de plus de 25 p. m. et de 40 kilomètres à l'heure sur les lignes à rampes de moins de 25 p. m.

MOIS D'OCTOBRE.	EXPÉDITIONS.	TONNAGE.
a) Au total	17,613	7,640
b) Par expéditions partielles.	16,992	2,442
c) Par wagons complets	621	528

Les expéditions par wagons complets représentent 3.526 p. c. du total.
Le tonnage par wagons complets représente 68 p. c. du total.

QUESTION **23**.

Quelle est, par rapport à l'ensemble, la proportion du tonnage kilométrique et du tonnage présenté à l'expédition des marchandises pondéreuses ?

Toutes les administrations adhérentes déclarent ne disposer d'aucune donnée statistique relative à cette question.

QUESTION **24**.

Quelle est sur l'ensemble des kilomètres-trains de marchandises, la proportion des trains (qu'on peut dénommer de service direct) organisés pour desservir des courants de transports spéciaux?
Peut-on indiquer la proportion du tonnage transporté par ces trains par rapport à l'ensemble du trafic marchandises ?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne pouvons fournir de renseignements précis à ce sujet.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Nous ne tenons pas d'attachements à cet égard.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Comme transports spéciaux sur nos lignes, il y a lieu de citer :

a) Les transports expédiés par trains de marchandises de grande vitesse et les articles d'approvisionnement ;

b) Les transports de houille par trains entiers, y compris le retour à vide.

La proportion des parcours kilométriques effectués par ces trains spéciaux par rapport au parcours kilométrique total des trains de marchandises par jour s'établit comme suit :

La moyenne du parcours kilométrique total des trains de marchandises comporte par jour 18,701 kilomètres, dont :

Pour trains de marchandises à grande vitesse, 3,397 kilomètres ;
Pour trains de charbons chargés et à vide, 5,492 kilomètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le reste, soit 9,812 kilomètres, se rapporte aux autres trains de marchandises circulant sur l'ensemble des lignes.

Le tonnage transporté par ces trains comporte 52 p. c. de l'ensemble des transports de marchandises expédiés sur les lignes du chemin de fer du Nord.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande

Nous n'avons pas de renseignements à cet égard.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne tenons pas d'attachements à cet égard.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne tenons pas d'attachements à cet égard.

QUESTION 25.

L'emploi de wagons de grande capacité a-t-il influé sur la charge moyenne de l'ensemble des trains de marchandises (évaluée en nombre de wagons, tonnes de poids mort et de poids utile)?

Pourrait-on donner le même renseignement en ne considérant exclusivement que les ou certains trains de service direct organisés pour desservir des courants de transport bien déterminés?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne pouvons fournir de renseignements précis à cet égard.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Meilleure utilisation de la charge des trains par suite de la réduction du nombre des wagons.

Diminution du poids mort par l'augmentation du poids utile, avantages qu'il y a aussi lieu d'enregistrer pour le trafic limitrophe.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

L'emploi de wagons de grande capacité, notamment en ce qui concerne les trains circulant à vide, a eu pour conséquence une augmentation de la charge des trains, en ce sens que le nombre usuel des essieux des trains circulant à vide n'a pas été réduit, malgré la plus grande tare qu'accusent les wagons de grande capacité.

Par exemple, pour un train de 80 wagons à charbon à vide = 160 essieux, au cas où ce train est exclusivement composé de wagons de 15 tonnes, ayant une tare de 5.75 tonnes, au lieu de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

wagons de 11.3 tonnes avec une tare de 4.8 tonnes, la charge du train a passé de 384 à 460 tonnes (abstraction faite de la plus-value pour l'effort de freinage), sans dépasser la capacité de traction des locomotives.

Par l'emploi des wagons de grande capacité, la charge des trains chargés n'a pas, pour ainsi dire, été influencée, attendu que pour ces trains la capacité de traction des locomotives est entièrement utilisée, quel que soit le tonnage des wagons.

Par contre, les wagons de grande capacité, notamment pour les trains sous charge, sont plus avantageux, en ce sens qu'ils permettent le transport d'un plus grand poids net par rapport à une tare relativement moindre et que l'unité de freinage de ces véhicules est plus économique.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Nous ne tenons pas d'attachements spéciaux sur les diverses catégories de wagons, et, partant, nous ne sommes pas en mesure de préciser si l'emploi des wagons de grande capacité influe sur le poids mort.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

L'influence sur la charge moyenne des trains a été favorable, comme le prouve l'exemple suivant :

Autrefois, un train de marchandises entre Arad et Szolnok, comportant une charge brute de 955 tonnes, calculée à raison de 7 tonnes brutes par wagon, se composait de 59 wagons avec un poids mort de 413 tonnes et une charge nette de 541 tonnes, tandis qu'avec les wagons de 15 tonnes, avec une charge brute de 7 tonnes par wagon, le train se compose de 43 wagons et compte un poids mort de 301 tonnes et une charge nette de 645 tonnes.

En ce qui concerne l'utilisation de la force de traction des locomotives, on a eu aussi à enregistrer une amélioration sur les lignes où le nombre admissible des essieux est limité; ainsi, par exemple, sur la ligne Lupény-Alsó-Barbatény, où le nombre admissible des essieux est de 60 et la charge du train de 575 tonnes, on n'a remorqué que 30 wagons avec une locomotive de la série XIV*a*, susceptible de remorquer 34 wagons de 10 tonnes = 68 essieux, tandis qu'avec les wagons de 15 tonnes, il suffit de 26 véhicules pour utiliser entièrement la force de traction de la locomotive.

La charge des trains comporte en moyenne, avec 37 wagons, 447 tonnes, dont 156 de poids utile.

Comme les trains de marchandises directs qui desservent des courants de transport déterminés ne font pas l'objet d'attachements spéciaux, nous ne sommes pas en mesure de donner des éclaircissements sous ce rapport.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne disposons pas de données à ce sujet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 26.

Prière de remplir, pour la période des cinq dernières années au moins, le tableau E annexé au présent questionnaire.

En outre des renseignements numériques portés à ce tableau, prière de donner toutes les indications de nature à faire ressortir l'utilisation des wagons ou tout au moins de certaines catégories de wagons.

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Voir le tableau E.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Voir le tableau E ci-après contenant les données afférentes à la période des cinq dernières années (1892 à 1897).

Il y a lieu de faire remarquer que, pour l'ensemble des lignes exploitées par la Compagnie du chemin de fer du Nord, le parc du matériel est commun; il s'ensuit que nous ne sommes pas en mesure de donner de plus amples renseignements. A l'occasion de l'acquisition de nouveaux véhicules, on s'est attaché à ne commander que des types de wagons qui, par leur aménagement même, ou par des changements peu notables de leur aménagement, sont appropriés au transport de marchandises de toute espèce.

Parmi ces wagons, il y a lieu de citer en premier lieu les wagons couverts, disposant d'installations fixes pour le transport de chevaux et qui peuvent servir invariablement soit au transport de marchandises de toute espèce, soit au transport de chevaux ; en second lieu, les wagons découverts munis de bords, de traverses pivotantes et de portes latérales, et qui sont invariablement appropriés toute l'année aux transports de houille, de bois long et de bois d'œuvre.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Dans le tableau E, nous avons rempli les rubriques pour lesquelles nous disposions de données.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Le parc du matériel roulant des chemins de fer de l'État est uniforme et se compose en grande partie du matériel des chemins de fer rachetés successivement par l'État. Lors des nouvelles acquisitions, on s'est attaché surtout à remédier à l'insuffisance de l'un ou l'autre type de wagons.

Il est naturel que tel que ce parc a été composé, les véhicules qu'il contient présentent des divergences au point de vue de leur construction ; à l'exception des wagons aménagés pour transports spéciaux, l'ensemble des wagons est, en première ligne, approprié au transport des marchandises expédiées par grandes masses.

Les wagons couverts servent en premier lieu au transport de céréales, farines, etc., tandis que les wagons découverts sont affectés au transport des charbons, pierres, bois, etc.

Parmi les wagons affectés aux transports spéciaux, il y a lieu de citer les wagons à porcs, à volailles et les wagons-réservoirs. Pour les articles volumineux, on dispose aussi de wagons d'une capacité de 90 mètres cubes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les wagons affectés spécialement aux transports de bêtes à cornes sont construits de façon à pouvoir servir aussi au transport d'autres marchandises.

Pour ceux des transports expédiés par des trains de voyageurs et des trains de marchandises accélérés, on dispose de wagons à marchandises munis des organes du frein à action continue.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Le tableau E indique les données afférentes aux dix dernières années.

QUESTION 27.

Les règles en usage pour le transport des colis de détail font-elles désirer un accroissement du tonnage ou de la capacité des véhicules? Pour quelles catégories de wagons? Et pour quelle nature de marchandises?

A partir de quel poids un wagon de colis de détail est-il considéré comme « complet »? Le minimum est-il distinct suivant le sens des courants des wagons chargés et des wagons vides?

Ces limites ont-elles varié? A quelles époques et dans quelles proportions?

Résultats donnés par ces variations au point de vue de la charge moyenne par wagon de colis de détail.

AUTRICHE.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

Pour le transport des colis de détail, l'accroissement du tonnage est moins désirable que l'accroissement de capacité du véhicule. (Marchandises encombrantes, vélocipèdes.)

Aux termes des règlements, les wagons en transit avec chargement de colis de détail doivent être utilisés à raison de 20 p. c. au moins de leur capacité.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Les dispositions des tarifs ont été basées sur la capacité de 34.5 mètres cubes pour un wagon de 10 tonnes. (Les anciens wagons comportent seulement une capacité de 27.3 mètres cubes pour un tonnage de 10 tonnes, originairement 8.5 tonnes.)

A proprement parler, le besoin de l'accroissement de la capacité et du tonnage des wagons pour le transport des colis de détail ne s'est pas fait sentir, sauf pour le transport de colis collecteurs, qui nécessitent des wagons de plus grande capacité.

Il n'y a pas de disposition prescrivant un minimum de charge, même s'il s'agit d'un courant de transport déterminé; on laisse à cet égard une certaine liberté d'action au personnel expérimenté qui a à veiller à l'utilisation rationnelle des wagons.

En vue d'une utilisation aussi parfaite que possible de la capacité des wagons affectés au transport des colis de détail, on dispose dans les grandes stations de rampes de transbordement pour la concentration des chargements destinés à un même courant de transport.

D'autre part, en ce qui concerne les wagons étrangers, on observe rigoureusement les prescriptions de la convention de l'Union des chemins de fer allemands sur l'utilisation des wagons, aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

termes de laquelle le wagon doit continuer sa route si sa charge comporte au moins 20 p. c. de son tonnage ou si sa capacité est entièrement utilisée.

Nous ne saurions nous prononcer sur l'influence exercée sur la charge moyenne d'un wagon de colis de détail par les diverses règles en usage ; d'ailleurs, des circonstances imprévues peuvent influer sur l'exactitude de pareilles données.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

En ce qui concerne le chemin de fer, l'accroissement du tonnage ou de la capacité du wagon pour le transport des colis de détail ne paraît pas désirable ; partant, la réponse aux questions 2 et 3 devient superflue.

Un wagon de colis de détail est considéré comme complet si, sans avoir égard au poids net, la capacité du véhicule est utilisée ou si la charge comporte au moins 20 p. c. du tonnage.

Il y a lieu d'excepter les wagons collecteurs mis régulièrement en circulation par le chemin de fer ainsi que les wagons transitant dans les stations-frontières avec les restes des chargements, et qui, suivant les quantités de marchandises existantes, sont considérés comme suffisamment chargés.

Le minimum ne dépend pas du rapport du parcours du wagon à vide ou sous charge, et ne varie pas ; partant, les autres réponses à la question 27 sont superflues.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Au point de vue du transport des colis de détail, un accroissement de la capacité, même sans augmentation du tonnage, serait désirable pour les wagons couverts affectés aux transports de chiffons, laine, plumes, paille de riz, retailles de peaux, etc.; toutefois, comme nos wagons à marchandises couverts sont affectés notamment aux courants de transport de colis de détail dans la direction de l'ouest vers l'est, tandis que les marchandises expédiées par grandes masses à la fois sont surtout dirigées de l'est vers l'ouest, les colis de détail sont, pour la plupart, transportés dans le matériel ayant servi à ces grands transports et qui sans cela devrait retourner à vide aux stations de chargement.

Dans le trafic intérieur, les wagons à marchandises couverts dont le chargement dépasse 3 tonnes sont considérés comme complets.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut, cette dernière mesure a été dictée par des considérations afférentes à la direction du courant suivi par les wagons à vide, ainsi que par le désir de réduire, autant que possible, les retards d'expédition des colis de détail, dans celles des stations où le groupage de grandes quantités de colis exige un certain laps de temps.

Cette limite de tonnage des wagons à marchandises couverts est de règle déjà depuis plusieurs années.

Dans le trafic direct avec d'autres chemins de fer, le chargement doit comporter au moins 20 p. c. du tonnage normal pour que le wagon soit admis à transiter sur les chemins de fer voisins.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

L'accroissement du tonnage et de la capacité du wagon est désirable.

On considère un wagon comme complet si le chargement comporte au moins 3,000 kilo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grammes. En ce qui concerne les autres questions, nous ne sommes pas en mesure d'y répondre, à défaut de données statistiques.

SUISSE.

Chemin de fer rhétique.

A partir de 4,000 kilogrammes, oui ; sur la ligne de Coire à Thusis, la charge des wagons complets de colis de détail varie au printemps (du 15 avril au 15 juin) entre 4 et 9 tonnes ; de même, sur la ligne de Coire à Davos, en automne (du 1er octobre au 1er décembre).

VI. — ÉTUDE DES WAGONS DE GRANDE CAPACITÉ AU POINT DE VUE DES TARIFS APPLIQUÉS.

—

QUESTION 23.

De quelle manière le commerce est-il intéressé à la meilleure utilisation de la capacité des véhicules ?

AUTRICHE.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Une meilleure utilisation de la capacité des véhicules réduit le nombre des trains à organiser et influe avantageusement sur la circulation des wagons et sur le service des manœuvres.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

La manière dont le commerce est intéressé à la meilleure utilisation de la capacité des véhicules dépend, en règle générale, des dispositions de tarif ; en tant que l'application de taxes pour le prix du transport est subordonnée à la remise à l'expédition d'un poids minimum par wagon, le commerce a un grand intérêt à disposer de wagons de grande capacité, notamment pour le transport de marchandises d'un poids spécifique léger.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Malgré les avantages que procure l'emploi de wagons de grande capacité sous le rapport de la réduction des frais de manutention et d'un transport plus rapide des marchandises, le commerce n'a guère, jusqu'ici, manifesté ses préférences à l'égard de ces véhicules, car, même pour les transports de marchandises expédiées par grandes quantités, les commerçants s'en tiennent encore aux wagons de 10 tonnes et il a fallu l'intervention du personnel des chemins de fer pour déterminer le public à se familiariser avec les wagons de 15 tonnes, notamment pour l'habituer à se servir de 2 wagons de 15 tonnes pour des charges partielles de 5 tonnes auxquelles étaient affectés d'ordinaire 3 wagons de 10 tonnes.

Les avantages que le public retire de l'emploi des wagons de fort tonnage consistent surtout en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce que les taxes de pesage, de stationnement et de remise sur les voies des quais de chargement sont perçues par wagon, sans tenir compte de leur tonnage.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Comme les taxes de certains tarifs ne sont applicables qu'à la condition d'une expédition d'au moins 10 tonnes par wagon, ou de la perception des frais de transport pour ce poids, il est clair que le public a tout intérêt à charger les wagons jusqu'à concurrence de ce tonnage, c'est-à-dire à utiliser autant que possible la capacité du wagon. Dans tous les cas où cette condition n'est pas remplie, le public est en désavantage, puisqu'il doit payer pour une charge d'au moins 10 tonnes.

QUESTION 29.

Lorsque la transformation progressive du matériel a conduit à l'établissement de nouveaux tarifs pour lesquels les conditions de minimum de tonnage, longueur ou volume, ne sont plus parfaitement conciliables avec les conditions d'établissement du matériel préexistant de moindre capacité, des difficultés se sont-elles produites et comment ont-elles été résolues?

AUTRICHE.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

La transformation progressive du matériel roulant a eu pour effet de provoquer une réduction du nombre des articles pour lesquels les frais de transport sont à payer d'après le tonnage normal du wagon, attendu que pour un certain nombre de marchandises, les conditions du commerce s'opposaient à l'utilisation entière de la capacité des wagons de fort tonnage. Au lieu de payer les frais de transport d'après le tonnage normal, on ne les perçoit que pour un tonnage minimum, correspondant au tonnage normal des anciens wagons.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Nous n'avons pas eu à constater de difficultés de cette nature. Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer à la question 16, les wagons de fort tonnage ne constituent qu'une partie restreinte de notre matériel roulant.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

L'emploi des wagons de grande capacité n'a pas influé sur les tarifs applicables aux transports d'articles volumineux ou de longueur exceptionnelle. La tarification pour ces types de wagons est tout à fait indépendante de la construction des véhicules.

En ce qui concerne les conditions de tonnage minimum, la mise en circulation de wagons de fort tonnage a eu pour effet de provoquer des modifications de tarif. Les chemins de fer ont dû, en effet, recourir à des expédients tendant à assurer l'entière utilisation du tonnage des wagons, vu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que la stipulation afférente à l'application de certains tarifs pour des expéditions de 10,000 kilogrammes a paru insuffisante pour assurer cette utilisation.

En conséquence, on a complété les dispositions générales des tarifs en désignant particulièrement ceux des articles pour lesquels les frais de transport ne sont pas calculés d'après un poids de 10,000 kilogrammes, mais bien suivant le tonnage du wagon. Parmi ces articles, il y a lieu de citer : l'asphalte, le charbon, les betteraves, les minerais, les pierres, les briques, etc.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Non.

QUESTION 30.

Quel est, annuellement, depuis quelques années, le nombre d'expéditions d'un poids supérieur à 10, 15, 20, 25, 30 tonnes et, si possible, leur nature?

Toutes les administrations adhérentes déclarent ne disposer d'aucune donnée à ce sujet.

QUESTION 31.

Quels sont les maximums de tonnage et les tarifs appliqués pour les masses indivisibles?

Quels sont les dimensions maximums et les tarifs appliqués pour les chargements de longueur exceptionnelle?

L'accroissement du tonnage ou de la longueur des véhicules a-t-il ou est-il susceptible d'avoir pour conséquence des modifications dans la tarification des masses indivisibles ou des chargements de longueur exceptionnelle?

AUTRICHE.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Nos règlements ne fixent pas de limite de tonnage pour l'acceptation des masses indivisibles; toutefois, aux termes des dispositions de la convention de l'Union allemande sur l'emploi des wagons (chapitre VI, § 15), les chargements qui ne peuvent être effectués sur des wagons de tonnage exceptionnel d'un maximum de 25 tonnes, ne sont admis au transport que suivant un accord préalable.

Aux termes des dispositions des tarifs, les articles de 19 mètres de longueur au maximum sont admis sans conditions au transport. Quant aux chargements excédant cette longueur, ils ne sont admis que conditionnellement et leur chargement doit se faire en conformité des dispositions y relatives de la convention de l'Union allemande sur l'emploi des wagons (appendice VI, § 12).

L'accroissement de tonnage ou de la longueur des véhicules n'a pas, jusqu'ici, eu pour conséquence de provoquer des modifications dans la tarification des masses indivisibles ou des chargements de longueur exceptionnelle.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Pour les masses indivisibles (bois de longueur exceptionnelle, etc.), il existe, en trafic interna-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tional, des conventions aux termes desquelles, jusqu'à concurrence de 27 mètres de longueur, ces chargements sont admis conditionnellement au transport.

Dans ces cas, les frais de transport sont calculés d'après le poids afférant à chaque wagon employé et selon la tarification applicable à ce poids pour le chargement considéré.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Comme dans nos réponses à la question 29, nous avons déjà fait ressortir l'influence des wagons de grande capacité sur la tarification des marchandises, il nous paraît superflu de répondre dans le même sens à la question 31.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

a) Pour les masses indivisibles, le tarif varie d'après les articles, et change aussi suivant le tarif d'après lequel la marchandise a été expédiée;

b) Idem pour les dimensions;

c) Oui.

SUISSE.

Chemin de fer rhétique.

Tonnage maximum par wagon, 10 tonnes.

Tarif pour wagon complet de 5 et de 10 tonnes.

Longueur maximum de chargement, 20 mètres, sur wagons à traverse pivotante.

QUESTION 32.

Quelles sont les dispositions prises dans les tarifs pour inciter les particuliers à réduire le poids mort de leurs véhicules? Nombre des expéditions effectuées sur ce matériel, suivant la nature et le tonnage (10, 15, 20, 25, 30 tonnes et plus)?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Nos tarifs ne contiennent pas de dispositions à ce sujet.

Le nombre des expéditions ne saurait être précisé.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

Jusqu'ici, nos tarifs ne contiennent pas de dispositions pour inciter les particuliers à réduire le poids mort de leurs véhicules, vu que les propriétaires des wagons ont tout intérêt, au point de vue du prix de revient de leur matériel, de réduire ce poids mort autant que possible.

Nous ne disposons pas de données statistiques relatives au nombre des expéditions effectuées sur ce matériel, suivant la nature et le tonnage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Jusqu'à présent, nous ne nous sommes pas occupés de cette question.
Nous ne tenons pas d'attachements concernant ce point.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Le poids mort des véhicules n'entre pas en ligne de compte dans la fixation des tarifs et, partant, les tarifs ne contiennent pas de dispositions prescrivant aux particuliers la réduction du poids mort de leurs véhicules ou les incitant à y procéder.

Nous ne disposons pas de données statistiques sur le nombre des expéditions effectuées par ce matériel.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Aucune.
En ce qui concerne ces expéditions, nous ne disposons pas de données statistiques.

B. — *Transport des marchandises en G. V.*

Donner par analogie, avec les éléments indiqués dans les tableaux A, B, C, les renseignements concernant les conditions techniques d'établissement des véhicules affectés aux transports de marchandises en G. V. (fourgons à bagages, wagons à messageries, wagons pour le transport des denrées, de la marée, trucks à équipages, wagons-écuries, etc.)?

Quels sont, au point de vue de l'exploitation, les motifs qui ont conduit, pour chacune des catégories de véhicules considérées, à l'augmentation de la capacité? Quels sont les avantages qu'on en a retirés?

AUTRICHE.

Chemins de fer de l'État.

Les chemins de fer de l'État disposent, pour certains transports de marchandises en G. V., de wagons aménagés spécialement pour ces transports (par exemple : wagons-écuries capitonnés, pour chevaux, wagons pour transport de viandes fraîches, wagons avec appareils frigorifiques pour transport de bière); ces wagons n'ont, pour la plupart, qu'un tonnage de 10 tonnes ou au-dessous.

Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.

(Voir le tableau B indiquant les différents types de ces wagons.)

Pour les véhicules affectés au transport de marchandises en G. V., il n'est pas fait de différence en ce qui concerne les conditions techniques de leur établissement.

Les transports de pain, viande, lait, bière et chevaux de luxe s'effectuent dans des wagons spécialement construits et aménagés à cet effet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En ce qui concerne les motifs qui ont conduit à l'augmentation de la capacité des wagons (économie de matériaux de construction), voir la réponse faite à la question 20.

Amélioration du rapport entre le poids mort (tare) et le poids net et, partant, économie dans les frais d'exploitation.

Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.

Nous ne disposons pas de wagons spéciaux, dans le sens propre du mot.

Pour le transport des marchandises en G. V. par les trains de voyageurs, on se sert des fourgons à bagages et des wagons dits fourgons auxiliaires à bagages; ces derniers sont des wagons couverts ordinaires munis des organes de conduite du frein à air comprimé et du chauffage à la vapeur.

Le réseau du Nord-Ouest autrichien proprement dit dispose de 54 wagons et la Jonction Sud-Nord allemande, de 25 de ces wagons ainsi aménagés.

De même, pour le transport des chevaux de luxe par les trains de voyageurs, le Nord-Ouest autrichien dispose de 23 wagons et la Jonction Sud-Nord allemande, de 4 wagons spécialement aménagés pour ces transports.

Tous ces wagons ne comportent pas de tonnage anormal, notamment ceux remorqués par les trains de voyageurs; les fourgons à bagages ont un tonnage de 5,000 kilogrammes; les fourgons auxiliaires à bagages, 10,000 kilogrammes; les wagons-écuries, 3,500, 7,500 et 10,000 kilogrammes.

Les fourgons à bagages destinés à être attelés aux trains de vitesse ont tous un écartement d'essieux de 5 mètres, et les 3 wagons-écuries, destinés également à être attelés aux trains de vitesse, ont un écartement d'essieux de 5.5 mètres.

Les fourgons auxiliaires à bagages font l'objet d'une note dans la colonne « observations » du tableau B, tandis que les wagons-écuries figurent dans le groupe 3 de ce tableau.

Au point de vue de l'exploitation, le chemin de fer n'a aucun motif particulier d'augmenter la capacité de ces différentes catégories de wagons. La seule chose à considérer sous ce rapport, c'est que, pour les wagons de fort tonnage, l'augmentation du poids mort est relativement moindre que l'augmentation du tonnage; d'où une réduction du poids mort des trains, ce qui constitue un avantage certainement appréciable, notamment pour les transports d'articles expédiés en grandes masses, tels que charbons, minerais, etc., mais qui ne saurait guère concerner les wagons en question.

Par contre, les wagons de fort tonnage que les particuliers font construire depuis quelque temps pour le transport de colis de détail ont une tare telle, que l'avantage précité, qui résulterait pour le chemin de fer de la réduction du poids mort des trains, est en quelque sorte paralysé.

Les particuliers ont l'avantage de pouvoir expédier, en une fois, une grande quantité de marchandises, charger dans un seul wagon le tonnage prescrit pour l'obtention des prix réduits applicables aux expéditions en wagons complets, ce qui, pour certains articles, n'est pas toujours réalisable avec les wagons de tonnage normal.

HONGRIE.

Chemins de fer de l'État.

Parmi les types de wagons figurant au tableau B, les types suivants sont affectés aux transports de la G. V. :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I. — *Wagons couverts.*

De 15 tonnes	Types XVB et XVBI.
De 10 —	— XVf et XVg.

III. — *Wagons couverts spéciaux avec appareils frigorifiques.*

De 10 tonnes	Types XXXIIa + d et XXXIIc.

Parmi ces types de wagons, ceux indiqués sous le nº I sont affectés aux besoins du service de groupage ordinaire de la G. V., tandis que les types indiqués sous le nº III servent aux transports de bière et de viande.

Pour les wagons du premier groupe qui comportent des dimensions identiques à celles des wagons couverts ordinaires, on a passé du tonnage de 10 tonnes à celui de 15 tonnes, tandis que pour ceux du dernier groupe affectés aux transports spéciaux, on a conservé l'ancien tonnage de 10 tonnes, eu égard à ce qu'une augmentation de leur capacité de transport n'a pas paru nécessaire.

ROUMANIE.

Chemins de fer de l'État.

Nous ne disposons pas de données à cet égard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE II.

Tableau A.

Conditions techniques d'établissement des wagons couverts pour le transport des marchandises en P. V.

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Boges ou non ?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des boges.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	FREIN. Frein à vis.
A. — AUTRICHE.															
Chemins de fer de l'État.															
Wagons à houille, type K.	10,273	2	2,6 à 4.4	...	...	Mixte.	5.2 à 7.72	Bois.	4.5 à 7.83	2.31 à 2.65	0.8 à 1.35	9.94 à 20.2	11.3 à 20.4	...	3,959
— à coke, type Kc.	99	2	2,9 à 3.79	...	...	—	5.2 à 6.9	—	5.13 à 6.82	2.42 à 2.57	1.22 à 2.0	15.4 à 33.8	12.5 à 17.1	...	9
— à charbon de bois, type Kh	10	2	3.8 à 3.75	...	...	—	6.7 à 6.86	—	6.65 à 6.80	2.40 à 2.50	2.45 à 2.68	40.7 à 43.7	16.3 à 16.6	...	...
— à chaux, type K. K.	126	2	2.7 à 4.0	...	...	—	5.21 à 7.0	—	4.95 à 6.63	2.37 à 2.65	1.11 à 1.33	14.0 à 21.1	12.4 à 17.57	...	27
— à foin et à paille, courts, type Ks	30	2	4.0	...	...	—	7.74	—	7.82	2.60	0.77	15.7	20.4	...	...
— à minerais, type Kz	286	2	2,9 à 3.22	...	...	—	4.84 à 5.02	Mixte.	1.34 à 5	1.80 à 2.34	1.10 à 1.66	6.7 à 12.12	...	...	165
— à foin et à paille, longs, type In'.	38	2	6.0 à 6.5	...	...	—	10.24 à 11.42	Bois.	10.12 à 11.32	2.7 à 2.75	0.50 à 0.60	13.66 à 16.35	27.32 à 30.01	...	4
— à planches et à houille, type J.K. et J.K'.	4,366	2	4.3 à 4.95	...	...	—	8.18 à 8.93	—	5.32 à 8.10	2.76 à 2.65	0.42 à 0.96	5.5 à 20.75	13.2 à 21.5	...	1,778
— à planches, types In. et In'	2,654	2	2.9 à 4.0	...	...	—	5.2 à 7.93	—	5.08 à 7.79	2.37 à 2.62	0.28 à 0.80	8.3 à 13.9	12.0 à 30.3	...	937
— à ballast, type Is.	230	2	2.4 à 3.79	...	...	—	4.24 à 6.9	—	3.99 à 6.71	2.15 à 2.50	0.28 à 0.57	3.4 à 7.2	8.6 à 16.4	...	106
— en location pour transport de planches et de houille, types K. et I. K.	834	2	3.1 à 4.8	...	...	—	5.40 à 8.32	—	5.32 à 8.10	2.48 à 2.61	0.42 à 0.96	5.5 à 20.75	13.2 à 21.5	...	200
— privés divers	17	2	...	...	...	—	...	—	...	...	...	...	...	...	...

ANNEXE II.

Tableau A.

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Charge utile à vide sur rails.	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est à dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins (1) total.	PRIX DU WAGON par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Époque de la construction.	*Observations.*
4.20 à 7.60	10 à 15	433 à 368	430 à 497	6.534 à 8.14	0.65 à 0.4	0.65 à 0.54	910 à 1,850	92 à 91	91 à 123	Unique.	1850 à 1898	
4.4 à 6.67	10 à 11.3	344 à 178	440 à 581	6.4 à 8.1	0.42 à 0.24	0.64 à 0.72	1,355 à 1,850	88 à 55	135 à 164	—	—	
4.4 à 6.60	10 à 12	157 à 155	640 à 557	7.94 à 8.1	0.19 à 0.18	0.79 à 0.67	1,600 à 2,015	39 à 46	160 à 168	—	—	
4.77 à 8.8	10 à 15	341 à 417	477 à 590	6.34 à 8.1	0.45 à 0.38	0.63 à 0.54	1,400 à 2,029	100 à 96	140 à 135	—	—	
6.75	10	430	675	8.75	0.56	0.87	1,800	115	180	—	—	
4.93 à 7.65	10 à 15	719 à 577	480 à 470	6.26 à 6.84	0.93 à 0.56	0.63 à 0.45	1,550 à 1,800	231 à 147	155 à 120	—	—	
5.77 à 8.25	10 à 15	569 à 566	777 à 617	11.32 à 12.66	0.83 à 0.77	1.13 à 0.84	1,930 à 2,330	141 à 142	193 à 155	—	—	
4.47 à 8.2	12 à 15	770 à 400	356 à 553	8.18 à 10.21	1.47 à 0.49	0.68 à 0.68	1,600 à 2,100	291 à 101	133 à 140	—	—	
4.75 à 6.45	10 à 12.5	452 à 493	375 à 548	6.45 à 9.20	0.80 à 0.66	0.64 à 0.74	1,400 à 1,750	125 à 126	104 à 140	—	—	
5.84 à 8.55	7.5 à 11.3	953 à 764	432 à 487	5.60 à 8.14	1.65 à 1.13	0.74 à 0.72	1,400 à 1,750	412 à 243	187 à 157	—	—	
4.77 à 8.2	10 à 15	868 à 400	477 à 553	6.7 à 9.62	1.4 à 0.46	0.67 à 0.61	1,420 à 2,020	258 à 97	142 à 135	—	—	
—	10 à 15	...	...	...	...	...	1,400 à 3,000	...	140 à 200	—	—	

(1) Le florin autrichien vaut environ 2 fr. 5 c.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1886.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à jeter ou frein à main.	Frein à vis.
Chemins de fer du Sud de l'Autriche.															
1° *Wagons du type courant.*															
a) Wagons à houille.	1,839	2	2.90	...	...	Bois.	5.200	Bois.	5.150	2.480	1.200	15.3	12.8	...	...
— —	2,126	2	2.90	...	...	Mixte.	5.200	—	5.150	2.480	1.200	15.3	12.8	...	...
— —	582	2	3.00	...	...	—	5.560	—	5.500	2.600	1.200	17.2	14.3	...	...
— —	274	2	3.60	...	...	—	7.320	—	7.250 à 7.355	2.550	0.900	16.7	18.5	...	...
		2	3.60	...	...	Fer.	7.320	—	7.250	2.550	0.900	16.7	18.5	...	...
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Lowris	662	2	2.90	..	...	Bois.	5.800	—	5.700 à 5.190	2.400	0.280	3.8 à 3.5	13.7 à 12.4	...	...
—	379	2	3.60	...	...	Mixte.	6.800	—	6.700	2.400	0.280	4.5	16.1	...	...
—	46	2	3.60	...	...	—	6.803	—	6.700	2.400	0.280	4.5	16.1	...	...
—	9	4	8.40 à 8.70	Oui.	1.800	Fer.	12.000 à 12.085	—	11.900	2.550	0.400	12.0	30.1	...	...
b) Lowris à hauts bords.	367	2	6.000	...	...	—	10.08 à 10.78	—	10.00	2.650	0.900	23.95	26.5	...	...
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
c) Wagons pour bois longs (avec rancher).	226	2	2.900	...	...	Bois.	5.800	—	5.700	2.400	0.280	3.8	13.7	...	...
— — —	384	2	2.900	...	...	Mixte.	5.800	—	5.700	2.400	0.280	3.8	13.7	...	...
— — —	110	2	3.600	...	...	—	6.800	—(1)	6.700	2.400	0.280	4.5	16.1	...	...

Tableau A. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur de rail utilisée entre les tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	PRIX DU WAGON par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons ou traverses ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
10.0	0.284 à 0.314	0.435 à 0.480	6.40 à 6.45	0.418 à 0.421	0.640 à 0.645	...	...	...	...	1860 à 1868	
10.0	0.300 à 0.330	0.460 à 0.505	6.40 à 6.45	0.418 à 0.418	0.640 à 0.645	...	...	...	...	1869 à 1882	
12.0	0.317 à 0.360	0.454 à 0.517	6.77 à 6.82	0.393 à 0.396	0.564 à 0.568	...	...	...	...	1883 à 1888	
12.0	0.359 à 0.400	0.500 à 0.558	8.55 à 8.615	0.512 à 0.516	0.712 à 0.718	...	...	...	...	1889 à 1895	
12.0	0.371 à 0.413	0.517 à 0.575	8.55 à 8.615	0.512 à 0.516	0.712 à 0.718	...	...	...	...		
10.5	1.026 à 1.229	0.371 à 0.409	7.02 à 7.07	1.842 à 1.865	0.668 à 0.673	...	...	...	...	1860 à 1870	
10.5	1.044 à 1.104	0.448 à 0.490	8.02 à 8.07	1.782 à 1.793	0.764 à 0.769	...	...	...	...	1871 à 1882	
12.6	1.177 à 1.290	0.420 à 0.460	13.230 à 13.915	1.782 à 1.793	0.764 à 0.769	...	...	...	...	1883 à 1895	
25.0	1.133 à 1.220	0.544 à 0.590	11.310 à 12.010	1.102 à 1.159	0.592 à 0.556	...	...	...	...	1889	
15.0	0.342 à 0.384	0.547 à 0.613	11.310 à 12.010	0.472 à 0.501	0.754 à 0.800	...	...	...	...	1896	Essieu mobile de l'Union allemande.
10.5	1.184	0.449	7.02	1.847	0.669	...	...	...	...	1860 à 1869	
10.5	1.224	0.443	7.02	1.847	0.669	...	...	...	...	1870 à 1882	
12.6	1.267	0.452	8.02	1.782	0.636	...	...	...	...	1883	(1) Rancher en fer.

Tableau A. (*Suite.*)

XVIII
54

Tableau A. (*Suite.*)

XVIII
55

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1886.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Boîtes ou non?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des boîtes.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extérieur des traverses extrêmes.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Larg ur.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Hauteur utile.	CAISSE. Cube utilisable.	CAISSE. Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	FREIN. Frein à vis.	Tonnage inscrit.	RENSEIGNEMENTS DIVERS. POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en bois. total.	PRIX DU WAGON en bois. par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON en bois. par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État.																											
1° *Wagons découverts*																											
Wagons découverts	18	2	3.79	...	...	Bois.	6.388	6.32	2.53	0.48	16.0	7.6	...	—	10.500	730	530	8.073	1.280	0.760	...	...	...	1857 à 1858			
	69	2	3.79	...	...	—	6.430	6.32	2.53	0.48	16.0	7.6	...	—	10.500	685	450	7.618	1.000	0.720	...	...	...	1857 à 1858			
	238	2	3.66	...	...	Fer.	7.210	7.20	2.50	0.47	18.0	8.5	...	—	11.850	670	490	8.502	1.000	0.710	...	...	...	1877 à 1884			
	151	2	3.66	...	...	—	7.210	7.20	2.50	0.47	18.0	8.5	...	—	11.850	740	530	8.502	1.000	0.710	...	...	...	1877 à 1884			
	2	2	3.00	...	...	Mixte.	5.400	5.31	2.49	0.38	13.2	4.96	...	—	10.500	850	670	6.624	1.330	0.630	...	...	...	1883			
	40	2	3.66	...	...	—	7.320	7.22	2.45	0.48	18.0	8.5	...	—	11.850	670	490	8.612	1.010	0.720	...	...	...	1870			
	135	2	3.66	...	...	—	7.320	7.22	2.45	0.48	18.0	8.5	...	—	11.850	670	490	8.612	1.010	0.720	...	...	...	1870			
	12	2	3.66	...	...	—	7.320	7.22	2.45	0.48	18.0	8.5	...	—	11.850	670	490	8.612	1.010	0.720	...	...	...	1870			
	37	2	3.66	...	...	—	7.320	7.22	2.45	0.48	18.0	8.5	...	—	11.850	606	430	8.612	1.000	0.720	...	...	...	1870			
	4	2	3.00	...	...	Fer.	5.400	5.32	2.50	0.38	13.3	5.0	...	—	10.500	900	460	6.674	1.360	0.640	...	...	...	1883			
	9	2	3.00	...	...	—	5.400	5.32	2.50	0.38	13.3	5.0	...	—	10.500	850	400	6.624	1.330	0.630	...	...	...	1883			
	145	2	4.10	...	...	—	6.100	7.736	2.50	0.65	20.3	12.6	...	—	11.850	530	570	9.392	0.740	0.814	...	...	...	1891 à 1892			
	145	2	4.10	...	...	—	6.100	8.100	2.50	0.65	20.3	13.2	...	—	11.850	450	505	9.392	0.789	0.814	...	...	...	1891			
	410	2	4.10	...	...	Bois.	8.710	8.100	2.50	0.70	20.3	14.2	...	—	11.850	470	560	9.960	0.710	0.850	...	...	...	1893 à 1897			
	350	2	4.10	...	...	—	8.100	8.100	2.50	0.70	20.3	14.2	...	—	11.850	494	490	9.360	0.650	0.813	...	...	...	1893 à 1897			
	46	2	2.53	...	...	Bois.	4.624	4.43	2.53	1.11	11.2	12.4	...	—	10.500	415	440	6.298	0.440	0.900	...	...	...	1856 à 1857			
	564	2	2.53	...	...	—	4.624	4.43	2.53	1.11	11.2	12.4	...	—	10.500	371	440	5.812	0.470	0.550	...	...	...	1856 à 1864			
	72	2	2.53	...	...	—	4.600	4.40	2.53	1.21	11.0	13.3	...	—	10.500	353	405	5.838	0.436	0.532	...	...	...	1890			
	13	2	2.53	...	...	—	4.600	4.40	2.53	1.21	11.0	13.3	...	—	11.850	405	510	6.490	0.500	0.620	...	...	...	1900			
	964	2	2.53	...	...	Mixte.	4.624	4.43	2.53	1.27	11.2	14.2	...	—	11.850	368	413	5.678	0.490	0.490	...	...	...	1898 à 1872			
	549	2	2.53	...	...	—	4.624	4.43	2.53	1.27	11.2	14.2	...	—	11.850	320	390	5.730	0.499	0.490	...	...	...	1898 à 1872			
	2	2	3.00	...	...	Fer.	5.540	5.34	2.50	1.12	13.3	15.0	...	—	11.850	280	360	6.624	0.441	0.660	...	...	...	1883			
	7	2	3.00	...	...	—	5.540	5.34	2.50	1.12	13.3	15.0	...	—	11.850	372	460	6.628	0.440	0.660	...	...	...	1884 à 1887			
	182	2	2.53	...	...	Fer.	4.598	4.44	2.60	1.26	11.5	14.5	...	—	11.850	434	530	5.680	0.410	0.490	...	...	...	1884 à 1887			
	90	2	2.53	...	...	—	4.598	4.44	2.60	1.26	11.5	14.5	...	—	11.850	405	490	5.680	0.439	0.490	...	...	...	1888			
	50	2	2.53	...	...	—	4.610	4.03	2.60	1.27	10.5	13.3	...	—	11.850	315	374	5.628	0.383	0.480	...	...	...	1888 à 1892			
	195	2	2.53	...	...	—	4.560	4.44	2.60	1.26	11.5	14.6	...	—	11.850	390	390	5.698	0.370	0.480	...	...	...	1888			
	100	2	2.83	...	...	—	4.400	4.40	2.57	1.26	11.3	15.3	...	—	11.850	320	410	5.698	0.400	0.490	...	...	...	1887			
	130	2	2.54	...	...	—	4.560	4.44	2.60	1.26	11.5	14.6	...	—	11.850												

Nous ne sommes pas en mesure d'indiquer le prix exact de revient des wagons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1893.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
Wagons à houille.	70	2	2.53	...	...	Fer.	4.560	Fer.	4.44	2.60	1.26	11.5	14.6	...	–
— —	155	2	2.53	...	...	—	4.560	—	4.44	2.60	1.26	11.5	14.6	...	–
— —	267	2	3.80	...	...	—	6.240	Bois.	6.24	2.50	1.20	15.6	18.7	...	–
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons-plates-formes	54	2	3.66	...	...	Mixte.	7.320	...	...	...	...	18.5	...	...	–
— —	30	2	3.66	...	...	—	7.320	...	...	...	...	18.5	...	...	–
— réservoirs	2	6	5.84	...	...	Fer.	7.700	...	...	...	...	16.9	...	...	–
— —	2	4	3.79	...	...	Mixte.	7.590	...	...	...	...	18.2	...	...	–
— —	2	4	10.90	...	9.000	Fer.	12.800	...	...	...	...	37.6	...	...	–
— à coke	84	2	2.53	...	...	Mixte.	4.624	Bois.	4.43	2.53	1.90	11.2	21.3	...	–
— —	35	2	2.53	...	...	—	4.624	—	4.43	2.53	1.90	11.2	21.3	...	–
— —	75	2	2.53	...	...	Fer.	4.560	Fer.	4.44	2.60	1.92	11.5	22.0	...	–
— —	75	2	2.53	...	...	—	4.560	—	4.44	2.60	1.92	11.5	22.0	...	–
— pour bois longs	35	2	3.79	...	...	Bois.	6.430	...	...	...	...	17.4	...	...	–
— —	130	2	2.53	...	...	Mixte.	4.490	...	...	...	...	11.4	...	...	–
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagons à chaux	29	2	1.90	...	...	Bois.	3.790	Mixte.	3.79	2.45	1.50	9.3	16.8	...	–
— —	19	2	2.53	...	...	—	3.790	Bois.	4.43	2.53	1.11	11.2	15.0	...	–
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Néant.															
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons à houille.	1	2	2.50	Non.	...	Bois.	4.74	Bois.	4.65	2.34	1.15	12.5	10.8	Non.	Non.
— —	137	2	2.77	—	...	—	4.74	—	4.65	2.34	1.15	12.5	10.8	—	—
— —	12	2	2.77	—	...	—	4.74	—	4.65	2.34	1.15	12.5	10.8	—	—
— —	394	2	2.77	—	...	—	4.70	—	4.63	2.37	1.24	13.6	10.9	—	—

Tableau A. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Charge utile.	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins. total.	PRIX DU WAGON par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
15.00	11.850	372	460	5,680	0.410	0.490	...	...	...	...	1887	
15.00	11.850	372	460	5,680	0.270	0.490	...	...	...	...	1889	
20.00	15.750	331	394	8,090	0.292	0.520	...	...	...	...	1892 à 1894	
4.50	11.850	...	410	8,508	...	0.720	...	...	...	...	1869	
5.50	11.850	...	480	8,560	...	0.720	...	...	...	...	1869	
9.30	25.000	...	766	8,890	...	0.356	...	...	...	...	1885	
2.00	35.700	...	350	8,788	...	0.244	...	...	...	...	1868	
2.00	26.250	...	530	14,000	...	0.534	...	...	...	...	1893	
3.00	11.850	240	430	5,678	0.270	0.490	...	...	...	...	1872	
3.50	11.850	270	490	6,221	0.292	0.520	...	...	...	...	1865	
3.30	11.850	260	490	5,680	0.260	0.490	...	...	...	...	1889	
3.30	11.850	231	430	5,628	0.255	0.480	...	...	...	...	1889	
1.20	10.500	...	490	7,618	...	0.720	...	...	...	...	1857	Peuvent être accouplés; ont des traverses pivotantes; les flèches sont en bois et armées de fer; longueur: 1,100 à 5,500.
4.60	11.850	...	380	5,678	...	0.490	...	...	...	...	1868 à 1882	
5.20	10.500	315	510	5,040	0.300	0.480	...	...	...	...	1853	
4.20	10.500	318	455	5,812	0.380	0.580	...	...	...	...	1857	
5.20	10.000	0.34	0.43	5.94	0.48	0.59	1,300	104.0	130.0	Non.	1856	
4.60	10.000	0.37	0.46	5.82	0.47	0.58	1,100 à 1,300 (1)	99.7	124.6	—	1851 à 1856	(1) Prix moyen : 1,246 florins.
5.60	10.000	0.45	0.56	5.82	0.47	0.58	1,600	128.0	160.0	—	1856	
4.60	10.000	0.34	0.46	5.82	0.43	0.58	1,300	95.6	130.0	—	1859 à 1865	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. *(Suite.)*

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots de bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.	Volume brut de la caisse.	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE C'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	par mètre cube de capacité.	par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
Wagons à houille.	98	2	2.77	Non.	...	Bois.	4.70	Bois.	4.63	2.37	1.24	13.6	10.9	Non.	Oui.		10.000	0.41	0.56	5.82	0.43	0.58	1,600	117.6	160.0	Non.	1859 à 1865	
— —	1	2	3.00	—	...	—	5.70	—	5.64	2.63	0.90	13.3	13.5	—	Non.		10.000	0.35	0.46	6.90	0.52	0.69	1,200	90.2	120.0	—	1865	
— —	58	2	2.77	—	...	—	4.70	—	4.63	2.37	1.24	13.6	10.9	—	—		11.300	0.35	0.42	5.82	0.43	0.52	1,300	95.6	115.0	—	1859 à 1865	
— —	5	2	2.77	—	...	—	4.70	—	4.63	2.37	1.24	13.6	10.9	—	Oui.		11.300	0.41	0.49	5.82	0.43	0.52	1,600	117.6	141.6	—	1859 à 1865	
— —	178	2	2.84	—	...	—	5.11	—	5.04	2.37	1.18	14.1	11.9	—	Non.		11.300	0.34	0.42	6.33	0.45	0.56	1,400	99.3	123.9	—	1867	
— —	2,074	2	2.84	—	...	Mixte.	5.11	—	5.04	2.37	1.18	14.1	11.9	—	—		11.300	0.34	0.42	6.33	0.45	0.56	1,400	99.3	123.9	—	1868 à 1880	
— —	23	2	2.84	—	...	Bois.	5.11	—	5.04	2.37	1.18	14.1	11.9	—	Oui.		11.300	0.40	0.50	6.33	0.45	0.56	1,700	120.6	150.4	—	1867	
— —	690	2	2.84	—	...	Mixte.	5.11	—	5.04	2.37	1.18	14.1	11.9	—	—		11.300	0.40	0.50	6.33	0.45	0.56	1,700	120.6	150.4	—	1868 à 1880	
— —	210	2	2.73	—	...	Bois.	4.70	—	4.63	2.37	1.29	14.2	10.9	—	Non.		11.300	0.34	0.43	5.92	0.42	0.52	1,400	98.6	123.9	—	1878 à 1884	
— —	850	2	3.80	—	...	Fer.	5.80	—	5.74	2.50	1.30	18.6	14.3	—	—		15.000	0.30	0.37	7.04	0.38	0.47	1,310 à 1,370(1)	71.5	88.7	—	1886 à 1890	(1) Prix moyen : 1,330 florins.
— —	595	2	3.80	—	...	—	5.80	—	5.74	2.50	1.30	18.6	14.3	—	Oui.		15.000	0.34	0.42	7.19	0.39	0.48	1,440 à 1,680(2)	86.6	107.4	—	1886 à 1889	(2) — — 1,611 —
— —	2,418	2	3.80	—	...	—	6.30	—	6.24	2.50	1.19	18.6	15.6	—	Non.		15.000	0.31	0.38	7.54	0.41	0.50	1,350 à 1,470(3)	75.3	93.3	—	1891 à 1897	(3) — — 1,400 —
— —	948	2	3.80	—	...	—	6.30	—	6.24	2.50	1.19	18.6	15.6	—	Oui.		15.000	0.35	0.44	7.69	0.41	0.51	1,630 à 1,735(4)	89.9	111.5	—	1890 à 1897	(4) — — 1,673 —
— —	5	2	3.80	—	...	—	6.30	Mixte.	6.23	2.50	1.20	18.6	15.6	—	Non.		15.000	0.34	0.42	7.54	0.41	0.50	1,680	90.3	112.0	—	1896 à 1897	
— —	5	2	4.00	—	...	—	6.57	—	5.80	2.50	1.29	18.7	14.5	—	Oui.		15.000	0.39	0.49	7.81	0.42	0.52	2,100	112.3	140.0	—	1896 à 1897	
— —	44	2	2.74	—	...	Bois.	4.74	Bois.	4.65	2.37	1.42	15.6	11.0	—	Non.		8.500	0.29	0.54	5.85	0.37	0.69	1,200	76.9	141.2	—	1860 à 1861	
— à coke	8	2	2.74	—	...	—	4.74	—	4.65	2.37	1.42	15.6	11.0	—	Oui.		8.500	0.36	0.66	5.85	0.37	0.69	1,300	83.3	152.9	—	1860	
— —	269	2	3.47	—	...	Mixte.	6.44	—	6.37	2.37	1.18	17.9	15.1	—	Non.		10.000	0.28	0.51	7.66	0.43	0.77	1,400	78.2	140.0	—	1869 à 1873	
— —	25	2	3.47	—	...	—	6.44	—	6.37	2.37	1.18	17.9	15.1	—	Oui.		10.000	0.33	0.59	7.66	0.43	0.77	1,700	95.0	170.0	—	1869 à 1873	
— —	60	2	3.47	—	...	—	6.44	—	6.37	2.37	1.40	21.2	15.1	—	Non.		10.000	0.25	0.53	7.66	0.36	0.77	1,300	61.3	130.0	—	1880	
— —	120	2	3.47	—	...	—	6.44	—	6.37	2.37	1.60	24.1	15.1	—	—		10.000	0.22	0.56	7.66	0.32	0.77	1,400	58.1	140.0	—	1872 à 1874	
— —	184	2	3.47	—	...	Fer.	6.44	—	6.37	2.37	1.60	24.1	15.1	—	—		15.000	0.23	0.56	7.66	0.32	0.77	1,280	53.1	128.0	—	1881	
— —	29	2	3.47	—	...	Mixte.	6.44	—	6.37	2.37	1.60	24.1	15.1	—	Oui.		10.000	0.27	0.64	7.66	0.32	0.77	1,700	70.5	170.0	—	1873 à 1874	
— —	65	2	3.47	—	...	Fer.	6.44	—	6.37	2.37	1.60	24.1	15.1	—	—		10.000	0.27	0.64	7.66	0.32	0.77	1,800	74.7	180.0	—	1881	
3°. *Wagons de « types exceptionnels ».*																												
Wagons à chaux	5	2	3.80	Non	...	Fer.	5.80	Bois.	5.74	2.50	1.10	15.8	14.3	Non.	Non.		12.000	0.40	0.53	7.04	0.45	0.59	1,930	122.2	160.8	Non.	1888	
— à charbon de bois	1	2	3.80	—	...	Mixte.	6.93	—	6.90	2.53	2.33	40.5	17.4	—	—		10.000	0.14	0.58	8.15	0.20	0.82	1,300	32.1	130.0	—	1870	
— —	1	2	3.80	—	...	—	6.93	—	6.90	2.53	2.33	40.5	17.4	—	—		10.000	0.16	0.63	8.15	0.20	0.82	1,300	32.1	130.0	—	1870	
— —	1	2	3.80	—	...	—	6.93	—	6.90	2.63	2.28	41.0	18.0	—	—		10.000	0.16	0.65	8.15	0.20	0.82	1,300	31.7	130.0	—	1870	

Tableau A. *(Suite.)*

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. *(Suite.)*

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Boîtes ou boîtes.	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des boîtes.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein mixte.	Frein à vis.
Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.															
α) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU JOUISSANT DE LA GARANTIE DE L'ÉTAT).															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Wagons à marchandises diverses	53	2	3.48	Non.	...	Mixte.	6.44	Bois.	6.33	2.37	0.28	4.20	15.00	53	...
— — —	25	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.90	2.48	0.30	5.13	17.11	25	...
— — —	10	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.92	2.50	0.30	5.19	17.30	10	...
— — —	25	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.92	2.50	0.42	7.27	17.30	25	...
— — —	9	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.33	2.37	0.28	4.20	15.00	9	...
— — —	52	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.00	2.37	0.28	3.98	14.22	Non.	52
— — —	5	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.60	2.50	0.45	7.43	16.50	—	5
— — —	10	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.61	2.50	0.45	7.44	16.53	—	10
— — —	10	2	3.50	—	...	Fer.	7.00	—	6.61	2.50	0.30	4.96	16.53	—	10
— — —	15	2	3.48	—	...	Mixte.	7.00	—	6.60	2.50	0.30	4.95	16.50	—	15
— — —	24	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.00	2.37	0.28	3.98	14.22	—	24
— — —	10	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.58	2.48	0.30	4.90	16.32	—	10
— — —	20	2	3.50	—	..	Fer.	7.00	—	6.92	2.50	0.30	5.19	17.30	20	...
— — —	35	2	4.00	—	...	Mixte.	7.50	—	7.42	2.50	0.30	5.57	18.55	35	..
— — —	15	2	4.00	—	...	—	7.50	—	7.10	2.50	0.30	5.32	17.75	...	15
— — —	30	2	5.50	—	...	—	10.00	—	9.92	2.57	0.78	19.88	25.49	30	...
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons à marchandises diverses	35	2	3.48	—	...	Mixte.	6.44	Bois.	6.39	2.48	0.95	15.06	15.85	35	...
— — —	15	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.48	0.95	15.06	15.85	...	15
— — —	400	2	2.90	—	...	—	5.11	—	5.06	2.37	1.19	14.28	12.00	400	...
— — —	45	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.20	15.48	12.90	45	...
— — —	164	2	2.90	—	...	—	5.11	—	5.06	2.37	1.19	14.28	12.00	Non.	164
— — —	21	2	2.90	—	...	—	5.11	—	5.06	2.37	1.19	14.28	12.00	—	21
— — —	127	2	2.90	—	...	—	5.11	—	5.04	2.37	1.19	14.21	11.94	—	127
— — —	45	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.20	15.48	12.90	—	45

Tableau A. *(Suite.)*

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	PRIX DU WAGON en florins par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON en florins par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou comprend-elle 2 ou 3 parts par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
11.3	1,124	418	7.63	1.82	0.67	1,250	297.62	110.62	Unique.	1870 à 1871	
11.3	1,014	460	8.30	1.62	0.72	1,250	243.66	110.62	—	1884	
11.3	1,033	474	8.30	1.60	0.72	1,250	240.85	110.62	—	1891	
11.3	739	475	8.30	1.14	0.72	1,330	182.94	117.69	—	1890/92 à 1895/96	
11.3	1,157	430	7.63	1.82	0.68	1,250	297.62	110.62	—	1870 à 1871	
11.3	1,289	459	7.63	1.92	0.68	1,500	376.88	132.74	—	1870 à 1871	
11.3	810	533	8.30	1.10	0.72	1,300	174.97	115.04	—	1890	
11.3	878	578	8.30	1.12	0.72	1,640	220.43	145.13	—	1895 à 1896	Marchandises diverses appropriées aux chargements en wagons découverts.
11.3	1,349	592	8.30	1.67	0.72	1,988	400.81	175.93	—	1897	
11.3	1,194	523	8.30	1.67	0.72	1,560	315.15	138.65	—	1891	
11.3	1,254	442	7.63	1.92	0.68	1,500	376.88	132.74	—	1870 à 1871	
11.3	1,163	504	8.30	1.60	0.72	1,500	306.12	132.74	—	1882	
11.3	1,100	505	8.30	1.60	0.72	1,588	305.97	140.53	—	1897	
11.3	975	481	8.80	1.58	0.78	1,250	224.42	110.62	—	1884	
11.3	1,118	527	8.80	1.65	0.78	1,500	281.95	132.74	—	1884 à 1885	
10.0	376	747	11.24	0.57	1.12	1,856	93.36	185.60	—	1891 à 1896	
11.3	325	456	7.63	0.51	0.67	1,300	80.52	115.04	—	1884	
11.3	285	513	7.68	0.51	0.68	1,550	102.92	137.16	—	1884	
11.3	324	410	6.30	0.44	0.56	1,300	91.04	115.04	—	1870 à 1871	Affectés principalement aux transports de houille; sont aussi utilisés pour transports de pierres, de planches, pièces de bois court et bois de chauffage, etc.
11.3	336	460	6.49	0.42	0.57	1,300	83.97	115.04	—	1890	
11.3	366	463	6.35	0.44	0.56	1,600	112.04	141.59	—	1870 à 1871	
11.3	352	445	6.35	0.44	0.56	1,600	112.04	141.59	—	1870 à 1871	
11.3	368	463	6.35	0.45	0.56	1,600	112.60	141.59	—	1870 à 1871	
11.3	379	519	6.49	0.42	0.57	1,480	95.60	130.97	—	1890	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1896.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis
Wagons à marchandises diverses	40	2	3.48	Non.	...	Mixte.	5.79	Bois.	5.74	2.48	1.30	18.51	14.24	40	...
— — —	30	2	3.48	—	...	—	5.79	—	5.74	2.48	1.30	18.51	14.24	30	...
— — —	90	2	3.50	—	...	—	6.37	—	6.30	2.60	1.20	19.65	16.38	90	...
— — —	5	2	3.48	—	...	—	5.79	—	5.74	2.48	1.30	18.51	14.24	...	5
— — —	50	2	3.50	—	...	—	6.37	—	6.30	2.60	1.20	19.65	16.38	...	50
— à ballast.	64	2	2.90	—	...	—	5.80	—	5.70	2.40	0.28	3.83	13.68	64	...
— —	16	2	2.90	—	...	—	5.80	—	5.18	2.40	0.28	3.48	12.43	...	16
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagons à bois court et à planches	70	2	3.48	Non.	...	Mixte.	6.44	Bois.	6.33	2.37	0.28	4.20	15.00	70	...
— à coke.	46	2	2.90	—	...	—	5.11	—	5.06	2.37	1.74	20.88	12.00	46	...
— à bois long	112	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.33	2.37	0.28	4.20	15.00	112	...
β) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU COMPLÉMENTAIRE).															
1° *Wagons de « type courant ».*															
Wagons à marchandises diverses	15	2	3.48	Non.	...	Mixte.	7.00	Bois.	6.90	2.48	0.30	5.13	17.11	15	...
— — —	45	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.90	2.48	0.42	7.19	17.11	45	...
— — —	15	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.92	2.50	0.30	5.19	17.30	15	...
— — —	12	2	3.50	—	...	Fer.	7.00	—	6.92	2.50	0.42	7.23	17.30	12	...
— — —	5	2	3.50	—	...	Mixte.	10.00	—	9.92	2.57	0.78	19.88	25.49	5	...
— — —	30	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.58	2.48	0.30	4.90	16.32	...	30
— — —	15	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.58	2.48	0.45	7.34	16.32	...	15
— — —	11	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.58	2.48	0.30	4.90	16.32	...	11
— — —	8	2	3.50	—	...	Fer.	7.00	—	6.61	2.50	0.45	7.44	16.53	...	8
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons à ballast.	32	2	2.90	Non.	...	Mixte.	5.80	Bois.	5.68	2.72	0.28	4.33	15.45	32	...
— —	8	2	2.90	—	...	—	5.80	—	5.19	2.72	0.28	3.95	14.12	...	8
— à houille	100	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.48	1.00	15.85	15.85	100	...
— —	55	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.48	0.95	15.00	15.85	55	...

Tableau A. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	par mètre cube de capacité.	par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
15.0	308	380	7.03	0.38	0.47	1,570	84.81	104.67	Unique.	1890 à 1891	Affectés principalement aux transports de houille; sont aussi utilisés pour transports de pierres, de planches, pièces de bois court et bois de chauffage, etc.
15.0	319	393	7.03	0.38	0.47	1,450	78.34	96.67	—	1896	
15.0	331	433	7.61	0.39	0.51	1,570	79.90	104.67	—	1897	
15.0	360	444	7.06	0.38	0.47	1,955	105.61	130.33	—	1896	
15.0	376	492	7.64	0.39	0.51	1,955	99.50	130.33	—	1897	
11.3	1,110	376	6.99	1.83	0.62	1,250	326.37	110.62	—	1869	
11.3	1,296	399	6.99	2.00	0.62	1,500	431.03	132.74	—	1869	
11.3	1,167	434	7.63	1.82	0.67	1,250	297.62	110.62	Unique	1870 à 1871	
11.3	229	423	6.30	0.36	0.56	1,350	64.65	119.47	—	1871	
11.3	1,252	466	7.63	1.82	0.67	1,520	361.91	134.51	—	1870	
11.3	1,043	473	8.30	1.62	0.73	1,250	243.66	110.62	Unique.	1882 à 1883	
11.3	722	459	8.30	1.15	0.73	1,250	173.85	110.62	—	1882	
11.3	1,066	489	8.30	1.60	0.73	1,515	291.91	134.07	—	1894	
11.3	776	499	8.30	1.14	0.73	1,515	208.39	134.07	—	1897	
10.0	377	750	11.24	0.57	1.12	1,774	89.24	177.40	—	1895	
11.3	1,144	496	8.30	1.69	0.73	1,500	306.12	132.74	—	1884	
11.3	777	504	8.30	1.13	0.73	1,500	204.36	132.74	—	1882	
11.3	1,122	487	8.30	1.69	0.73	1,500	305.12	132.74	—	1883	
11.3	919	605	8.30	1.12	0.73	1,991	267.61	176.19	—	1897	
11.3	1,062	407	7.10	1.64	0.63	1,437	331.87	127.17	Unique.	1871	
11.3	1,215	425	7.10	1.80	0.63	1,500	379.75	132.74	—	1871	
11.3	338	473	7.63	0.48	0.68	1,300	82.10	115.04	—	1881	
11.3	337	476	7.63	0.51	0.68	1,300	86.32	115.04	—	1881	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1896.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Boîtes ou non ?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des boîtes.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
Wagons à houille.	30	2	3.48	Non.	...	Mixte.	6.44	Bois.	6.39	2.48	0.95	15.06	15.85	30	...
— —	410	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.48	0.95	15.06	15.85	410	...
— —	175	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.48	0.95	15.06	15.85	175	...
— —	50	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.48	1.00	15.85	15.85	...	50
— —	215	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.48	0.95	15.06	15.85	...	215
— —	75	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.48	0.95	15.06	15.85	Sans. ...	75
— à marchandises diverses	84	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.20	15.48	12.90	84	...
— — —	30	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.20	15.48	12.90	30	...
— — —	96	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.20	15.48	12.90	...	96
— — —	20	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.20	15.48	12.90	...	20
— — —	30	2	3.48	—	...	—	5.79	—	5.74	2.48	1.30	18.51	14.24	30	...
— — —	20	2	3.48	—	...	—	5.79	—	5.74	2.48	1.30	18.51	14.24	...	20
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagons à bois long	10	2	3.48	Non.	...	Mixte.	7.00	Bois.	6.90	2.48	0.30	5.13	17.11	10	...
— —	24	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.90	2.48	0.30	5.13	17.11	24	...
— —	16	2	3.24	—	...	—	6.44	—	6.33	2.37	0.28	4.20	14.98	Sans. 16	...
— à coke.	20	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.75	22.58	12.90	20	...
— à chaux	10	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.20	15.48	12.90	10	...
2) Jonction Sud-Nord allemande.															
1° *Wagons de « type courant ».*															
Wagons à marchandises diverses	16	2	3.48	Non.	...	Mixte.	6.44	Bois.	6.32	2.38	0.28	4.21	15.04	16	...
— — —	41	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.32	2.48	0.28	4.39	15.67	41	...
— — —	17	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.90	2.48	0.30	5.13	17.11	17	...
— — —	5	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.91	2.52	0.30	5.00	16.66	...	5
— — —	8	2	3.48	—	...	—	7.00	—	6.58	2.48	0.30	4.90	16.32	Sans. ...	8
— — —	15	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.60	2.38	0.28	4.00	14.28	...	15
— — —	5	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.00	2.48	0.28	4.17	14.88	...	5
— — —	10	2	5.50	—	...	—	10.00	—	9.92	2.57	0.78	19.88	25.49	10	...

Tableau A. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins. total.	PRIX DU WAGON par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des châssis fixes ou mobiles ?	Époque de la construction.	*Observations.*
11.3	369	491	7.63	0.51	0.68	1,300	86,32	115.04	Unique.	1881	
11.3	361	481	7.63	0.51	0.68	1,300	86,32	115.04	—	1881 à 1882	
11.3	345	460	7.63	0.51	0.68	1,300	86,32	115.04	—	1883	
11.3	306	513	7.68	0.48	0.68	1,600	107,26	141.59	—	1881	
11.3	385	513	7.68	0.51	0.68	1,600	112,88	141.59	—	1881 à 1882	
11.3	373	497	7.68	0.51	0.68	1,600	112,88	141.59	—	1883	
11.3	311	427	6.49	0.42	0.57	1,300	83,97	115.04	—	1873	
11.3	351	481	6.49	0.42	0.57	1,240	80,10	109.73	—	1895	
11.3	346	473	6.49	0.42	0.57	1,600	103,36	141.59	—	1873 à 1874	Transports de houille et de planches, ou transports de pièces de bois court ou blocs, etc.
11.3	401	549	6.52	0.42	0.58	1,505	97.22	133.18	—	1894	
15.0	319	393	7.03	0.38	0.47	1,326	71.63	88.40	—	1894	
15.0	360	444	7.06	0.38	0.47	1,596	86,22	106.40	—	1894	
11.3	1,125	511	8.30	0.49	0.73	1,250	243,66	110.62	Unique.	1883	
11.3	1,136	516	8.30	0.49	0.73	1,250	243,66	110.62	—	1883	
11.3	1,345	463	7.63	1.82	0.68	1,300	309,52	115.04	—	1872	
11.3	216	432	6.44	0.29	0.57	1,350	59,79	119.47	—	1873	
11.3	374	512	6.44	0.42	0.57	1,600	103,36	141.59	—	1875	
10.0	1,168	492	7.63	1.81	0.76	1,250	296,91	125.00	Unique.	1877 à 1878	
10.0	1,121	492	7.63	1.74	0.76	1,250	284,74	125.00	—	1882 à 1892	
11.3	1,016	461	8.30	1.62	0.73	1,205	252,44	114.60	—	1883	
11.3	1,274	564	8.30	1.66	0.73	1,557	311,40	137.79	—	1894	
11.3	1,308	524	8.30	1.69	0.73	1,620	330,61	143.36	—	1883	
10.0	1,308	523	7.63	1.91	0.76	1,500	375,10	150.00	—	1877 à 1878	
10.0	1,304	523	7.63	1.83	0.76	1,500	359,71	150.00	—	1882 à 1883	
	356	747	11.24	0.57	1.12	1,775	89,28	177.50	—	1895	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS	Effectif des wagons au 1er janvier 1885.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Boîtes ou non ?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des boggies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Freins à vis.
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons à houille	45	2	3.48	Non.	...	Mixte.	6.32	Bois.	6.27	2.42	0.95	14.41	15.17	...	45
— —	87	2	3.48	—	...	—	6.32	—	6.27	2.42	0.95	14.41	15.17	87	—
— —	96	2	3.48	—	...	—	6.37	—	6.31	2.42	1.04	15.88	15.27	96	—
— —	48	2	3.48	—	...	—	6.37	—	6.31	2.42	1.04	15.88	15.27	...	48
— —	30	2	3.48	—	...	—	6.37	—	6.31	2.48	1.04	16.27	15.65	...	30
— —	10	2	3.48	—	...	—	6.37	—	6.31	2.48	1.04	16.27	15.65	...	10
— —	31	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.50	0.95	15.17	15.97	Sans. 31	—
— —	24	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.50	0.95	15.17	15.97	...	24
— —	86	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.19	15.35	12.90	86	—
— —	36	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.19	15.35	12.90	...	36
— —	20	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.50	1.20	15.60	13.00	...	20
— —	30	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.50	1.20	15.60	13.00	30	—
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagons à planches	10	2	3.48	Non.	...	Mixte.	7.00	Bois.	6.90	2.48	0.30	5.13	17.11	10	—
— —	6	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.32	2.48	0.28	4.39	15.67	6	—
— —	3	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.00	2.48	0.28	4.17	14.88	1	3
— à objets pesants	2	2	4.40	—	...	—	8.62	—	7.92	2.47	0.28	5.48	19.56	Sans. 2	—
— à coke	18	2	3.48	—	...	—	6.32	—	6.27	2.42	1.47	22.30	15.17	18	—
— —	20	2	3.48	—	..	—	6.44	—	6.39	2.50	1.43	22.84	15.97	20	—
— à bois long (1)	50	2	3.48	—	...	—	6.32	—	6.22	2.38	0.30	4.44	14.80	50	—
— à chaux	24	2	2.90	—	...	—	5.25	—	5.20	2.48	1.19	15.35	12.90	24	—
B. — HONGRIE.															
Chemins de fer de l'État.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Type XVIII B	935	2	4.50	Non.	...	En fer cornières	8.00	Mixte.	7.92	2.52	1.05	21.00	20.00	Avec.	—
— XVIII B'.	2,136	2	4.50	—	...	avec entretoises	8.00	—	7.92	2.52	1.05	21.00	20.00	Sans.	—
— XVIII d	451	2	4.50	—	...	—	8.60	Bois.	7.98	2.48	0.70	13.85	19.78	Avec.	—
— XVIII c	538	2	4.50	—	...	—	8.60	—	7.98	2.48	0.70	13.85	19.78	Sans.	—
Types divers	6,201														

Tableau A. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Poids à vide du wagon.	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur développée à l'extrémité des tampons.	par mètre cube de capacité.	par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
5.12	10.0	362	522	7.56	0.52	0.76	1,600	111.03	160.00	Unique.	1892	
4.80	10.0	319	460	7.51	0.52	0.75	1,300	90.22	130.00	—	1866 à 1867	
4.72	12.5	299	381	7.55	0.48	0.60	1,300	81.86	104.00	—	1871	
5.38	12.5	339	430	7.55	0.48	0.60	1,630	100.76	128.00	—	1871	
5.03	10.0	346	553	7.61	0.47	0.76	1,500	92.19	150.00	—	1875 à 1876	Affectés principalement aux transports de houille; sont toutefois utilisés aussi pour transports de pierres, pièces de bois court, blocs, planches, etc.
5.39	10.0	344	550	7.61	0.47	0.76	1,600	83.34	160.00	—		
5.13	11.3	337	452	7.63	0.50	0.68	1,205	85.37	114.60	—	1883	
5.74	11.3	378	508	7.68	0.51	0.68	1,630	107.45	144.25	—	1883	
4.88	10.9	315	480	6.44	0.42	0.64	1,300	84.68	130.00	—	1875 à 1878	
4.55	10.0	342	342	6.44	0.42	0.64	1,600	104.23	160.00	—	1875 à 1878	
5.62	11.3	378	524	6.49	0.42	0.57	1,480	94.97	130.97	—	1890	
5.15	11.3	335	463	6.44	0.41	0.57	1,170	75.00	103.54	—	1890	
5.46	10.0	1,103	565	8.30	1.62	0.83	1,250	243.66	125.00	Unique.	1883 à 1893	Reconstruits p' transp. de planches.
5.45	10.0	1,241	545	7.63	1.74	0.76	1,250	284.74	125.00	—	1888 à 1893	— — —
5.88	10.0	1,393	581	7.63	1.83	0.76	1,500	350.71	150.00	—	1883 à 1885	— — —
7.26	17.5	1,393	456	9.21	1.68	0.53	2,000	342.46	114.28	—	1878	Reconst. p' transp. d'objets pesants.
4.95	10.0	444	490	7.51	0.34	0.71	1,350	63.54	135.00	—	1867	(1) Les wagons destinés aux transports de bois long ont tous des bords latéraux et, par suite, sont rangés dans le groupe 3; ils permettent l'accouplement avec des flèches d'accouplement; celles en bois, armées de fer, ont une longueur de 2 à 4 mètres; celles en fer, ont 1 mètre de longueur.
5.46	11.3	237	479	7.63	0.33	0.68	1,295	53.69	114.60	—	1883	
5.35	10.0	1,115	495	7.62	1.72	0.76	1,300	293.79	130.00	—	1867	
5.05	10.0	368	505	6.44	0.42	0.64	1,600	104.23	160.00	—	1875 à 1879	
7.75	15.0	346.9	485.60	9.23	0.439	0.615	2,134.30	101.67	142.28		1898	
7.83	15.0	314.3	440.00	9.23	0.439	0.615	1,669.61	79.50	111.31		1898	
7.13	10.0	493.2	690.00	9.23	0.670	0.929	2,030.60	144.40	200.00		1884	
7.20	10.0	428.1	593.00	9.23	0.670	0.929	1,500.00	108.30	150.00		1883	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Ecartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Réglés ou non ?	ESSIEUX. Ecartement d'axe en axe des pivots des boggies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	PRIX. Sans frais, frein à levier ou frein à main.	PRIX. Frein à vis.
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons à houille, type XXI v.	367	2	3.6	...	...	Fer coulée.	6.306	Fer.	6.300	2.600	1.150	18.8	16.4	Avec	...
— — — XXI vi	955	2	3.6	...	...	—	6.306	—	6.300	2.600	1.150	18.8	16.4	Sans	...
— — — XXI w	500	2	3.2	...	...	—	5.700	Mixte.	5.640	2.500	0.900	12.7	14.1	Avec	...
— — — XXI wi	1,500	2	3.2	...	...	—	5.709	—	5.640	2.500	0.900	12.7	14.1	Sans	...
— — types divers	5,258	...	...	...	...	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagons-réservoirs, type XXVII a	40	2	4.5	...	...	Fer.	8.060	Fer.	8.100	1.400	...	12.178	...	Sans	...
— — — XXVII b	90	2	4.5	...	...	—	8.060	—	7.000	1.500	...	12.178	...	Avec	...
— — — XXVII c	40	2	4.5	...	...	—	8.060	—	7.000	1.500	...	12.178	...	Sans	...
— — — XXVII d	30	3	4.5	...	...	—	8.060	—	7.264	1.804	...	20.606	...	Avec	...
— — types divers.	20	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Wagons à engrais, type XXIX d.	23	2	3.8	...	...	Fer.	7.008	Fer.	7.000	2.650	0.940	17.4	18.5	Avec	...
— — — XXIX di	60	2	3.8	...	...	—	7.008	—	7. 00	2.650	0.940	17.4	18.5	Sans	...
— — types divers	43	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Wagons pour transports de gaz d'éclairage (3 réservoirs), type Lla.	16	2	4.0	...	...	Fer.	7.600	...	6.730	1.224	...	21.0	...	Sans	...
C. — LUXEMBOURG.															
Chemins de fer et minières Prince Henri.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Wagons à minerai	367	2	2.80	Non.	...	Fer.	5.27	Fer.	5.20	2.10	0.61	8.41	13.00	Avec	...
— —	69	2	2.80	—	...	—	5.27	—	5.20	2.10	0.61	8.41	13.00	Sans	Oui.
— —	104	2	3.00	—	...	—	6.06	—	6.00	2.47	0.70	10.37	14.82	Avec	...
— —	160	2	3.00	—	...	—	6.10	—	6.00	2.47	0.70	10.37	14.82	...	Oui.
— —	85	2	3.50	—	...	—	6.83	—	6.00	2.49	0.90	13.20	14.67	...	Oui.

Tableau A. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT. par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT. par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE. c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE. par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE. par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON. total.	PRIX DU WAGON. par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON. par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
						Florins.	Florins.	Florins.			
15.000	367.0	460.0	7.536	0.401	0.502	2,030	107.91	135.33	...	1894	
15.000	318.1	398.6	7.536	0.401	0.502	1,550	82.41	1 3.33	...	1894	
10.000	488.0	620.0	6.930	0.545	0.693	...	...	...	...	1896	
10.000	401.6	510.0	6.930	0.545	0.693	..	...	...	...	1896	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
10.000	587.2	715.00	9.290	0.763	0.929	2,150	176.59	215.00	...	1883	
10.000	702.2	855.00	9.290	0.763	0.929	2,760	226.69	276.00	...	1885	
10.000	574.9	700.00	9.290	0.763	0.929	2,250	184.80	225.00	...	1885	
15.000	567.8	780.00	9.290	0.450	0.619	3,665	177.86	244.33	...	1884	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
12.500	413.8	576.00	8.238	0.473	0.659	2,320	133.33	185.60	...	1893	
12.500	379.3	528.00	8.238	0.473	0.659	1,905	109.48	152.40	...	1893	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
10.0.0	601.2	1.450.00	8.830	0.367	0.883	5,888	245.33	588.80	3réservoirs.	1897	
						Francs.	Francs.	Francs.			
10	710	600	6.47	0.76	0.61	1,910	230	191	..	1872 à 1874	Destinés aux transports de minerais de fer.
10	710	630	6.47	0.76	0.61	2,210	266	221	...	1873	
11	627	610	7.26	0.70	0.48	2,200	212	147	...	1871 à 1884	
11	627	610	7.30	0.70	0.48	2,610	211	177	...	1871	
11	632	117	7.93	0.60	0.13	2,080	203	208	...	1897	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extérieur des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à serrer ou frein à vis.	Frein à vis.
2e *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Néant.															
3e *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Néant.															
D. — ROUMANIE.															
Chemins de fer de l'État.															
1er *Wagons du « type courant ».*															
Type Kn	104	2	3.50	...	...	Mixte.	7.08	Mixte.	6.92	2.57	0.45	8.00	17.78	87	17
—	532	2	4.00	...	...	Fer.	6.97	—	6.81	2.50	0.26	4.42	17.02	409	123
—	560	2	4.00	...	...	Mixte.	6.66	—	6.50	2.45	0.26	4.14	15.93	436	124
—	15	2	3.48	...	...	—	6.65	—	6.48	2.68	0.47	8.16	17.37	9	6
2e *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Type K	130	2	3.70	...	...	Fer.	7.06	Mixte.	6.90	2.55	0.60	10.55	17.59	104	26
— K	956	2	4.00	...	...	—	7.00	—	6.84	2.50	0.80	13.68	17.10	700	256
— K	20	2	2.90	...	...	Mixte.	6.11	—	5.95	2.40	0.80	11.42	14.28	15	5
— K	60	2	2.55	...	...	—	4.66	—	4.50	2.15	0.50	4.84	9.68	69	—
— Kc	73	2	3.10	...	...	Fer.	5.91	Fer.	5.74	2.50	0.66	9.47	14.35	62	11
— Kc	65	2	2.90	..	...	Mixte	5.32	—	5.15	2.50	1.20	15.44	12.87	43	22
— Knl	400	2	4.00	...	...	Fer.	6.99	Mixte.	6.81	2.50	0.26	4.42	17.02	200	200
— Ls	22	4	10.34	Oui.	8.50	—	12.56	—	12.40	2.50	0.40	12.40	31.00	22	—
— Ls	28	4	10.34	—	8.50	—	12.90	—	12.10	2.50	0.40	12.10	30.25	...	28

Tableau A. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en francs total.	PRIX DU WAGON par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
10.0	0.65	0.52	8.20	0.46	0.82	...	...	...	Unique.	1877 à 1879	Le cube utilisable inscrit est obtenu par le produit des trois dimensions intérieures de la caisse. Le prix inscrit est celui d'achat moyen du wagon avec et sans frein.
10.0	1.29	0.57	8.10	0.48	0.81	2,934	664	293	—	1892 à 1893	
10.0	1.26	0.52	7.80	0.49	0.78	...	...	...	—	1872 à 1885	
10.0	0.63	0.51	7.75	0.45	0.77	...	...	...	—	1869	
10.0	0.50	0.52	8.20	0.47	0.82	...	...	...	Unique.	1873	
10.0	0.38	0.52	8.10	0.47	0.81	2,916	213	292	—	1869 à 1894	
10.0	0.42	0.48	7.12	0.50	0.71	...	...	...	—	1872	
5.0	0.87	0.84	5.50	0.57	1.10	...	...	...	—	...	Les wagons K et Kc sont spécialement construits pour transports de charbons; les wagons Knl pour bois de chauffage et planches, et Ls, pour rails et bois long.
10.0	0.63	0.60	7.01	0.49	0.70	...	...	...	—	1872 à 1873	
10.0	0.31	0.48	6.48	0.50	0.65	...	...	...	—	1879	
10.0	1.47	0.65	8.10	0.48	0.48	3,305	749	330	—	1892 à 1893	
25.0	1.30	0.65	13.70	0.44	0.55	5,730	462	229	—	1894	
25.0	1.45	0.70	14.10	0.47	0.56	6,607	546	264	—	1894	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. *(Suite.)*

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non ?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots de bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sabot Frein à levier ou frein à vis.	Frein à vis.
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Type H	13	2	2.90	...	....	Mixte.	5.91	Bois.	5.76	2.36	1.93	26 23	13.59	8	5
— H	124	2	3 30	...	..	—	5 76	—	5.60	2.41	1.96	26.45	13 50	104	20
— H	1	2	2.75	...	....	—	4.54	—	4.38	2.08	2.48	22 56	9.11	1	..
— Kz	28	2	4.00	...	...	Fer.	7.88	Fer.	7 72	1 67	...	16 70	...	28	..
— Kz	7	2	3.78	...	...	—	7.44	—	7.28	1 68	...	16.13	...	7	..
— Kz	5	2	4.50	...	...	—	8.18	—	7.11	1.80	...	18.08	...	..	5
— Kz	20	2	4.50	...	...	—	8.16	—	7.10	1.68	..	15.50	...	...	20
— Kz	46	2	3.50	...	...	—	6.42	—	6.26	1.58	...	12 29	...	46	..
— P	1	2	6.00	...	...	Mixte.	...	Bois.	...	...	...	...	...	1	..
***E.* — SUISSE.**															
Chemin de fer rhétique.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Type L	5	2	3.00	Non.	...	Fer.	6.00	Mixte.	5.45	2.33	1.00	12.15	12.15	Sont tous pourvus d'un frein à main du frein Hardy.	
—	5	2	3.15	—	...	—	6.25	—	5.75	2.33	1 00	13 40	13.40		
—	5	2	3.15	—	...	—	6.25	—	5.75	2.33	1 00	13 40	13.40		
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Néant.															
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Néant.															

Tableau A. *(Suite.)*

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en francs. total.	PRIX DU WAGON par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
10.0	0.21	0.35	7.05	0.52	0.70	...	...	...	Unique.	1875	Les wagons H sont pour transports de bestiaux; les wagons-réservoirs Kz pour pétrole, et les wagons P pour paille.
10.0	0.20	0.32	6.85	0.51	0.68	...	...	...	—	1869 à 1870	
7.0	0.22	0 70	5.67	0.62	0.81	...	...	...	—	...	
15.0	0.56	0.63	8 50	...	0.57	6,623	397.00	441.00	—	1891	
14.5	0.58	0.64	8.50	...	0.59	5,600	347.00	386.00	—	1888	
16.0	0.56	0.63	9.28	...	0.58	...	..	...	—	1896	
14.0	0.70	0.78	9.56	...	0.66	6,623	421.00	473.00	—	1891	
11.0	0.55	0.62	8.00	...	0.73	...	...	...	—	1873 à 1884	
10.0	...	0.70	...	...	...	...	...	...	—	1887	
10.0	3.42	4.15	6.50	5 68	6.90	3,570	294.00	357.00	Unique.	1888 à 1889	
10.0	3.21	4.30	7.15	5.34	7.15	3,420	256.00	343.00	—	1889 à 1890	
10.0	3.44	4.62	7.15	5.34	7.15	2,051	228.00	305 10	—	1895 à 1897	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. *(Suite.)*

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1886.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non ?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein. Frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
Chemin de fer Nord-Est suisse.															
	57	2	3.9	Non.	...	Mixte.	6.23	Bois.	6.23	2.63	0.9	14.67	16.30	...	Oui.
	54	2	3.3	—	...	—	6.06	—	5.61	2.61	0.9	13.14	14.60	...	—
	33	2	3.3	—	...	—	6.23	—	5.97	2.61	0.9	13.95	15.50	Sans	—
Type L. Wagons découverts à marchandises et à parois de plus de 60 centimètres de hauteur. Wagons pouvant être utilisés d'une façon générale à parois mobiles ou avec portes latérales et avec faculté de chargement jusqu'à 10 tonnes.	32	2	3.3	—	...	—	6.06	—	5.97	2.61	0.9	13.95	15.50	—	...
	9	2	3.3	—	...	Fer.	6.06	—	5.97	2.61	0.9	13.95	15.50	—	...
	170	2	3.45	—	...	—	6.07	—	5.98	2.62	0.9	14.04	15.60	—	..
	279	2	3.45	—	...	—	6.07	—	5.98	2.62	0.9	14.04	15.60	—	Oui.
	9	2	3.45	—	...	Mixte	6.06	—	5.91	2.48	0.9	13.14	14.60	...	—
	4	2	2.7	—	...	—	5.80	—	4.5	2.55	0.9	10.26	11.40	A levier.	...
	2	2	2.7	—	...	—	6.06	—	4.5	2.55	0.9	10.26	11.40	...	Oui.
	20	2	4.65	—	...	Fer.	8.17	—	8.1	2.65	1.2	25.80	21.50	Sans	...
Type LBI. Wagons à parois mobiles ou avec portes latérales d'une surface de plancher de plus de 16 mètres carrés et avec faculté de chargement de plus de 10 et jusqu'à 13 tonnes.	10	2	4.65	—	...	—	8.17	—	8.1	2.65	1.2	25.80	21.50	A levier.	...
	30	2	4.8	—	...	—	8.58	—	8.1	2.65	1.2	25.80	21.50	...	Oui.
	10	2	4.8	—	...	—	8.68	—	8.1	2.65	1.2	25.80	21.50	...	—
	20	2	4.8	—	...	—	8.67	—	7.955	2.65	1.2	25.29	21.80	...	—
	40	2	5.0	—	...	—	8.98	—	8.205	2.7	1.2	26.58	22.15	...	—
Type M. Wagons découverts à marchandises et à parois de 60 centimètres et moins. Wagons pouvant être utilisés comme les types L.	25	2	2.7	—	...	—	5.70	—	5.61	2.61	0.38	5.54	14.60	...	—
	6	2	2.7	—	...	—	5.70	—	5.61	2.61	0 38	5.54	14.60	Sans	...
	12	2	3.45	—	...	—	5.70	—	5.98	2.62	0.45	7.02	15.60	...	Oui.
Type M3. Wagons pouvant être utilisés d'une façon générale, à parois mobiles ou avec portes latérales et avec faculté de chargement de plus de 13 tonnes	50	2	3.45	—	...	—	6.06	—	5.98	2.62	0.36	5.61	15.60	...	—
	130	2	3.45	—	...	—	6.06	—	5.98	2.62	0.36	5.61	15 60	...	—
	10	2	3.45	—	...	—	6 06	—	5.98	2.62	0.36	5.61	15.60	...	—
	10	2	3.45	—	...	—	6.06	—	5.98	2.62	0.36	5.61	15.60	Sans	—
Type MR2. Wagons d'une surface de plancher de plus de 16 mètres carrés et avec faculté de chargement de plus de 13 tonnes	79	2	4.0	—	...	—	7.1	—	6.27	2.7	0.45	7.61	16.92	...	—
Wagons privés.															
Type O2. Wagon spécial pour le transport de drague.	1	2	4.0	Non.	...	Fer.	7.5	Bois.	6.8	2.65	1.2	21.62	18.02	...	Oui.

Tableau A. *(Suite.)*

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur de voie libre à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en francs total.	PRIX DU WAGON par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
10.0	...	...	7 44	...	...	3,306.14	...	...	Unique.	1861	
10.0	...	...	7.26	...	...	3,585.22	...	...	—	1863 à 1864	
10.0	...	...	7.26	...	...	3,204.40	...	...	—	1865 à 1867	
10.0	...	...	7.26	...	...	3,204.40	...	...	—	1865 à 1867	
10.0	...	...	7.26	...	...	3,300.00	...	...	—	1865	
10.0	...	...	7.26	...	...	3,762 50	...	..	—	1871 à 1876	
10.0	...	...	7.26	...	...	4,244.94	...	...	—	1871 à 1876	
10.0	...	...	7.20	...	...	3,084.50	...	...	—	1875	
10.0	...	...	6.85	...	...	3,059.00	...	...	—	1855 à 1860	
10.0	...	...	7.07	...	...	2,656.50	...	..	—	1857	
12.5	...	...	9.37	...	...	2,629.00	...	...	—	1885	
12.5	...	...	9.37	...	...	2,761.19	...	...	—	1886	
12.5	...	...	9.60	...	...	3,226.57	...	..	—	1888 à 1889	
12.5	...	...	9 70	...	...	3,844.50	...	...	—	1890	
12.5	...	...	9.78	...	..	3,692 00	...	...	—	1891	
12.5	...	...	10.00	...	...	3,410.50	...	...	—	1893	
10.0	..	...	6.70	...	...	3,155.00	...	..	—	1866	
10.0	...	...	6.70	...	..	3,155.00	...	...	—	1866	
10.0	...	...	7.38	...	...	1,000.00	...	...	—	1878	
15.0	...	...	7.36	..	...	3,895.00	...	...	—	1872 à 1873	
15.0	...	...	7.36	...	...	4,346 77	...	...	—	1874 à 1876	
15.0	...	...	7.38	...	...	1,000.00	...	...	—	1878	
15.0	...	...	7 38	...	...	1,000.00	...	..	—	1878	
15.0	...	...	8 30	..	...	2,912.33	...	...	—	1891 à 1892	
15.0	...	...	8.70	...	..	..	..	...	Unique.	1897	

ANNEXE III.

Conditions techniques d'établissement des wagons couverts pour le transport des marchandises en P. V.
(Wagons appartenant à des particuliers admis à circuler sur le réseau.)

Tableau A'.

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non ?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. Dimensions intérieures. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à vis.	Frein à vis	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE C'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	par mètre cube de capacité.	par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité utile ou comprend-elle des compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Époque de la construction.	*Observations.*
A. — AUTRICHE.																											
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.																											
Wagons pour transport de poix et résines . .	4	2	2.88	Non.	Non.	Bois.	5.80	Mixte.	5.67	2.34	0.90	11.9	13.2	Sans	Sans	9.500	0 89	0.61	7 05	0.59	0.74	1,100	92 4	115.8	Non.	...	
Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.																											
NORD-OUEST AUTRICHIEN.																											
1° *Wagons du « type courant ».*																											
Néant.																											
2° *Wagons « prévus à des transports spéciaux ».*																											
Néant.																											
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*																											
Wagons-réservoirs	46	2	3.40	Non	...	Fer.	6.71	...	...	...	...	12.90	...	Sans		10.000	5 56	7.44	7.91	0.61	0.79	2,500	193.10	250.00	...	1889 à 1890 (1)	
—	3	2	3.90	—	...	—	6.50	...	...	...	...	13.90	...	—		10.500	6.38	8.45	7.70	0.55	0.73	3,200	230.22	304.76	...	1890	
—	7	3	4.10	—	...	—	8.20	...	...	...	...	13.03	...	—		18.000	8 60	5.80	9.40	0.72	0.52	3,700	291.63	205.55	...	1891	Pour transports d'huiles minérales soit d'alcool et de mélasse.
—	5	3	4.20	—	...	—	8.30	...	...	...	...	13.56	...	—		18.000	7 77	5.86	9.50	0.70	0.53	3,700	272.86	205.55	...	1893	
—	13	3	4.10	—	...	—	8.16	...	...	...	...	13.13	...	—		15.000	8.18	7.16	9.40	0.72	0.63	3,360	255.90	224.00	...	1895	
—	10	3	4.20	—	...	—	8.30	...	...	...	...	13.56	...	—		15.000	8.16	7.37	9.60	0.71	0 64	3,585	264.38	238.67	...	1897	
—	1	2	3.40	—	...	—	6.70	...	...	...	...	12.98	...	—		10.000	6.68	8.67	7 89	0.61	0.79	2,600	231.12	280 00	...	1893	

(1) L'année de livraison ne correspond pas toujours avec celle de l'entrée du véhicule dans le parc du matériel roulant du Nord-Ouest autrichien.

ANNEXE III.

Tableau A'.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A'. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1896.	ESSIEUX. Nombre.	Ecartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non ?	Ecartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extérieur des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sous frein. Frein à levier ou frein à main.	Freins à vis.	Tonnage inscrit.	RENSEIGNEMENTS DIVERS. POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE. L'axe de la longrine du milieu à l'extrémité des tampons.	par mètre cube de capacité.	par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins. total.	par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Époque de la construction.	*Observations.*
Wagons-réservoirs	1	2	3.40	Non.	...	Fer.	6.50	...	...	...	...	14.00	...	Sans	1	12.000	576	673	7.67	0.55	0.64	2,850	203.57	237.50	...	1894 (1)	Pour transports d'huiles minérales, soit d'alcool et de mélasse.
—	1	2	3.40	—	...	—	6.70	...	...	...	...	12.00	...	—	1	11.000	726	792	7.97	0.66	0.72	2,450	204.17	222.73	...	1896	
—	10	3	4.10	—	...	—	8.16	...	...	...	...	13.00	...	—	10	18.000	708	577	9.40	0.72	0.52	3,350	257.69	186.11	...	1894	(1) L'année de livraison ne correspond pas toujours avec celle de l'entrée du véhicule dans le parc du matériel roulant du Nord-Ouest autrichien.
—	1	2	3.90	—	...	—	6.50	...	...	...	...	13.09	...	—	1	12.000	651	710	7.70	0.59	0.64	2,850	217.72	237.50	...	1894	
—	2	2	4.00	—	...	—	6.92	...	...	...	...	14.10	...	—	2	10.900	618	800	8.16	0.58	0.75	2,680	190.07	245.87	...	1895 à 1896	
β) JONCTION SUD-NORD ALLEMANDE.																											
1° *Wagons du « type courant ».*																											
Néant.																											
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*																											
Néant.																											
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*																											
Wagons pour transports d'alcools	4	2	4.00	Non.	...	Fer.	7.61	...	...	...	...	13.00	...	Sans	4	10.00	637	876	8.80	0.67	0.88	3,000	230.76	300.00	Unique.	1893 (1)	
— —	6	2	3.40	—	...	—	6.50	...	...	...	...	13.00	...	—	6	10.00	608	791	7.70	0.59	0.77	2,810	216.15	281.00	—	1892	
— —	4	2	3.40	—	...	—	6.70	...	...	...	...	13.55	..	—	4	11.00	642	702	7.97	0.59	0.72	2,450	180.81	222.73	—	1895	
— —	4	2	3.40	—	...	—	6.50	...	...	...	...	14.17	...	—	4	12.00	601	710	7.74	0.54	0.65	2,900	204.65	241.67	—	1896	
— —	2	2	4.44	—	...	—	8.22	...	...	...	...	12.80	...	2	—	10.00	653	835	9.44	0.74	0.94	2,353	183.82	235.30	—	1884	(1) L'année de livraison ne correspond pas toujours à celle de l'entrée du véhicule dans le parc du matériel roulant de la Compagnie Jonction Sud-Nord allemande.
— —	1	2	4.44	—	...	—	8.22	...	...	...	...	12.80	...	Sans	1	11.30	715	809	9.44	0.74	0.84	2,800	218.75	247.79	—	1884	
— —	5	2	3.40	—	...	—	6.50	...	...	...	...	14.00	...	—	5	12.00	603	703	7.74	0.55	0.65	2,810	229.98	234.16	—	1895	
— —	2	2	4.44	—	...	—	8.22	...	...	...	...	12.83	...	—	2	12.50	710	759	9.44	0.74	0.78	2,800	218.23	233.33	—	1884	
— —	2	2	4.44	—	...	—	8.22	...	...	...	...	12.83	...	2	—	12.00	618	692	9.44	0.74	0.78	2,500	194.85	208.33	—	1884	

Tableau A'. (*suite*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*suite*).

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	PRIX. Sans frein, frein à levier ou frein à vis.	Frein à vis.
B. — HONGRIE.															
Chemins de fer de l'État.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Néant.															
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons à marchandises diverses	1	2	7.85	...	...	Fer.	13.520	...	12.78	2.80	2.100	...	35.8	...	Oui.
— —	1	2	7.85	...	...	—	13.520	...	12.78	2.80	2.100	...	35.8	...	—
— pour transports de meubles	1	2	7.85	...	...	—	13.520	...	12.78	2.53	...	...	32.3	...	—
— avec ranchers, pour transp. de roseaux.	5	2	7.85	..	...	—	12.920	...	12.78	2.80	2.100	...	35.8	...	...
— pour transports de meubles	3	2	7.85	...	...	—	12.920	...	12.78	2.80	..	...	35.8	...	...
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
. . . . .	1	2	5.30	...	...	Fer.	7.800	...	7.800	2.050	..	...	...	...	...
C. — ROUMANIE.															
Chemins de fer de l'État.															
Wagons de « types exceptionnels ».															
Type Kz	19	2	4.45	...	...	Fer.	8.23	Fer.	7.22	1.51	...	13.60	...	12	7
—	20	2	4.20	...	...	—	8.09	—	6.83	1.89	...	19.17	...	...	20
—	54	2	4.60	...	...	—	6.97	—	6.81	1.73	...	16.00	...	40	14
—	15	2	3.70	...	...	—	6.47	—	6.31	1.68	...	14.09	...	15	...
—	16	2	3.50	...	...	—	6.80	—	5.00	1.71	...	12.86	...	1	15

Tableau A. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins. total.	PRIX DU WAGON en florins. par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON en florins. par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
12.000	...	900	14.728	...	1.22	3,500	...	291	...	1893 à 1898	
12.000	...	820	14.728	...	1.22	3,500	...	291	...	1893 à 1898	
12.000	...	755	14.728	...	1.22	3,500	...	291	...	1893 à 1898	
12.000	...	840	14.150	...	1.18	3,000	...	250	...	1893 à 1898	
12.000	...	840	14.150	...	1.18	3,000	...	250	...	1893 à 1898	
15.000	..	460	9.030	..	0.61	...	...	...	...	1898	
12.0	0.62	0.72	9.43	...	0.79	...	..	...	Unique.	1884 à 1897	
17.3	0.53	0.60	9.19	...	0.53	...	...	...	—	1884 à 1897	
14.0	0.59	0.67	8.47	..	0.60	...	...	...	—	1884 à 1897	Les wagons-réservoirs Kz sont pour le transport du pétrole.
13.0	0.61	0.65	8.47	...	0.65	...	...	...	—	1884 à 1897	
12.0	0.66	0.71	8.00	...	0.67	...	...	...	—	1884 à 1897	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE IV.

Tableau B.

Conditions techniques d'établissement des w

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Boges ou non?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des boges.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extérieur des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	CAISSE. Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
A. — AUTRICHE.															
Chemins de fer de l'État.															
Wagons du type G	8,236	2	2.9 à 4.3	...	...	Mixte.	5.7 à 7.3	Bois.	5.00 à 6.32	2.31 à 2.60	1.86 à 2.15	22.0 à 36.3	11.6 à 17.3	...	3,33
Wagons à 4 essieux, type Ga	13	4	2.5	Oui.	6.4 à 9.7	—	9 à 13	—	9.0 à 13.0	2.50 à 2.51	2.05	46.1 à 66.8	22.5 à 32.6	...	13
Fourgons à bagages, types Gd. et Gdc.	101	2	2.9 à 5.5	—	6.4 à 9.7	—	5.6 à 10	—	5.6 à 9.9	2.40 à 2.63	1.91 à 2.17	27.1 à 50.0	13.8 à 25.0	...	65
Grands wagons, type Ge.	324	2	5.5	—	6.4 à 9.7	—	10	—	9.98	2.51	2.00	50.0	25.0	...	28
Grands wagons (transports à la rinfusa), types Gr. et Grt.	3,876	2	3.4 à 4.1	—	6.4 à 9.7	—	6.39 à 7.08	—	6.94 à 7.0	2.45 à 2.60	1.93 à 2.14	30.4 à 37.5	15.0 à 17.5	...	1,57
Grands wagons ambulance militaire, type Gs.	336	2	2.9 à 3.8	—	6.4 à 9.7	—	5.06 à 7.08	—	5.61 à 6.82	2.31 à 2.60	1.90 à 2.40	24.7 à 36.3	13.0 à 17.3	...	6
Grands fourgons à bagages de l'ambulance militaire, type Gsd.	55	2	2.9 à 3.8	—	6.4 à 9.7	—	5.06 à 6.6	—	5.0 à 6.65	2.31 à 2.49	1.90 à 2.10	22.0 à 31.1	11.6 à 15.8	...	3
Wagons fourgons d'ambulancede l'ordre de Malte, type Gsm.	63	2	3.6 à 5.0	—	6.4 à 9.7	—	6.6 à 8.0	—	6.47 à 7.60	2.40 à 2.60	2.0 à 2.2	32.2 à 36.8	15.7 à 17.9	...	1
Wagons avec portières dans les parois de tête, types Gt. et Gtc.	2,888	2	3.7 à 5	—	6.4 à 9.7	—	6.5 à 9.0	—	5.93 à 8.90	2.38 à 2.55	1.91 à 2.14	27.1 à 46.6	14.2 à 22.7	...	56
A reporter.	15,892														

ANNEXE IV.

...rts pour le transport des marchandises en P. V.

Tableau B.

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	par mètre cube de capacité.	par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins. total.	par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
10 à 12	227 à 216	500 à 683	7.0 à 8.54	0.31 à 0.23	0.70 à 0.71	1,500 à 2,100	68 à 57	150 à 175	1 compartiment.	1859 à 1898	
15	544 à 412	816 à 897	10.4 à 14.4	0.22 à 0 21	0 69 à 0.96	2,620	56 à 38	173	—	—	
10 à 12.5	195 à 182	530 à 728	7.0 à 11.3	0 25 à 0.22	0.7 à 0.9	1,900 à 2,100	70 à 42	190 à 168	3 comp. et plus.	—	
12.5	177 à 180	708 à 728	11 3	0.22	0.9	2,334 à 2,730	46 à 54	187 à 298	1 compartiment.	—	
10 à 12.5	185 à 230	565 à 690	7.7 à 8.4	0.22	0.77 à 0.7	1,580 à 2,900	52 à 77	158 à 232	—	—	
10 à 12.5	205 à 193	503 à 560	7.0 à 7.9	0.28 à 0.21	0.7 à 0.6	1,580 à 2,400	64 à 66	158 à 192	—	—	
10 à 12.5	254 à 242	567 à 602	6.4 à 8.0	0.29 à 0.25	0.64	1,800 à 2,000	66 à 64	180 à 160	—	—	
7 à 12.5	208 à 226	1,340 à 665	7.9 à 9.2	0.24 à 0.25	1.5 à 0.73	2,000 à 2,600	62 à 70	400 à 208	—	—	
10 à 12.5	214 à 146	580 à 546	8.0 à 10.3	0.29 à 0.22	0.8 à 0.81	1,650 à 2,350	60 à 50	165 à 104	—	—	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non ?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	PRIX. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
Report. . .	15,892														
Wagons-écuries, type H. et Ha.	+ 155	2	2.5 à 4.6	Oui	6.4 à 9.7	Mixte.	4.3 à 6.7	Bois.	2.95 à 6.64	2.31 à 2.62	2.11 à 2.36	24.3 à 33.8	7.5 à 17.3	...	44
— pour bêtes à cornes, type L. . .	+ 157	2	2.9 à 3.8	—	6.4 à 9.7	—	6.3 à 7.4	—	5.61 à 6.96	2.46 à 2.57	1.93 à 2.35	28.2 à 33.9	13.8 à 17.7	...	11
— à porcs, types M. et Me.	+ 613	2	3.8 à 5.5	—	6.4 à 9.7	—	5.9 à 10.06	—	5.64 à 9.98	2.33 à 2.60	0.84 à 1.07	25.1 à 50.0	13.1 à 25.0	...	218
— à bière, type Gb.	+ 40	2	2.9 à 4	—	6.4 à 9.7	—	5.8 à 6.5	—	6.19 à 6.38	2.33 à 2.57	1.65 à 1.90	24.2 à 29.6	14.4 à 16.3	...	...
— à viande, type Gf.	+ 87	2	2.9 à 5.5	—	6.4 à 9.7	—	6.9 à 10.06	—	5.61 à 9.98	2.38 à 2.51	1.18 à 2.67	...	13.8 à 25.0	...	14
— à lait, type Gi.	+ 17	2	3.79	—	6.4 à 9.7	—	6.6 à 6.7	—	6.55 à 6.61	2.40	1.90 à 2.10	...	...	...	...
Wagons-réservoirs, type R.	+ 58	2	3 à 4.5	—	6.4 à 9.7	—	5.6 à 6.7	Chaudière	...	...	...	...	...	...	6
Total. . .	17,019	2 à 4													
Dont :															
Wagons de types divers	1,127	2													
— privés { couverts et à bière. . .	576	2	3.9 à 4	—	6.4 à 9.7	Mixte.	5.8 à 6.5	...	6.19 à 6.38	2.33 à 2.57	1.65 à 1.90	24.2 à 29.6	14.4 à 16.3	...	46
réservoirs	504	2	3.0 à 4.5	—	6.4 à 9.7	—	5.6 à 6.7	Chaudière	...	...	...	...	...	...	42
Ensemble. . .	19,226														

Tableau B. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire largeur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en fonte. total.	PRIX DU WAGON en fonte. par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON en fonte. par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Époque de la construction.	*Observations.*
2.5 à 10	200 à 233	2,000 à 790	5.58 à 7.9	0.23	2.21 à 0.79	1,500 à 3,200	61 à 94	600 à 320	1 compartiment	1859 à 1898	
10	184 à 223	520 à 757	7.36 à 7.62	0.26 à 0.22	0.73 à 0.76	1,400 à 1,850	49 à 54	140 à 185	—	—	
8 à 12	220 à 230	717 à 968	7.0 à 11.325	0.27 à 0.22	0.87 à 0.94	1,600 à 3,200	43 à 64	200 à 266	2 et 4 compart.	—	
10	326 à 291	789 à 764	7.0 à 8.02	0.28 à 0.27	0.7 à 0.8	1,600 à 2,500	66 à 84	160 à 250	1 compartiment	—	
7.5 à 12	...	763 à 1,166	8.14 à 11.3	...	1.0 à 0.9	2,000 à 4,600	...	266 à 383	—	—	
10	...	590	7.9	...	0.7	1,700 à 2,000	...	170 à 200	—	—	
10 à 12	...	760 à 766	7.0 à 7.9	...	0.7 à 0.6	1,350 à 3,100	...	135 à 258	—	—	
9 à 12.5	326 à 292	755 à 691	7.9 à 8.1	0.33 à 0.27	0.87 à 0.65	1,600 à 3,600	66 à 122	178 à 288	—	—	
10 à 12.5	...	650 à 888	7.0 à 7.9	...	0.7 à 0.6	2,500 à 3,500	...	250 à 280	—	—	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Ecartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non ?	ESSIEUX. Ecartement d'axe en axe des pavois des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
Chemins de fer du Sud de l'Autriche.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Wagons du type ordinaire	3,327	2	2.90	...	...	Bois.	5.80	Mixte	5.68	2.43	2.02 à 2.15	27.9	13.8	...	–
— —	1,235	2	2.90	...	...	Mixte	5.80	Bois.	5.614	2.344	2.029 à 1.959 (2.23)	26.7 à 25.5	13.2	...	–
		2	3.60	...	...	—	6.56	—	6.50	2.50	2.07 à 2.22	33.6	16.3	...	–
— —	972	2	3.60	...	...	Fer.	6.56 à 7.16	Mixte	6.50	2.50	2.07 à 2.22	34.0	16.4	...	–
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons de grande capacité	197	2	6.00	...	...	Fer.	10.06 à 10.66	Mixte.	9.98	2.52	2.055 à 2.20	51.7	25.2	...	–
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*											Hauteur des flasques.		Par flasque.		
Wagons pour transports de porcs	67	2	2.90	...	...	Bois.	5.80	Bois.	5.75	2.48	0.849 à 0.910	...	14.6	...	–
— — —	57	2	2.90	...	...	Mixte.	5.80	—	5.75	2.48	0.849 à 0.910	...	12.6	...	–
— — —	83	2	3.60	...	...	—	7.06	—	7.00	2.50	1.0 à 1.035	...	15.6	...	–
Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État.															
1° *Wagons du « type couvert ».*															
Wagons couverts	13	2	3.00	Non.	...	Fer.	5.400	Bois.	5.34	2.50	2.00	26.6	13.3	Sans.	–
— —	4	2	3.00	...	...	—	5.400	—	5.34	2.50	2.00	26.6	13.3	A vis.	–
— —	275	2	3.66	...	...	—	6.380	—	6.33	2.53	1.95	31.2	16.0	Sans	–

Tableau B. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Poids tare.	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	PRIX DU WAGON par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles.	Époque de la construction.	*Observations.*
5.50 à 5.90	10.0	0.184 à 0.208	0.515 à 0.580	7.02 à 7.07	0.25 à 0.253	0.702 à 0.707	...	...	...	Unique.	1860 à 1868	
5.50 à 6.10	10.0	0.206 à 0.228	0.55 à 0.61	7.02 à 7.07	0.263 à 0.277	0.702 à 0.707	...	...	...	—	1869 à 1882	
6.60 à 7.50	12.0	0.202 à 0.223	0.567 à 0.625	7.79 à 7.85	0.231 à 0.233	0.650 à 0.651	...	...	...	—	1883 à 1895	
7.20 à 8.05	12.0	0.212 à 0.254	0.600 à 0.720	7.79 à 8.39	0.231 à 0.250	0.650 à 0.700	...	...	...	—	1896	
9.2 à 10.5	12.0	0.178 à 0.233	0.767 à 0.875	11.29 à 11.89	0.218 à 0.230	0.940 à 0.990	...	...	...	Unique.	1893	Essieu mobile du *Verein*.
5.80 à 6.30	10.0	...	0.58 à 0.62	7.02 à 7.07	...	0.702 à 0.707	...	...	...	Unique.	1860 à 1871	
6.00 à 6.50	10.0	...	0.600 à 0.650	7.02 à 7.07	...	0.702 à 0.707	...	...	...	—	1872 à 1882	
7.30 à 8.52	12.0	...	0.658 à 0.710	8.270 à 8.335	...	0.690 à 0.712	...	...	...	—	1883	
5.20	10.500	201	559	6.674	0.251	0.635	... (1)	...	...	Unique.	1883	(1) Nous ne sommes pas en mesure d'indiquer exactement le prix des wagons.
5.60	10.500	210	533	6.624	0.259	0.630		...	...	—	1883	
6.20	10.500	200	500	7.568	0.285	0.721		...	...	—	1882 à 1883	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non ?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extérieur des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	PRIX. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
Wagons couverts	132	2	3.66	...	...	Fer.	6.980	Bois.	6.33	2.53	1.95	31.2	16.0	A vis.	—
— —	15	2	3.66	...	...	—	7.930	—	6.50	2.49	1.95	31.6	16.2	Sans.	—
— —	18	2	4.00	...	...	—	7.145	Mixte.	6.50	2.53	1.98	32.6	16.5	A vis.	—
— —	16	2	4.00	...	...	—	6.540	—	6.50	2.53	1.98	32.6	16.5	Sans.	—
— —	33	2	3.66	...	...	Bois.	6.480	Bois.	6.32	2.53	1.95	31.2	16.0	—	—
— —	110	2	3.79	...	...	—	6.980	—	6.32	2.53	1.83	29.2	16.0	A vis.	—
— —	1.035	2	3.79	...	...	—	6.500	—	6.32	2.53	1.83	29.2	16.0	Sans.	—
— —	20	2	3.79	...	...	—	6.952	—	6.74	2.50	1.93	32.5	16.8	—	—
— —	1.102	2	3.63	...	...	Mixte.	6.480	—	6.32	2.53	1.95	31.2	16.0	—	—
— —	563	2	3.63	...	...	—	6.974	—	6.32	2.53	1.95	31.2	16.0	A vis.	—
— —	79	2	3.63	...	...	—	6.480	—	6.32	2.53	1.95	31.2	16.0	Sans.	—
— —	6	2	3.66	...	...	—	6.974	—	6.32	2.53	1.95	31.2	16.0	A vis.	—
— —	217	2	3.66	...	...	—	6.974	—	6.32	2.53	1.95	31.2	16.0	—	—
— —	798	2	3.66	...	...	—	6.480	—	6.32	2.53	1.95	31.2	16.0	—	—
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons de manutention	13	...	...	...	...	...	...	Bois.	...	...	...	...	...	—	—
— pour marchandises encombrantes.	25	2	4.50	...	...	Fer.	8.414	—	8.10	2.70	2.05	45.0	22.0	A vis.	—
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagons pour transports de verreries.	1	2	3.66	...	...	Mixte.	7.320	Bois.	7.22	2.45	2.30	50.3	18.0	Sans.	—
— — de vin.	5	2	3.66	...	...	—	6.480	—	6.32	2.53	1.95	31.2	16.0	—	—
— écuries	7	2	3.16	...	...	Bois.	5.080	—	3.78	2.49	2.00	...	...	A vis.	—
— —	21	2	3.16	...	...	—	5.200	—	3.76	2.49	2.04	...	...	—	—
— —	10	2	3.66	...	...	—	6.480	—	6.32	2.53	1.95	...	...	Sans.	—
— —	2	2	3.66	...	...	Mixte.	6.480	—	6.32	2.53	2.15	...	...	—	—
— —	2	2	3.79	...	...	—	6.981	—	6.32	2.53	1.83	...	...	A vis.	—
Wagons pour transports de ballast et d'eau types divers.	4	2 2 2 2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Wagons pour transports de porcs	1	4	6.22	Oui.	4.870	Bois.	8.550	Bois.	7.66	2.38	1.90	34.6	36.4	A vis.	—
— —	39	2	3.79	Non.	...	—	6.560	—	6.32	2.53	1.80	30.0	32.0	Sans.	—
— —	5	2	3.79	...	...	—	7.190	—	6.32	2.53	1.80	30.0	32.0	A vis.	—

Tableau B. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Poids à vide par frein.	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX EU WAGON en Hormis total.	PRIX EU WAGON en Hormis par mètre cube de capacité utile.	PRIX EU WAGON en Hormis par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles.	Époque de la construction.	*Observations.*
7.100	10.500	224	666	8.168	0.261	0.778		...	...	Unique.	1882 à 1883	
7.50	10.500	221	666	9.130	0.289	0.870		...	...	—	1882	
6.90	10.500	210	651	8.333	0.255	0.793		...	...	—	1889 à 1890	
6.85	10.500	187	579	7.728	0.236	0.733		...	...	—	—	
6.30	10.500	203	600	7.668	0.250	0.733		...	...	—	1875	
6.80	10.500	224	617	8.168	0.212	0.778		...	...	—	1856 à 1857	
6.80	10.500	204	562	7.688	0.265	0.733		...	...	—	—	
6.90	10.500	230	639	8.140	0.255	0.775		...	...	—	1860	
6.30	10.500	188	561	7.668	0.246	0.733		...	...	—	1867 à 1871	
6.70	10.500	248	640	8.162	0.263	0.777		...	...	—	—	
6.20	10.500	193	570	7.668	0.246	0.733		...	...	—	1870	
6.80	10.500	224	650	8.174	0.261	0.778		...	...	—	—	
6.50	10.5.0	216	642	8.162	0.263	0.777		...	...	—	1872 à 1875	
5.90	10.5.0	193	570	7.668	0.246	0.733		...	...	—	—	
—	...	...	...	...	...	...		...	...	...	...	
6.30	10.500	185	794	9.654	0.215	0.920		...	...	Unique.	1893	
6.85	10.500	131	440	8.612	0.171	0.820		...	...	—	1870	
6.30	10.500	270	790	7.668	0.150	0.731		...	...	—	1887 à 1890	
6.40	5.250	270	123	6.268	0.150	0.120		...	...	—	1845	
6.00	5.250	270	127	6.388	0.150	0.120		...	...	—	1857 à 1860	
6.25	5.250	270	124	7.668	0.150	0.147		...	...	Divisé par des cloisons mobiles intermédiaires.	1869	
7.50	5.250	270	134	7.668	0.150	0.150		...	...		1895	
7.60	5.250	270	134	8.172	0.150	0.160		...	...		1856	
—	...	...	...	...	...	...		...	...	...	...	
10.250	11.850	318	250	9.738	0.281	0.820		...	...	2 étages.	1854	
7.250	9.450	237	750	7.748	0.258	0.810		...	...	—	1857 à 1861	
5.400	9.450	280	800	8.378	0.280	0.880		...	...	—	1857	

Nous ne sommes pas en mesure d'indiquer exactement le prix des wagons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1868.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non ?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
Wagons à pores	5	2	3.66	...	...	Mixte.	6.927	Bois.	6.32	2.53	1.80	30.0	32.0	A vis.	A vis.
— à bêtes à cornes.	10	2	3.79	...	...	Bois	7.030	—	6.32	2.53	2.15	34.4	16.0	—	—
— —	27	2	3.79	...	...	—	6.560	—	6.32	2.53	2.15	34.4	16.0	Sans.	A vis.
— —	15	2	3.66	...	...	—	6.386	—	6.32	2.53	2.15	34.4	16.0	—	—
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Wagons à marchandises diverses	1,080	2	3.00	Non.	...	Bois.	5.69	Bois.	5.48	2.47	2.01	27.3	13.5	Sans.	Non.
— — —	102	2	3.47	—	...	Mixte	6.44	—	6.28	2.53	2.10	33.3	15.8	—	—
— — —	18	2	3.47	—	...	—	6.93	—	6.28	2.53	2.10	33.3	15.8	—	Oui.
— — —	122	2	3.47	—	...	—	6.44	—	6.37	2.53	2.10	33.8	16.1	—	Non.
— — —	341	2	3.63	—	...	—	6.93	—	6.37	2.53	2.10	33.8	16.1	—	Oui.
— — —	70	2	3.47	—	...	—	6.44	—	6.28	2.53	2.10	33.3	15.8	—	Non.
— — —	4	2	3.63	—	...	—	6.93	—	6.28	2.53	2.10	33.3	15.8	—	Oui.
— — —	1	2	3.81	—	...	—	7.60	—	7.55	2.55	2.10	40.4	19.2	—	Non.
— — —	150	2	3.63	—	...	—	6.93	—	6.37	2.53	2.10	33.8	16.1	—	—
— — —	20	2	3.63	—	...	—	6.93	—	6.37	2.53	2.10	33.8	16.1	—	Oui.
— — —	31	2	4.00	—	...	—	7.90	—	6.50	2.53	2.10	34.5	16.4	—	Non.
— — —	9	2	4.00	—	...	—	7.90	—	6.50	2.53	2.10	34.5	16.4	—	Oui.
— — —	22	2	2.90	—	...	—	6.00	—	5.93	2.53	2.04	30.7	15.0	—	Non.
— — —	8	2	2.90	—	...	—	6.00	—	5.93	2.53	2.04	30.7	15.0	—	Oui.
— — —	6	2	4.50	—	...	Fer	9.00	—	6.50	2.53	2.10	34.5	16.4	—	Non.
— — —	80	2	3.47	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.09	33.7	16.1	—	—
— — —	49	2	3.63	—	...	—	7.10	—	6.38	2.53	2.09	33.7	16.1	—	—
— — —	199	2	3.63	—	...	—	7.10	—	6.38	2.53	2.09	33.7	16.1	—	Oui.
— — —	160	2	4.00	—	...	—	6.60	—	6.55	2.52	2.09	34.5	16.5	—	Non.
— — —	600	2	4.00	—	...	—	7.00	—	6.55	2.52	2.09	34.5	16.5	—	Oui.
— — —	50	2	4.00	—	...	—	7.25	—	6.55	2.52	2.09	34.5	16.5	—	—
— — —	25	2	4.00	—	...	—	7.00	—	6.55	2.52	2.09	33.5	16.5	—	—
— — —	152	2	4.00	—	...	—	6.60	—	6.55	2.52	2.09	34.5	16.5	—	Non.
— — —	78	2	4.00	—	...	—	7.00	—	6.55	2.52	2.09	34.5	16.5	—	Oui.

Tableau B. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	par mètre cube de capacité.	par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Époque de la construction.	*Observations.*
9.450	256	810	8.115	0.270	0.850	...	...	...	2 étages.	1870	(1) Nous ne sommes pas en mesure d'indiquer exactement le prix des wagons.
10.500	203	657	8.218	0.250	0.781	...	...	...	Unique.	1857 à 1860	
10.500	179	581	7.748	0.228	0.740	... (1)	...	...	—	1857 à 1860	
10.500	173	562	7.574	0.223	0.721	...	...	...	—	1869	
10.000	0.20	0.54	6.86	0.25	0.69	1,500	54.9	150.0	Non.	1856 à 1863	
10.000	0.19	0.62	7.66	0.23	0.77	1,600	48.0	160.0	—	1866 à 1868	
10.000	0.22	0.74	8.16	0.25	0.82	2,100	63.1	210.0	—	1866 à 1868	
10.000	0.18	0.60	7.66	0.23	0.77	1,600	47.3	160.0	—	1868 à 1873	
10.000	0.21	0.71	8.16	0.24	0.82	2,100	62.1	210.0	—	1868 à 1873	
10.000	0.19	0.63	7.66	0.23	0.77	1,600	48.0	160.0	—	1871	Appropriés aux transports d'ambulances militaires.
10.000	0.22	0.74	8.16	0.25	0.82	1,800	54.1	180.0	—	1872	
10.000	0.17	0.68	8.82	0.22	0.88	1,600	39.6	160.0	—	1871	
10.000	0.20	0.67	8.16	0.24	0.82	1,700	50.3	170.0	—	1878	
10.000	0.22	0.74	8.16	0.24	0.82	2,100	62.1	210.0	—	1878	Appropriés aux transports d'ambulances militaires.
10.000	0.23	0.78	9.12	0.26	0.91	1,900	55.1	190.0	—	1876 à 1877	Appropriés aux transports des ambulances de l'ordre de Malte.
10.000	0.23	0.80	9.12	0.26	0.91	2,100	60.9	210.0	—	1876 à 1877	
10.000	0.20	0.69	7.30	0.24	0.73	1,600	52.1	160.0	—	1882	
10.000	0.21	0.65	7.30	0.24	0.73	1,900	61.9	190.0	—	1882	Appropriés aux transports des ambulances de l'ordre de Malte.
10.000	0.27	0.92	10.24	0.30	1.24	1,600	46.4	160.0	—	1881	
10.000	0.20	0.67	7.66	0.23	0.77	1,600	47.5	160.0	—	1881	
10.000	0.21	0.70	8.32	0.25	0.83	1,700	50.4	170.0	—	1881	Appropriés aux transports d'ambulances militaires.
10.000	0.23	0.79	8.32	0.25	0.83	2,000	59.3	200.0	—	1881 à 1884	
10.000	0.18	0.63	7.84	0.23	0.78	1,700	51.9	179.0	—	1889 à 1896	
10.000	0.21	0.73	8.24	0.24	0.82	2,076	60.2	207.6	—	1888 à 1896	
10.000	0.22	0.76	8.49	0.25	0.85	2,190	63.5	219.0	—	1892	
10.000	0.21	0.74	8.24	0.24	0.82	2,000	58.0	200.0	—	1894	
12.500	0.19	0.51	7.84	0.23	0.63	1,813	52.6	145.0	—	1889 à 1896	
12.500	0.22	0.60	8.24	0.24	0.66	2,100	60.9	168.0	—	1896	

Tableau B. (*Suite.*)

XVIII
92

XVIII
93

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Boîtes en fonte.	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des boîtes.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Largeur.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Hauteur utile.	CAISSE. Cube utilisable.	CAISSE. Surface du plancher.	FREIN. Sans frein. frein à bras ou frein à main.	FREIN. frein à vis.	FREIN. frein continu.	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en Euros total.	PRIX DU WAGON en Euros par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON en Euros par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles.	Époque de la construction.	*Observations.*
Wagons à marchandises diverses	175	2	4.00	Non.	...	Fer.	6.60	Bois.	6.55	2.52	2.00	34.5	16.5	Nes.	Nes.	Nes.	15.000	0.19	0.44	7.84	0.23	0.52	1,875	54.3	125.0	Non.	1897	
— —	115	2	4.00	—	...	—	7.00	—	6.55	2.52	2.00	34.5	16.5	Oui.	—	—	15.000	0.22	0.51	8.24	0.24	0.55	2,140	62.0	142.7	—	1897	
— —	95	2	6.00	—	...	—	9.50	—	9.45	2.65	2.00	52.0	25.0	—	—	—	15.000	0.18	0.63	11.14	0.31	0.74	2,955	56.8	197.0	—	1893 à 1897	
— —	100	4	7.10	Oui.	5.68	Bois.	8.80	—	8.45	2.50	1.97	41.7	21.1	—	—	—	11.200	0.26	0.95	10à10.45	0.34	0.90	2,500	60.0	221.2	—	1853 à 1854	
— —	39	4	10.50	—	9.50	Fer.	13.00	—	12.95	2.52	2.14	70.0	32.6	—	—	—	15.000	0.19	0.88	14.24	0.20	0.95	3,525	50.4	235.2	—	1888 à 1890	
— —	10	4	11.00	—	9.50	—	13.00	—	12.95	2.52	2.16	70.0	32.6	—	—	—	15.000	0.20	0.92	14.24	0.20	0.95	3,400	48.6	226.7	—	1895 à 1896	
2° Wagons « propres à des transports spéciaux ».																												
Wagons pour transports de chevaux	25	2	3.47	....	....	Mixte.	6.48	Bois.	6.38	2.53	2.10	33.3	15.8	....	—	—	10.000	0.19	0.64	7.65	0.23	0.77	1,700	51.1	170.0	Non.	1897	
— —	47	2	3.47	....	....	—	6.49	—	6.38	2.53	2.00	33.7	16.1	....	—	—	10.000	0.20	0.68	7.66	0.23	0.77	1,687	50.1	168.7	—	1881 à 1884	
— — de grands vivres.	15	2	3.63	....	....	—	7.10	—	6.38	2.53	2.00	33.7	16.1	....	—	—	10.000	0.25	0.84	8.32	0.25	0.83	2,000	59.3	200.0	—	1881	
— —	70	2	3.63	....	....	—	7.10	—	6.38	2.53	2.09	33.7	16.1	....	—	—	10.000	0.22	0.74	8.32	0.25	0.83	1,700	50.4	170.0	—	1881 à 1882	
— —	15	2	4.00	....	....	—	6.60	—	6.53	2.52	2.09	34.5	16.5	....	—	—	10.000	0.20	0.69	7.84	0.23	0.78	2,050	59.4	205.0	—	1892	
— — de porcs	25	2	4.00	....	....	—	7.00	—	6.55	2.52	2.09	34.5	16.5	....	—	—	10.000	0.24	0.83	8.24	0.24	0.82	2,380	60.0	238.0	2 étages. Oui.	1894	
3° Wagons de « types exceptionnels ».																												
Wagons à marchandises diverses	50	2	3.47	Non.	....	Bois.	6.60	Bois.	6.35	2.55	2.01	34.2	2 sur 16.2 3 sur 16.2	Nes.	Nes.	Nes.	8.500	0.20	0.81	7.78	0.23	0.92	1,800	52.6	211.8	2 étages.	1861	
— —	10	2	3.47	—	....	Mixte.	6.44	—	6.35	2.55	2.01	32.6	2 sur 16.2 3 sur 16.2	—	—	—	10.000	0.21	0.67	7.66	0.23	0.77	2,100	64.4	210.0	—	1868	
— —	50	2	3.47	—	....	—	6.44	—	6.37	2.53	2.10	32.8	2 sur 16.2	—	—	—	10.000	0.20	0.68	7.66	0.23	0.77	2,000	59.2	200.0	—	1873 à 1878	
— —	10	2	3.63	—	....	Fer.	7.10	—	7.04	2.53	2.10	37.8	2 sur 17.35	—	—	—	15.000	0.23	0.87	8.32	0.22	0.83	2,894	76.6	289.4	—	1883	
Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et jonction Sud-Nord allemande.																												
2) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU JOUISSANT DE LA GARANTIE DE L'ÉTAT).																												
1° Wagons de « type courant ».																												
Wagons à marchandises diverses	504	2	3.48	Non.	....	Mixte.	6.44	Bois.	6.38	2.53	2.04	32.92	16.34	Sans.	—	—	10.000	185	610	7.00	0.23	0.76	1,550	47.05	155.0	Unique.	1870 à 1871	
— —	5	2	4.00	—	....	—	7.10	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	—	—	—	10.000	210	704	9.09	0.27	0.91	1,600	47.63	160.0	—	1871 à 1884	
— —	186	2	3.48	—	....	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.92	16.34	—	—	—	10.000	103	634	7.63	0.23	0.76	1,600	48.0	160.0	—	1883 à 1884	
— —	30	2	3.48	—	....	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	32.56	16.45	—	—	—	10.000	191	640	7.80	0.23	0.78	1,565	46.63	156.5	—	1880 à 1891	
— —	15	2	3.48	—	....	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	—	—	—	10.000	214	749	7.83	0.23	0.78	1,492	57.21	192.0	—	1891	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1886.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non ?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. Dimensions intérieures. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
Wagons à marchandises diverses	44	2	3.48	Non.	...	Mixte.	6.56	Bois.	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	Sans.	—
— —	10	2	3.50	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	—	—
— —	20	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	...	Oui.
— —	18	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	...	—
— —	11	2	3.50	—	...	Fer.	7.16	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	...	—
— —	32	2	5.50	—	...	Mixte.	10.00	—	9.94	2.53	2.04	51.30	25.15	Sans.	—
— —	50	2	4.00	—	...	—	7.50	—	7.44	2.53	2.04	38.39	18.82	—	—
— —	10	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	...	Oui.
— —	134	2	3.64	—	...	—	6.93	—	6.38	2.53	2.04	32.92	16.14	...	—
— —	84	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.92	16.14	...	—
— —	100	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.92	16.14	...	—
— —	77	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.92	16.14	...	—
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons à voyageurs	35	2	3.48	Non.	...	Mixte.	6.56	Bois.	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	Sans.	—
— —	15	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	...	Oui.
— à grains à la rinfusa	40	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	Sans.	—
— — —	10	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	...	Oui.
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagons pour chevaux de luxe	10	2	2.90	Non.	...	Mixte.	5.11	Bois.	3.24	2.53	2.33	19.12	8.20	Sans.	—
— —	7	2	3.10	—	...	—	5.31	—	3.34	2.53	2.17	18.34	8.45	—	—
— —	3	2	3.10	—	...	—	5.31	—	3.34	2.53	2.17	18.34	8.45	...	Oui.
— —	3	2	5.50	—	...	—	8.23	—	7.45	2.70	2.35	47.28	20.12	...	—
— à lait et à fruits	9	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	1.02	16.46	16.14	Sans.	—
— à porcs et volaille	12	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.39	2.54	0.98 à 0.49	15.91 à 7.95	16.23	—	—

Tableau B. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	Poids mort par mètre cube de capacité utile.	Poids mort par tonne inscrite.	Longueur de voie occupée c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	Longueur de voie occupée par mètre cube de capacité.	Longueur de voie occupée par tonne inscrite.	Prix du wagon en florins total.	Prix du wagon en florins par mètre cube de capacité utile.	Prix du wagon en florins par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
10.000	196	659	7.80	0.23	0.78	1,615	48.12	161.5	Unique.	1895	
10.000	196	659	7.80	0.23	0.78	1,643	48.96	164.3	—	1896	
10.000	213	715	7.83	0.23	0.78	1,920	57.21	192.0	—	1890	
10.000	215	722	7.83	0.23	0.78	1,840	54.83	184.0	—	1895	
10.000	215	722	8.43	0.25	0.84	2,140	63.77	214.0	—	1896 à 1897	
10.000	170	726	11.19	0.22	0.93	1,710	33.33	142.5	—	1890 à 1892	
10.000	173	672	8.69	0.22	0.87	1,800	46.88	180.0	—	1884 à 1885	
10.000	205	688	7.83	0.23	0.78	1,956	58.28	195.6	—	1889	
10.000	202	665	8.18	0.25	0.82	1,900	57.71	190.0	—	1870 à 1871	
10.000	202	665	7.68	0.23	0.77	1,900	57.71	190.0	—	—	
10.000	219	720	7.68	0.23	0.77	1,956	59.42	195.6	—	1884	
10.000	201	662	7.68	0.23	0.77	1,956	59.42	195.6	—	1870 à 1871	
10.000	191	630	7.75	0.23	0.78	1,565	46.63	156.5	—	1890	
10.000	214	719	7.80	0.23	0.78	1,920	57.21	192.0	—	1891	
10.000	191	640	7.80	0.23	0.78	1,565	46.63	156.5	—	1890 à 1891	
10.000	213	715	7.83	0.23	0.78	1,920	57.21	192.0	—	1890	
7.500	254	648	6.30	0.32	0.84	1,800	94.14	240.0		1870	
7.500	354	905	6.50	0.35	0.87	1,800	98.14	240.0	A 2 compartiments.	1884	
7.500	394	964	6.50	0.35	0.87	1,800	98.15	240.0		1884	
3.000	225	3,553	9.53	0.47	3.18	3,600	76.14	1,200.0		1896	
10.000	371	610	7.63	0.23	0.76	1,550	47.08	155.0	A 2 étages.	1870 à 1871	
10.000	415	660	7.63	0.24	0.76	2,100	66.00	210.0	—	—	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non ?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
β) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU COMPLÉMENTAIRE).															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Wagons à marchandises diverses	250	2	3.24	Non.	...	Mixte.	6.41	Bois.	6.38	2.53	2.04	32.92	16.14	Sans.	—
— — —	1	2	4.00	—	...	—	7.96	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	—	—
— — —	25	2	3.24	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.92	16.14	—	—
— — —	193	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.92	16.14	—	—
— — —	63	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	—	—
— — —	131	2	3.24	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.92	16.14	...	Oui.
— — —	100	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.92	16.14	...	—
— — —	40	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	...	—
— — —	5	2	6.00	—	...	—	10.60	—	9.94	2.53	2.04	51.30	25.15	...	—
— — —	1	2	3.50	—	...	Fer.	7.16	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	...	—
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Néant.															
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Néant.															
γ) JONCTION SUD-NORD ALLEMANDE.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Wagons à marchandises diverses	10	2	3.48	Non.	...	Bois.	6.32	Bois.	6.16	2.53	1.87	29.14	15.58	Sans.	—
— — —	3	2	3.48	—	...	—	6.32	—	6.16	2.53	1.87	29.14	15.58	...	Oui.
— — —	1	2	3.16	—	...	—	6.32	—	6.14	2.45	1.87	28.13	15.04	Sans.	—
— — —	18	2	3.48	—	...	—	6.32	—	6.16	2.53	1.87	29.14	15.58	—	—
— — —	58	2	3.48	—	...	—	6.30	—	6.14	2.28	1.97	27.58	14.00	...	Oui.
— — —	21	2	3.48	—	...	—	6.30	—	6.14	2.28	1.97	27.58	14.00	Sans.	—
— — —	10	2	3.48	—	...	—	6.30	—	6.14	2.28	1.97	27.58	14.00	—	Oui.

Tableau B. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	PRIX DU WAGON par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Époque de la construction	*Observations.*
10.000	181	565	7.63	0.23	0.76	1,550	47.03	155.0	Unique.	1872	
10.000	210	704	9.09	0.27	0.91	1,550	49.17	155.0	—	1872	
10.000	181	595	7.63	0.23	0.76	1,550	47.03	155.0	—	1872	
10.000	191	630	7.63	0.23	0.76	1,550	47.08	155.0	—	1882 à 1884	
10.000	191	667	7.80	0.23	0.78	1,630	48.57	163.0	—	1894 à 1897	
10.000	198	652	7.63	0.23	0.77	1,900	57.72	190.0	—	1872	
10.000	219	720	7.68	0.23	0.77	1,900	57.72	190.0	—	1882	
10.000	217	727	7.83	0.23	0.78	1,880	56.02	188.0	—	1894	
12.000	200	1,026	11.84	0.23	0.99	2,660	51.85	221.67	—	1894	
10.000	236	793	8.43	0.25	0.84	2,140	63.77	214.0	—	1897	
10.000	174	564	7.51	0.258	0.75	1,550	53.19	155.0	Unique.	1853	
10.000	193	563	7.51	0.258	0.75	1,900	65.20	190.0	—	1857 à 1858	
10.000	195	549	7.51	0.266	0.75	1,550	55.10	155.0	—	1860	
8.000	174	635	7.51	0.258	0.94	1,550	53.19	193.75	—	1853	
10.000	222	642	7.54	0.273	0.75	1,900	64.89	190.0	—	1867	
10.000	183	503	7.48	0.271	0.75	1,550	56.20	155.0	—	1857	
10.000	219	605	7.54	0.273	0.75	1,800	65.26	180.0	—	1867	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Boggies ou non ?	Écartement d'axe en axe des pivots des boggies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
Wagons à marchandises diverses	27	2	3.48	Non.	...	Mixte.	6.44	Bois.	6.38	2.42	1.97	30.42	15.44	Sans.	...
— — —	17	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.42	1.97	30.42	15.44	...	Oui.
— — —	8	2	5.50	—	...	—	10.00	—	9.94	2.53	2.04	53.32	25.15	Sans.	...
— — —	10	2	6.00	—	...	—	10.60	—	9.94	2.53	2.04	53.32	25.15	...	Oui.
— — —	8	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.93	16.14	...	—
— — —	10	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.93	16.14	...	—
— — —	23	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.93	16.14	Sans.	...
— — —	70	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.93	16.14	—	...
— — —	30	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.93	16.14	...	Oui.
— — —	5	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.42	1.97	30.42	15.44	Sans.	...
— — —	13	2	3.48	—	...	—	6.44	—	6.38	2.53	2.04	32.93	16.14	—	...
— — —	3	2	3.48	—	...	—	6.41	—	6.38	2.53	2.04	32.93	16.14	...	Oui.
— — —	9	2	3.48	—	...	—	6.57	—	6.50	2.53	2.11	34.69	16.45	Sans.	...
— — —	3	2	4.00	—	...	—	7.90	—	6.50	2.53	2.11	34.69	16.45	—	...
— — —	30	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	—	...
— — —	40	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	—	...
— — —	20	2	3.50	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	—	...
— — —	39	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	...	Oui.
— — —	12	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	...	—
— — —	26	2	3.48	—	...	—	6.56	—	6.50	2.53	2.04	33.56	16.45	Sans.	—
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Néant.															
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagons à volaille	1	2	3.48	Non.	...	Bois.	6.49	Bois.	5.85	2.47	0.47	6.79	14.45	...	Oui.
— —	2	2	3.48	—	...	—	6.32	—	6.16	2.56	0.47	7.33	15.77	Sans.	—
— pour porcs	2	2	3.48	—	...	—	6.32	—	6.16	2.56	0.93	14.66	15.77	—	—
— pour chevaux de luxe	1	2	2.53	—	...	—	5.24	—	2.94	2.54	2.23	16.66	7.47	—	—
— — —	2	2	2.53	—	...	—	4.74	—	3.15	2.47	2.13	16.57	7.78	—	—

Tableau B. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE cote-saillie-largeur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	PRIX DU WAGON par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
10.000	183	558	7.63	0.251	0.76	1,550	50.50	155.0	Unique.	1871	
10.000	216	658	7.96	0.262	0.80	1,930	62.46	193.0	—	1871	
12.000	162	722	11.19	0.210	0.93	2,660	49.89	221.67	—	1887	
12.000	192	853	11.87	0.221	0.99	2,910	54.58	242.50	—	1891 à 1895	
10.000	213	760	7.68	0.233	0.77	1,817	55.18	181.70	—	1889 à 1890	
10.000	205	675	7.63	0.233	0.77	1,817	55.18	181.70	—	1889 à 1890	
10.000	181	597	7.63	0.232	0.76	1,554	47.91	155.40	—	1881 à 1891	
10.000	195	641	7.63	0.232	0.76	1,635	49.65	163.50	—	1883	Dont 25 fourgons à bagages.
10.000	219	721	7.68	0.233	0.77	2,009	61.00	200.90	—	1883	— —
10.000	187	570	7.63	0.252	0.77	1,554	51.08	155.40	—	1871	
17.000	183	604	7.63	0.232	0.76	1,554	47.91	155.40	—	1878 à 1883	
10.000	200	659	7.68	0.233	0.77	1,817	55.18	181.70	—	1878 à 1880	
10.000	183	635	7.87	0.227	0.79	1,560	44.97	156.00	—	1859 à 1860	
10.000	204	707	9.20	0.265	0.92	1,560	44.97	156.00	—	1859 à 1860	
10.000	189	634	7.80	0.232	0.78	1,565	46.63	156.50	—	1890	
10.000	198	665	7.80	0.232	0.78	1,565	46.63	156.50	—	1891 à 1897	
10.000	198	665	7.80	0.232	0.78	1,565	46.63	156.50	—	1891 à 1897	
10.000	213	714	7.83	0.233	0.78	1,817	54.14	181.70	—	1890 à 1894	
10.000	215	721	7.83	0.233	0.78	1,817	54.14	181.70	—	1894	
10.000	199	669	7.80	0.232	0.78	1,565	46.63	156.50	—	1894	
10.000	253	688	7.68	0.283	0.77	2,000	73.91	200.0	4 étages.	1858	
10.000	220	645	7.51	0.256	0.75	1,900	64.80	190.0	—	1858	
10.000	220	645	7.51	0.256	0.75	1,900	64.80	190.0	2 étages.	1858	
10.000	323	538	6.43	0.385	0.64	1,800	108.04	180.0	2 compartiments.	1864	
10.000	325	538	5.93	0.353	0.59	1,800	108.63	180.0	—	1864	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.	Nombre total de freins à main.
B. — HONGRIE.																
Chemins de fer de l'État.																
1° *Wagons du « type courant ».*																
Type XVv.	125	2	3.7	...	...	Fer.	7.005	Mixte.	6.49	2.45	2.08	33.1	15.9	Avec.	...	...
— XVvi	375	2	3.7	...	...	—	6.540	—	6.49	2.45	2.08	33.1	15.9	Sans.	...	...
— XVb.	1,345	2	4.0	...	...	—	8.050	—	7.45	2.55	2.08	39.5	19.0	Avec.	...	...
— XVbi	2,385	2	4.0	...	...	—	7.500	—	7.45	2.55	2.03	39.5	19.0	Sans.	...	...
— XVf.	1,958	2	3.7	...	...	—	7.250	Bois.	6.50	2.45	2.25	35.0	15.92	Avec.	...	...
— XVg.	1,092	2	3.7	...	...	—	6.700	—	6.50	2.45	2.25	35.0	15.92	Sans.	...	...
Types divers	10,542	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*																
Wagons à bestiaux, type XVIn.	347	2	3.7	...	...	Fer.	7.25	Mixte.	6.60	2.55	2.25	35.4	17.0	...	...	...
— — — XVIm.	442	2	3.7	...	...	—	6.70	—	6.60	2.55	2.25	35.4	17.0	...	...	...
— — types divers	632	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
— à pores, type XXVn.	170	2	3.7	...	...	Fer.	7.15	Mixte.	6.51	2.55	1.15/1.05	35.0	16.6 16.6	...	...	...
— — — XXVo.	402	2	3.7	...	...	—	6.55	—	6.51	2.55	1.15/1.05	35.0	16.6 16.6	...	...	...
— — types divers	1,232	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
— à charbon de bois, type XXIIIc.	246	2	4.5	...	...	Fer.	7.80	Mixte.	7.76	2.50	3.26	55.0	19.4	...	...	...
— — type XXIIIe.	68	2	5.5	...	...	—	8.77	—	8.74	2.47	2.89	56.5	21.75	...	...	...
— — types divers	436	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
— à viande et à bière, type XXXIa	50	2	3.9	...	...	Fer.	7.60	Bois.	6.73	2.38	2.67	30.7	16.0	...	...	...
— — — XXXIId	3	2	3.7	...	...	—	7.25	—	5.91	2.45	2.11	27.5	14.5	...	...	...
— à meubles, type XXXIIIa.	10	4	11.07	...	9.50	—	12.09	Mixte.	12.94	2.55	3.26	90.0	33.1	...	...	...
— — — XXXIIIb.	5	4	12.37	...	10.80	—	14.29	—	14.24	2.55	2.89	90.0	36.3	...	...	...

Tableau B. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Poids tares à vide des wagons.	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	PRIX DU WAGON en florins par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON en florins par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou comprend-elle 2 parts par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
7.800	10.000	229.6	760.0	8.325	0.251	0.852	...	...	...	Unique.	1896	
6.800	10.000	205.0	680.0	7.770	0.234	0.777	...	...	...	—	1896	
7.750	15.000	193.2	516.6	9.280	0.235	0.618	2,304.35	58.33	153.62	—	1898	
6.900	15.000	174.6	460.0	8.730	0.221	0.582	2,013.70	50.98	134.26	—	1898	
7.800	10.000	217.14	760.0	8.480	0.242	0.848	2,100.00	60.00	210.00	—	1896	
6.800	10.000	194.3	680.0	7.930	0.226	0.793	1,845.00	52.71	184.50	—	1896	
—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
7.500	10.000	211.8	750.0	8.48	0.239	0.848	2,199.7	62.13	219.97	...	1898	
6.950	10.000	192.1	680.0	7.93	0.224	0.793	1,937.5	54.73	193.75	...	1898	
—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
8.000	10.000	211.8	750.0	8.48	0.239	0.848	2,199.7	62.13	219.97	...	1898	
7.000	10.000	192.1	680.0	7.93	0.224	0.793	1,937.5	54.73	193.75	...	1898	
—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
7.300	10.000	132.7	730.0	9.03	0.164	0.903	2,165.0	39.36	216.50	...	1893	
7.220	10.000	140.2	702.0	10.00	0.177	1.000	2,245.0	39.73	224.50	...	1895	
—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
11.800	10.000	389.3	1,180.0	8.83	0.287	0.883	5,185.0	168.88	518.50	...	1890	
9.760	10.000	354.9	976.0	8.98	0.303	0.848	3,360.0	122.18	336.00	...	1890	
12.730	15.000	152.5	915.3	14.22	0.158	0.948	3,960.0	44.00	264.00	...	1893	
14.300	15.000	158.9	953.3	15.52	0.172	0.103	4,050.0	45.00	270.00	...	1895	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1895.	ESSIEUX. Nombre	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non ?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.	Nombre pour cent wagons
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*																
Wagons à chevaux, type XIVe	42	2	4.0	...	...	...	...	Bois.	6.50	2.45	2.40	36.62	15.9	...	...	—
— — types divers	103	»	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	—
— de secours, type XVIIb	13	2	3.7	...	...	Fer.	7.25	Bois.	6.50	2.45	2.25	33.7	15.9	...	...	—
— à volaille, type XXVIIIc	36	2	4.5	...	...	—	8.05	Mixte.	8.01	2.56	2.25	33.2	46.8	...	...	—
— — — XXVIIId	10	2	4.5	...	...	—	8.05	—	8.01	2.56	2.25	42.6	20.9	...	...	—
— — types divers.	74	»	...	...	...	...	...	—	...	...	...	...	...	...	...	—
C. — LUXEMBOURG.																
Chemins de fer et minières Prince Henri.																
1° *Wagons du « type courant ».*																
Wagons à colis et à bestiaux.	32	2	3.10	Non.	...	Fer.	6.07	Mixte.	5.96	2.55	2.04	31.00	15.20	A main.	...	—
— —	14	2	3.45	—	...	—	6.10	—	6.43	2.16	2.07	34.09	16.47	—	...	—
— —	3	2	3.45	—	...	—	6.10	—	5.57	2.16	2.07	9.10	14.25	...	Oui.	Non.
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*																
Néant.																
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*																
Wagon-glacière.	1	2	3.45	...	...	Fer.	6.80	Mixte.	5.57	2.56	2.06	29.21	14.26	...	...	—
D. — ROUMANIE.																
Chemins de fer de l'État.																
1° *Wagons du « type courant ».*																
Types G et Gw	366	2	3.77	...	...	Mixte.	6.52	Bois.	6.36	2.55	2.10	34.06	16.22	270	96	—
— —	31	2	3.48	...	...	—	6.52	—	6.32	2.60	1.90	31.22	16.43	5	26	—
— —	30	2	3.20	...	...	—	6.41	—	6.25	2.60	2.11	34.29	16.25	17	13	—
— —	1416	2	3.77	...	...	—	6.39	—	6.23	2.43	2.10	31.79	15.14	1,114	302	—

Tableau B. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Poids brut à vide	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	PRIX DU WAGON en florins par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON en florins par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles.	Époque de la construction.	*Observations.*
3.50	10.000	232.1	850.0	8.48	0.231	0.848	2,615	72.21	261.50	...	1893	
—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
3.30	10.000	320.0	1,078.3	8.48	0.251	0.848	3,500	103.85	350.00	...	1895	
3.40	10.000	362.0	840.0	9.28	0.400	0.928	3,035	131.68	305.50	...	1893	
3.40	10.000	198.3	845.0	9.28	0.217	.928	2,525	59.27	252.50	...	1893	
—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
							Francs.	Francs.	Francs.			
1.600	10.000	213	660	7.13	0.23	0.71	2,700	87.10	270.00	Unique.	1872 à 1874	
7.300	10.000	231	790	7.11	0.22	0.76	2,440	71.10	244.00	—	1892 à 1893	
7.100	10.000	201	900	7.11	0.21	0.76	2,440	82.70	244.00	—	1893	
3.800	10.000	366	1,069	7.11	0.26	0.76	3,776	129.00	378.00	Unique.	1894	Transport de bières et d'eaux minérales.
6.600	10.000	0.19	0.66	7.65	0.47	0.76	...	...	...	Unique.	1872 à 1873	
6.600	10.000	0.21	0.66	7.75	0.47	0.77	...	...	...	—	1869	Le cube utilisable inscrit est obtenu par le produit des 3 dimensions intérieures de la caisse.
6.500	10.000	0.19	0.65	7.50	0.46	0.75	...	...	...	—	1872 à 1873	Le prix inscrit est celui d'achat et moyen du wagon avec et sans frein.
6.500	10.000	0.20	0.65	7.48	0.49	0.75	...	...	...	—	1869 à 1876	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Boges ou non ?	Écartement d'axe en axe des pivots des boges.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Freins à vis.	Puissance totale des freins à vis.	Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en francs total.	PRIX DU WAGON en francs par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON en francs par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Époque de la construction	*Observations.*
Types G et Gw	408	2	2.90	...	...	Mixte.	5.79	Bois.	5.63	2.46	2.10	29.09	13.82	352	56		10.000	0.21	0.61	7.00	0.50	0.70	...	...	...	Unique.	1873 à 1879	Les wagons Gw, Gv, Gvc et Gwf sont munis d'installations de différents systèmes pour transport des céréales en vrac; les Gp sont affectés pour pétrole en fûts; les Gb pour transport de bestiaux; les Gb pour la manœuvre des trains de marchandises et pour petits colis; I, pour transport de porcs et brebis et E pour chevaux de luxe.
— —	217	2	2.75	...	...	—	4.66	—	4.50	2.12	1.20	11.45	9.54	210	7		6.000	0.42	0.80	5.50	0.57	0.91	...	...	...	—	...	
— Gv et Gvc	2,066	2	3.78	...	...	Fer.	6.41	—	6.25	2.42	2.14	32.37	15.15	1,366	700		10.000	0.23	0.73	7.61	0.50	0.76	3,764	118.00	376.00	—	1877 à 1893	
Type Gwf	197	2	3.48	...	...	Mixte.	6.51	—	6.35	2.55	1.93	31.25	16.19	178	19		10.000	0.21	0.65	7.75	0.48	0.77	...	...	...	—	1869	
— Gp	144	2	3.77	...	...	—	6.39	—	6.23	2.41	2.11	31.67	15.04	144	...		10.000	0.19	0.60	7.48	0.50	0.75	...	...	...	—	1869 à 1870	
— Gb	116	2	3.48	...	...	—	6.55	—	6.36	2.60	2.07	34.23	16.54	76	40		10.000	0.19	0.65	7.75	0.47	0.77	...	...	...	—	...	
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*																												
Type Gb	118	2	4.08	...	...	Fer.	6.75	Bois.	...	...	...	...	...	...	118		5.000	...	...	7.95	...	1.59	...	...	...	Unique.	1869 à 1871	
—	8	2	3.75	...	...	—	6.75	—	...	...	...	...	...	...	8		5.000	...	...	7.95	...	1.59	...	...	...	—	1869 à 1874	
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*																												
Type I	100	2	4.00	...	...	Mixte.	7.31	Bois.	7.15	2.52	1.00/1.00	...	36.00	75	25		10.000	...	0.82	8.40	0.23	0.84	...	...	...	2 étages.	1880 à 1882	
—	25	2	3.48	...	...	—	6.47	—	6.31	2.44	1.11/1.08	...	31.00	22	3		10.000	...	0.70	7.55	0.24	0.75	...	...	...	—	...	
—	10	2	2.90	...	...	—	5.96	—	5.80	2.50	0.92/0.78	...	31.00	7	3		10.000	...	0.65	7.09	0.23	0.71	...	...	...	—	1879	
Type E	4	2	3.48	...	...	—	6.55	—	6.36	2.58	2.13	34.93	16.40	...	4		10.000	0.21	0.73	7.75	0.47	0.77	...	...	...	Unique.	...	
—	8	2	2.50	...	...	—	5.08	—	3.82	2.40	2.14	19.62	9.17	8	...		5.000	0.31	1.20	6.28	0.68	1.26	...	...	...	—	1874 à 1879	
E. — SUISSE.																												
Chemin de fer rhétique.																												
1° *Wagons du « type courant ».*																												
Type K	11	2	3.00	Non.	...	Fer.	6.00	Bois.	5.35	2.20	2.02	23.78	11.77	Tous les wagons munis d'installations Hardy.			10.000	180	450	6.950	290	600	4,020	160	402	Unique.	1888 à 1889	
—	10	2	3.15	—	...	—	6.25	—	5.60	2.22	2.02	25.11	12.43				10.000	187	470	7.150	285	715	3,800	151	380	—	1889 à 1890	
—	14	2	3.15	—	...	—	6.25	—	5.60	2.22	2.02	25.11	12.43				10.000	191	480	7.150	285	715	3,800	151	380	—	1890 à 1891	
—	10	2	3.15	—	...	—	6.55	—	5.95	2.33	2.02	28.00	13.86				10.000	185	518	7.450	266	745	3,241	116	324.10	—	1895 à 1897	
—	30	2	3.15	—	...	—	6.55	—	5.95	2.33	2.02	28.00	13.86				10.000	186	520	7.450	266	745	3,030	108	303	—	1896 à 1897	
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*																												
Néant.																												
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*																												
Néant.																												
Chemin de fer Nord-Est suisse.																												
Type Gri. Wagons couverts à marchandises et à bestiaux	120	2	4.0	Non.	...	Fer.	7.26	Bois.	6.72	2.72	2.15	39.28	18.27	...	Oui.		12.5	...	...	8.3	...	...	3,897.44	...	...	Unique.	1890 à 1896	Wagons à grande vitesse.
	50	2	5.0	—	...	—	7.26	—	6.72	2.72	2.15	39.28	18.27	...	—		12.5	...	...	8.3	...	...	3,897.44	...	...	—	1890 à 1896	

Tableau B. (*Suite.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1896	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non !	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extremité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTERIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à volant.	Frein à vis.	Observations.
Type K. Wagons pouvant être utilisés d'une façon générale, soit pour le transport de marchandises et de bestiaux, avec faculté de chargement jusqu'à 10 tonnes.	46	2	3.9	Non.	...	Fer.	6.18	Bois.	6.12	2.52	2.1	32.3	15.4	...	Oui.	
	82	2	3.3	—	...	—	6.18	—	5.52	2.52	2.1	29.2	13.9	...	—	
	5	2	3.3	—	...	—	6.28	—	5.63	2.63	1.95	28.8	14.8	...	—	
	10	2	3.75	—	...	—	6.28	—	6.07	2.45	2.0	29.7	14.87	A levier à main.	...	
Type Ke. Wagons à eclis, ne pouvant pas etre utilisés pour le transport des bestiaux, avec faculté de chargement jusqu'à 10 tonnes	5	2	2.7	—	...	Bois.	5.19	—	4.41	2.285	2.01	20.15	10.77	...	Oui.	
	11	2	2.7	—	...	—	5.19	—	4.47	2.34	1.92	20.0	10.4	...	—	
	1	2	2.7	—	...	—	4.8	—	4.48	2.67	2.20	26.3	11.9	Sans.	...	
	2	2	2.7	—	...	—	5.6	—	4.59	2.52	2.68	24.0	11.5	...	Oui.	
	6	2	3.3	—	...	Fer.	6.18	—	5.52	2.52	2.10	29.1	13.9	Sans.	...	
	42	2	3.3	—	...	—	6.18	—	5.52	2.52	2.10	29.1	13.9	...	Oui.	
	139	2	3.3	—	...	—	5.73	—	5.53	2.53	1.95	27.3	14.0	...	—	
	80	2	3.3	—	...	—	5.73	—	5.53	2.45	1.93	26.2	13.5	Sans.	...	
	62	2	3.3	—	...	—	6.19	—	5.53	2.45	1.93	26.2	13.5	...	Oui.	
Type Ki. Wagons pouvant être utilisés comme les types K, avec faculté de chargement de plus de 10 et jusqu'à 13 tonnes.	17	2	3.75	—	...	—	6.28	—	6.12	2.45	2.12	31.7	15.0	—	...	
	17	2	3.75	—	...	—	6.76	—	6.12	2.45	2.12	31.7	15.0	—	Oui.	
	244	2	3.75	—	...	—	6.28	—	6.12	2.45	2.12	31.7	15.0	—	...	
	354	2	3.75	—	...	—	6.76	—	6.12	2.45	2.12	31.7	15.0	...	Oui.	
Type Kri. Wagons de réforme pouvant être utilisés comme les types K avec faculté de chargement jusqu'à 13 tonnes.	40	2	4.0	—	...	—	7.16	—	6.72	2.72	2.15	39.28	18.27	...	—	
	10	2	4.0	—	...	—	7.16	—	6.72	2.72	2.15	39.28	18.27	...	—	
	100	2	4.0	—	...	—	7.26	—	6.52	2.72	2.15	38.12	17.73	...	—	
	190	2	4.0	—	...	—	7.26	—	6.52	2.72	2.15	38.12	17.73	...	—	
Type Ok. Wagons spéciaux, couverts, avec faculté de chargement jusqu'à 10 tonnes.	1	2	3.3	—	...	—	6.18	—	5.43	2.34	1.73	22.0	12.7	...	—	
	1	2	3.3	—	...	—	6.18	—	5.33	2.45	1.65	19.7	11.9	...	—	
	12	2	3.75	—	...	—	6.76	—	6.12	2.45	2.11	31.7	15.0	...	—	
	3	2	3.75	—	...	—	6.76	—	6.12	2.45	2.11	31.7	15.0	...	—	
	4	2	3.75	—	...	—	6.76	—	6.12	2.45	2.11	31.7	15.0	...	—	
	2	2	3.75	—	...	—	6.76	—	6.12	2.45	2.11	31.7	15.0	...	—	
	1	2	3.75	—	...	—	6.28	—	6.07	2.45	0.95 à 1.05	14.05 à 15.54	14.8	A levier	...	
Wagons privés.																
Type Og. Wagons couverts, pour le transport de bière, avec faculté de chargement jusqu'à 10 tonnes	15	2	3.5	Non.	...	Fer.	6.44	Bois.	5.8	2.57	2.35	34.16	14.9	...	Oui.	
	14	2	4.0	—	...	—	7.26	—	6.49	2.41	2.08	32.61	15.64	...	—	

Tableau B. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à la ligne droite des tampons.	PRIX DU WAGON en francs par mètre cube de capacité.	PRIX DU WAGON en francs par tonne inscrite.	total.	par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou comprend-elle compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles.	Époque de la construction.	Observations.
10.0	...	...	7.64	...	...	4,200.00	...	...	Unique.	1860 à 1861	
10.0	...	...	7.38	...	...	3,629.50	...	...	—	1864	
10.0	...	...	7.38	...	...	4,066.64	...	...	—	1864	
10.0	...	...	7.48	...	...	5,407.00	...	...	—	1874	
10.0	...	...	6.30	...	...	4,510.50	...	...	—	1876	
10.0	...	...	6.42	...	...	4,036.40	...	...	—	1855 à 1862	
10.0	...	...	5.70	...	...	4,400.00	...	...	—	1858	
10.0	...	...	6.55	...	...	4,113.40	...	...	—	1859	
10.0	...	...	6.90	...	...	4,000.00	...	...	—	1866	
10.0	...	...	7.38	...	...	4,142.86	...	...	—	1867	
10.0	...	...	6.90	...	...	3,717.83	...	...	—	1867 à 1869	
10.0	...	...	6.90	...	...	3,793.31	...	...	—	1871 à 1876	
10.0	...	...	7.38	...	...	4,517.70	...	...	—	1876	
10.0	...	...	7.48	...	...	2,000.00	...	...	—	1878	
10.0	...	...	7.96	...	...	2,000.00	...	...	—	1878	
12.5	...	...	7.48	...	...	4,249.06	...	...	—	1871 à 1877	
12.5	...	...	7.96	...	...	4,508.05	...	...	—	1873 à 1877	
12.5	...	...	8.20	...	...	3,849.81	...	...	—	1888	
12.5	...	...	8.20	...	...	3,035.50	...	...	—	1889	
12.5	...	...	8.30	...	...	3,514.00	...	...	—	1892	
12.5	...	...	8.30	...	...	3,414.61	...	...	—	1893	
7.0	...	...	7.38	...	...	4,510.50	...	...	—	1876	
7.0	...	...	7.38	...	...	4,510.50	...	...	—	1876	
12.0	...	...	7.96	...	...	5,572.00	...	...	—	1874	
10.0	...	...	7.96	...	...	5,584.00	...	...	—	1874	
10.0	...	...	7.96	...	...	4,489.00	...	...	—	1874	
10.0	...	...	7.96	...	...	4,484.00	...	...	—	1877	
10.0	...	...	7.48	...	...	5,407.00	...	...	2 étages.	1874	
10.0	...	...	7.56	...	...	...	...	...	Unique.	1891 à 1894	Wagons à grande vitesse.
10.0	...	...	8.30	...	...	...	...	...	—	1891 à 1897	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE V.

Conditions techniques d'établissement des wagons pour le transport des marchandises en P. V.
(Wagons appartenant à des particuliers admis à circuler sur le réseau.)

Tableau B'.

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis
A. — AUTRICHE.															
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.															
Wagons à bière	1	2	3.80	Non.	Non.	Fer.	7.33	Bois.	6.56	2.41	1.61	25.4	15.8	Non.	Oui.
— —	1	2	3.80	—	—	—	7.33	—	6.58	2.41	1.69	26.7	15.8	—	—
— —	1	2	4.00	—	—	—	7.10	—	6.59	2.53	1.66	27.7	16.7	—	—
— —	1	2	3.50	—	—	—	7.70	—	6.59	2.42	2.15	22.0	15.9	—	Non.
— —	1	2	3.48	—	—	—	7.70	—	6.59	2.42	2.15	31.3	15.9	—	—
— —	1	2	3.80	—	—	—	7.33	—	6.58	2.41	1.69	26.7	15.8	—	Oui.
— —	1	2	3.80	—	—	—	7.33	—	6.58	2.41	1.69	26.7	15.8	—	—
Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.															
α) NORD-OUEST AUTRICHIEN.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Néant.															
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons pour marchandises de groupage . . .	5	2	6.00	Sans.	...	Fer.	10.66	Bois.	9.98	2.51	2.06	51.39	25.01	...	5
— — — . . .	5	2	6.00	—	...	—	10.06	—	9.98	2.51	2.06	51.39	15.01	...	3
— — — . . .	3	2	5.50	—	...	—	10.65	—	9.98	2.51	2.06	51.39	25.01	...	1
— — — . . .	1	2	6.70	—	...	—	11.67	Mixte.	11.00	2.75	2.34	70.78	30.25	Sans.	—
— — — . . .	1	2	6.70	—	...	—	11.07	—	11.00	2.75	2.34	70.78	30.25	1	—
— — — . . .	3	2	5.50	—	...	—	11.06	Bois.	9.98	2.51	2.05	51.39	25.01	3	—
— — — . . .	2	2	7.00	—	...	—	11.67	Mixte.	11.00	2.75	2.26	68.37	30.25	...	2

ANNEXE V.

...ts pour le transport des marchandises en P. V.
...admis à circuler sur le réseau.)

Tableau B'.

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par mètre cube de capacité.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON EN FLORINS total.	PRIX DU WAGON EN FLORINS par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON EN FLORINS par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou comprend-elle séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
10.000	0.39	0.99	8.57	0.34	0.86	3,000	118.1	300.0	...	1896	
10.000	0.36	0.97	8.57	0.32	0.86	3,000	112.4	300.0	...	1894	
10.000	0.32	0.88	8.34	0.30	0.83	3,000	108.2	300.0	...	1894	
10.000	0.37	0.82	7.94	0.36	0.79	2,796	127.1	279.6	...	1890	
10.000	0.24	0.76	7.94	0.25	0.79	2,325	74.3	232.5	...	1882	
12.000	0.37	0.83	8.57	0.32	0.71	3,000	112.4	250.0	...	1884	
12.000	0.37	0.83	8.57	0.32	0.71	3,160	116.1	258.3	...	1897	
12.000	192	821	11.90	0.23	0.99	2,840	55.26	236.67	...	1891 (1)	(1) L'année de livraison ne correspond pas toujours avec celle de l'entrée du véhicule dans le parc du matériel roulant du Nord-Ouest autrichien.
12.000	165	708	11.30	0.22	0.94	2,220	43.30	185.00	...	1891	
12.000	193	828	11.90	0.23	0.99	2,840	55.26	236.67	...	1895	
12.000	160	942	12.91	0.18	1.08	2,650	37.44	220.83	...	1894	
12.000	144	850	12.31	0.17	1.03	2,250	31.79	187.50	...	1894	
12.000	167	714	11.30	0.22	0.94	2,220	43.19	185.00	...	1895	
12.000	164	936	12.91	0.19	1.08	2,600	38.03	216.67	...	1894	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B'. *(Suite.)*

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Boges ou non !	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots de boges.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à vis.	Frein à vis.
Wagons pour marchandises de groupage. . .	8	2	5.50	Sans.	...	Fer.	10.06	Mixte.	9.99	2.51	2.13	53.40	25.07	Sans	8
— — — . . .	2	2	5.50	—	...	—	10.06	—	9.99	2.51	2.13	53.40	25.07	—	2
— — — . . .	3	2	7.00	—	...	—	11.67	—	11.00	2.75	2.26	68.37	30.25	—	3
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagons à bière	1	2	3.80	Sans.	...	Fer.	7.31	Bois.	6.58	2.41	1.69	26.80	15.86	Sans	1
— —	1	2	4.00	—	...	—	7.30	—	6.56	2.41	1.59	25.14	15.81	—	1
— —	1	2	3.80	—	...	—	6.76	Mixte.	6.58	2.41	1.65	26.17	15.86	1	—
— —	1	2	3.80	—	...	—	7.33	Bois.	6.58	2.41	1.65	26.17	15.86	Sans	1
— —	2	2	3.80	—	...	—	7.33	—	6.57	2.41	1.63	25.80	15.83	—	2
— —	1	2	3.79	—	...	—	6.92	—	6.74	2.38	1.98	31.76	16.04	1	—
— —	2	2	4.00	—	...	—	7.57	—	6.74	2.38	1.98	31.76	16.04	Sans	2
— —	4	2	3.80	—	...	—	7.35	Mixte.	6.58	2.41	1.65	26.17	15.86	—	4
β) JONCTION SUD-NORD ALLEMANDE.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Néant.															
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons pour marchandises de groupage . . .	2	2	5.50	Sans.	...	Fer.	10.06	Mixte.	9.99	2.51	2.13	53.40	25.07	Sans	2
— — — . . .	2	2	6.75	—	...	—	11.68	—	11.00	2.75	2.26	68.37	30.25	—	2
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Néant.															
B. — HONGRIE.															
Chemins de fer de l'État.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Néant.															

Tableau B'. *(Suite.)*

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire totale entre les extrémités des tampons.	par mètre cube de capacité.	par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou comprend-elle plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Époque de la construction.	*Observations.*
15.0	191	680	11.39	0.21	0.76	2,600	48.69	173.33	...	1892	
12.0	199	843	11.39	0.21	0.95	2,850	53.37	237.50	...	1892	
12.0	164	936	12.91	0.19	1.08	3,450	50.46	287.50	...	1894	
10.0	311	883	8.55	0.32	0.86	3,200	119.40	320.00	...	1892	
10.0	354	891	8.54	0.34	0.85	3,500	130.22	350.00	...	1893	
12.0	369	804	8.60	0.31	0.67	3,100	118.46	258.30	...	1894	
12.0	374	816	8.57	0.33	0.71	3,450	131.83	287.50	...	1894	
12.0	372	708	8.57	0.33	0.71	3,000	116.28	250.00	...	1894 à 1897	
10.0	343	1,009	8.16	0.16	0.82	2,630	81.86	260.00	...	1881	
10.0	358	1,138	8.81	0.28	0.88	3,000	94.46	300.00	...	1889	
12.0	400	873	8.59	0.33	0.72	3,200	122.27	266.67	...	1893	
15.000	189.32	674	11.41	0.21	0.76	2,900	54.30	19.33	Unique.	1892 (1)	(1) L'année de livraison ne correspond pas toujours à celle de l'entrée du véhicule dans le parc du matériel roulant de la compagnie « Jonction Sud-Nord allemande ».
12.000	165.77	636	12.90	0.19	1.08	3,450	50.46	28.75	—	1892	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B'. *(Suite.)*

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein à vis ou frein à main.	Frein à vis.
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons à bière et à viande	10	2	4.00	...	...	Fer.	7.58	Bois.	6.68	2.37	2.07	42.7	15.8	...	Oui.
— —	2	2	3.25	...	...	—	6.52	—	6.30	2.35	2.00	29.6	14.8	...	—
— —	11	2	3.25	...	...	Mixte.	6.52	—	6.30	2.35	2.00	29.6	14.8	...	Non.
— —	11	2	3.80	...	...	—	7.31	—	6.58	2.41	1.69	26.8	15.8	...	Oui.
— —	20	2	3.70	...	...	—	7.07	—	6.17	2.37	2.07	39.5	14.6	...	—
— —	1	2	3.70	...	...	—	6.52	—	6.18	2.18	2.00	27.0	13.5	...	Non.
— —	3	2	3.40	...	...	—	5.80	—	5.67	2.65	1.52	22.8	15.0	...	Oui.
— —	2	2	3.40	...	...	—	5.80	—	5.67	2.65	1.52	22.8	15.0	...	—
— —	9	2	3.70	...	...	Fer.	7.07	—	6.34	2.37	1.52	22.8	15.0	...	—
— —	2	2	4.00	...	...	—	7.30	—	6.56	2.41	1.59	25.1	15.8	...	—
— —	3	2	3.80	...	...	—	7.33	—	6.56	2.42	1.62	25.6	15.8	...	—
— —	2	2	3.70	...	...	Mixte.	6.52	—	6.30	2.35	2.00	29.6	14.8	...	Non.
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*									Long. du réserv.	Diam. du réserv.		Litres.			
	21	2	4.50	...	...	Fer.	8.06	...	7.00	1.564	...	13,000	...	...	Oui.
	80	3	4.00	...	...	—	8.46	...	7.804	1.815	...	19,300	...	...	—
	16	2	3.50	...	...	Mixte.	6.60	...	5.692	1.720	...	12,650	...	...	Non.
	4	2	3.00	...	...	Fer.	6.00	...	5.980	1.733	...	14,100	...	...	Oui.
	18	2	4.30	...	...	—	7.65	...	6.680	1.815	...	16,500	...	...	Non.
	22	2	4.30	...	...	—	7.20	...	6.680	1.815	...	16,500	...	...	Oui.
	15	2	4.30	...	...	—	7.65	...	6.680	1.815	...	16,500	...	...	—
	12	3	3.85	...	...	—	8.30	...	7.750	1.800	...	19,300	...	...	—
Wagons-réservoirs (forme cylindrique), pour transports de pétrole, mélasse, huiles, acides et alcools.	25	3	3.85	...	...	—	7.225	...	7.702	1.800	...	19,300	...	...	—
	18	3	3.85	...	...	—	7.225	...	7.750	1.800	...	19,300	...	...	—
	48	2	3.70	...	...	—	6.700	...	7.180	1.554	...	13,000	...	...	—
	12	3	3.90	...	...	—	6.500	...	5.740	1.712	...	13,030	...	...	—
	3	2	3.10	...	...	—	5.880	...	5.150	1.224	...	6,300	...	...	—
	2	2	3.50	...	...	—	6.170	...	5.350	1.220	...	6,000	...	...	—
	2	2	3.55	...	...	—	6.200	...	6.200	1.300	...	8,190	...	...	—
	2	2	4.50	...	...	—	8.030	...	7.180	1.550	...	13,250	...	...	—
	1	3	5.00	...	...	—	8.840	...	6.370	1.600	...	13,250	...	...	—

Tableau B'. *(Suite.)*

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur du véhicule à l'extrémité des tampons.	PRIX DU WAGON en florins par mètre cube de capacité.	PRIX DU WAGON en florins par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	PRIX DU WAGON en florins par mètre cube de capacité utile.	PRIX DU WAGON en florins par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Époque de la construction.	*Observations.*
15.000	27,6	790	8.81	0.205	0.589	...	...	...	...	1891 à 1898	Chauffage avec briquettes.
10.000	36,5	1,080	7.75	0.262	0.775	...	...	...	...	1891 à 1898	— —
10.000	32,1	950	7.75	0.262	0.775	...	...	...	...	1891 à 1898	
10.000	30,6	910	8.54	0.318	0.854	...	...	...	...	1891 à 1898	
12.500	26,6	840	7.30	0.185	0.583	...	...	...	...	1891 à 1898	— —
10.000	34,1	922	7.75	0.287	0.775	...	...	...	...	1891 à 1898	
10.000	33,4	764	7.05	0.308	0.705	...	...	...	...	1891 à 1898	
10.000	36,9	840	7.05	0.308	0.705	...	...	...	...	1891 à 1898	
10.000	45,0	1,031	8.30	0.364	0.830	...	...	...	...	1891 à 1898	
10.000	39,2	890	8.53	0.334	0.853	...	...	...	...	1891 à 1898	
12.000	41,0	875	8.50	0.331	0.710	...	...	...	...	1891 à 1898	
10.000	31,7	942	7.75	0.262	0.775	...	...	...	...	1891 à 1898	— —
10.000	63,0	820	9.29	0.712	0.929	...	...	...	...	1891 à 1895	Avec vigie de serre-frein.
15.000	57,2	745	9.69	0.496	0.647	...	...	...	...	1896	— —
10.000	65,5	870	7.83	0.620	0.783	...	...	...	...	1895	— —
12.500	56,5	632	7.23	0.515	0.577	...	...	...	...	...	
15.000	57,1	630	8.88	0.539	0.591	...	...	...	...	1895	— —
12.000	54,5	690	8.43	0.509	0.648	...	...	...	...	1895	
12.000	55,1	610	8.88	0.539	0.632	...	...	...	...	1895	Avec plate-forme pour serre-frein.
15.000	55,9	680	9.53	0.494	0.633	...	...	...	...	1895	— —
15.000	50,2	648	8.455	0.437	0.564	...	...	...	...	1895	
15.000	47,9	611	8.561	0.440	0.570	...	...	...	...	1896	
10.000	71,5	930	7.930	0.610	0.793	...	...	...	...	1891 à 1895	
15.000	80,5	560	7.700	0.591	0.428	...	...	...	...	1893	Avec vigie de serre-frein.
10.000	131,0	807	7.668	1.220	0.766	...	...	...	...	1892	— —
12.500	141,8	735	7.400	1.226	0.641	...	...	...	...	1894	— —
14.000	95,0	560	7.382	0.899	0.570	...	...	...	...	1891	
10.000	65,1	860	9.290	0.701	0.929	...	...	...	...	1891	— —
15.000	78,4	580	10.140	0.775	0.600	...	...	...	...	1895	— —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B'. *(Suite.)*

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non ?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur utile.	Cube utilisable.	Surface du plancher.	FREIN. Sans frein, freins à levier ou freins à vis.	Frein à vis.
	1	3	4.50	...	...	Fer.	8.910	...	6.370	1.600	...	43.100	...	...	—
	2	2	3.00	...	...	—	6.030	...	5.400	1.260	...	6.540	...	...	—
	5	2	2.90	...	...	—	5.800	...	4.400	1.450	...	7.000	...	...	—
	6	2	2.90	...	...	—	5.600	...	4.400	1.480	...	7.000	...	...	—
	2	2	2.80	...	...	—	4.700	...	4.200	1.340	...	6.000	...	...	—
	10	2	2.80	...	...	—	5.390	...	4.200	1.340	...	6.000	...	...	—
	1	2	3.20	...	...	—	6.500	...	4.600	1.380	...	6.800	...	...	—
	4	2	3.60	...	...	—	...	...	...	...	...	20.895	...	...	—
	4	2	4.50	...	...	—	8.060	...	7.000	1.510	...	11.103	...	...	—
Wagons-réservoirs (forme cylindrique) pour transports de pétrole, mélasse, huiles, acides et alcools.	3	2	4.50	...	...	Mixte.	8.060	...	7.025	1.550	...	12.975	...	...	—
	2	2	3.10	...	...	Fer.	6.000	...	5.080	1.200	...	5.650	...	...	—
	2	2	3.66	...	...	—	7.300	...	7.200	1.670	...	16.107	...	...	—
	25	2	3.40	...	...	—	6.500	...	5.340	1.780	...	13.200	...	...	—
	40	2	4.00	...	...	—	7.150	...	6.400	1.710	...	14.600	...	...	—
	35	2	3.40	...	...	—	6.500	...	5.750	1.770	...	13.380	...	...	—
	20	2	3.50	...	...	—	7.100	...	6.854	1.800	...	15.400	...	...	—
	2	2	3.10	...	...	—	6.900	...	6.000	1.420	...	9.300	...	...	—
	45	2	4.50	...	...	—	8.050	...	7.250	1.600	...	15.000	...	...	—
	5	3	4.10	...	...	—	8.160	...	6.370	1.600	...	13.000	...	...	—
	25	2	3.60	...	...	—	6.100	...	5.797	1.800	...	14.200	...	...	—
Wagons pour transp. de chevaux de luxe . . .	1	2	4.00	...	...	—	7.250	Bois.	6.500	2.45	2.15	34.200	15.9	...	—
C. — LUXEMBOURG.															
Chemins de fer et minières Prince Henri.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Néant.															
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Néant.															
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagon-glacière de la brasserie de Diekirch . .	1	2	3.10	Non.	...	Fer.	6.00	Mixte.	5.95	2.55	2.01	31.0	15.20	A vis.	—

Tableau B'. *(Suite.)*

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	POIDS MORT par mètre cube de capacité utile.	POIDS MORT par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire tout compris, depuis l'extrémité des tampons.	par mètre cube de capacité.	par tonne inscrite.	PRIX DU WAGON en florins total.	par mètre cube de capacité utile.	par tonne inscrite.	La caisse forme-t-elle capacité unique ou compartiments séparés par cloisons ou toits ou meubles?	Époque de la construction.	*Observations.*
18.000	83.2	610	10.140	0.780	0.600	...	...	...	...	1891	Avec vigie de serre-frein.
12.000	121.0	612	7.230	1.101	0.601	...	...	...	...	1896	— —
12.000	118.8	695	7.090	1.060	0.590	...	...	...	...	1895	— —
12.000	103.0	600	6.890	0.985	0.558	...	...	...	...	1896	
10.000	114.0	685	5.930	0.989	0.593	...	...	...	...	1893	
10.000	130.0	780	6.620	1.101	0.662	...	...	...	...	1816	— —
11.000	137.0	810	7.700	1.134	0.700	...	...	...	...	1891	— —
17.000	47.0	525	...	...	...	...	...	...	...	1892	— —
10.000	78.8	870	9.290	0.830	0.929	...	...	...	...	1891 à 1896	— —
12.500	67.1	700	9.290	0.715	0.744	...	...	...	...	1895	— —
10.500	147.0	700	7.230	1.280	0.606	...	...	...	...	1893	— —
16.500	53.5	530	8.488	0.531	0.513	...	...	...	...	1896	
12.000	63.5	690	6.630	0.505	0.551	...	...	...	...	1895	— —
12.000	59.0	715	8.390	0.576	0.699	...	...	...	...	1895	— —
12.000	62.7	708	7.740	0.575	0.645	...	...	...	...	1895	— —
13.000	59.1	681	8.230	0.540	0.640	...	...	...	...	1895	— —
10.000	98.9	919	8.130	0.875	0.813	...	...	...	...	1895	
12.500	56.5	681	9.291	0.615	0.742	...	...	...	...	1896	— —
18.000	81.5	577	9.400	0.725	0.521	...	...	...	...	1897	— —
12.000	52.0	610	7.330	0.527	0.610	...	...	...	...	1895	
10.000	24.4	830	8.40	0.246	0.840	...	...	...	...	1896	Pour 6 chevaux. Avec plate-forme pour serre-frein.
10.000	36.1	1.120	7.08	0.23	0.71	...	...	...	Unique.	1874	Transport de bière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE VI.

Tableau C. Conditions techniques d'établissement des wagons pour le transport des marchandises en P. V.

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1886.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non ?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Surface utilisable du plancher.	PLATS-BORDS FIXES OU MOBILES. Sur les grands côtés.	Pour les bouts.	FREIN. Sinon frein, frein à levier ou frein à main.	Observations.
A. — AUTRICHE.															
Chemins de fer de l'État.															
Wagons plates-formes, type I	292	2 et 3	3,48 à 4.0	...	...	Mixte.	4,81 à 9.8	Bois.	4.73 à 9.5	2,5 à 2.7	...	...	15.0 à 21.2	...	9
— avec rancher, type Ir	310	2	2.9 à 4.0	...	...	—	5.77 à 7.86	—	5.69 à 7.78	2.08 à 2.53	...	...	11.8 à 19.8	...	21
— de 15 tonnes, — Ic	6	2	3.79	...	...	—	6.8	—	6.72	2.61	...	...	17.5	...	—
— pour bois long, type Ih	1,130	2	2.6 à 3.8	...	...	—	4.8 à 8.0	—	4.58 à 7.7	2.0 à 2.66	...	...	11.6 à 18.1	...	4
— pour bois long (8m1 de longueur), type Ihe	95	2	4.35	...	...	—	4.43	—	8.1	2.63	...	...	21.5	...	—
— (avec plats-bords mobiles), type INh	160	2	4.0 à 4.35	...	...	—	4.03 à 4.43	—	7.83 à 8.10	2.60 à 2.65	0.77 à 0.96	15.7 à 20.75	20.4 à 21.6	...	—
— à 4 ess eux, type Ia	26	4	2.5	Oui.	6.45 à 8.0	Fer.	10.5 à 12.0	Fer.	10.5 à 12.0	2.60 à 2.63	...	...	27.3 à 31.6	...	25
Wagons privés, types divers	349	2	...	...	...	—	...	—	6.0 à 8.18	2.46 à 2.74	...	14.76 à 21.7	...	...	19
Chemins de fer du Sud de l'Autriche.															
Wagons plates-formes	124	2	2.900	...	...	Bois.	5.800	Bois.	5.800	2.520	...	...	14.6	...	—
— —	7	2	2.900	...	...	Mixte.	5.800	—	5.800	2.520	...	...	14.6	...	—
— —	2	2	3.600	...	...	—	6.800	—	6.800	2.520	...	...	17.1	...	—
— —	1	1	6.400	Oui.	1.700	Fer.	10.000	Mixte.	10.000	2.610	...	...	26.1	...	—

ANNEXE VI.

Tableau C.

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	Poids mort par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE. Coïncidence longueur du wagon à l'extremité des tampons.	par tonne inscrite.	Surface du plancher.	PRIX DU WAGON en florins. total.	par tonne inscrite.	Wagons plats susceptibles d'être accouplés pour les longs chargements. Peut-il servir à double fin, seul ou accouplé ?	Possède-t-il des traverses pivotantes ?	FLÈCHES EMPLOYÉES. en bois (armé ou non) ou en métal.	longueur.	Époque de la construction.
10 à 11.5	476 à 604	6.13 à 11.2	0.61 à 0.9	...	610 à 2,400	61 à 240	...	...	...	...	1859 à 1898
10 à 12	410 à 498	7.17 à 9.26	0.717 à 0.77	...	1,250 à 1,652	125 à 138	...	...	...	...	1859 à 1898
15	490	8.2	0.49	...	2,200	147	...	...	...	...	1859 à 1898
10 à 11.5	400 à 600	6.2 à 9.4	0.62 à 0.817	...	1,000 à 1,790	100 à 156	...	...	...	...	1859 à 1898
10	675	5.93	0.593	...	1,595	160	...	...	...	...	1859 à 1898
10 à 15	684 à 530	5.4 à 5.75	0.54 à 0.38	...	1,680 à 2,050	168 à 137	...	...	...	...	1859 à 1898
10 à 15	615 à 503	11.9 à 13.24	0.595 à 0.53	...	2,500 à 3,500	125 à 175	...	...	...	...	1859 à 1898
10 à 12	...	...	...	...	1,400 à 3,000	...	...	...	...	...	1859 à 1898
—	0.353 à 0.390	7.02 à 7.07	...	0.668 à 0.673	...	...	...	...	...	...	1860 à 1877
—	0.499	7.02	...	0.668	...	...	...	...	...	...	1878 à 1882
—	0.397	8.62	...	0.636	...	...	...	...	...	...	1883 à 1890
—	0.600	11.90	...	0.367	...	...	...	...	...	...	1873

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. Dimensions intérieures. Longueur.	CAISSE. Dimensions intérieures. Largeur.	CAISSE. Surface utilisable du plancher.	CAISSE. Plats-bords fixes ou mobiles. Sur les grands côtés.	CAISSE. Plats-bords fixes ou mobiles. Pour les bouts.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	FREIN. Frein à vis.
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Wagons plates-formes	8	2	3.31	Non.	...	Bois.	5.65	Mixte.	5.79	2.47	14.3	...	...	Non.	Non.
— —	4	2	3.48	—	...	—	6.56	—	5.79	2.47	14.3	...	...	—	Oui.
— —	15	4	8.37	Oui.	6.95	—	11.06	—	10.90	2.48	27.0	...	...	—	Non.
— —	13	4	8.57	—	7.75	—	11.06	—	10.90	2.46	26.8	...	...	—	—
— —	2	4	8.37	—	6.95	Mixte.	11.06	—	10.90	2.48	27.0	...	...	—	—
— —	5	4	9.80	—	8.20	Fer.	11.98	—	12.00	2.70	32.4	...	...	—	—
— —	20	4	9.80	—	8.20	—	12.00	—	12.00	2.82	33.8	...	...	—	—
— —	20	4	10.00	—	8.00	—	12.00	—	12.00	2.82	33.8	...	...	—	—
— —	4	2	3.31	Non.	...	Bois.	5.65	Bois.	5.94	2.61	15.5	Mobiles.	Fixes.	—	—
— —	135	2	3.48	—	...	Mixte.	6.44	—	6.42	2.53	16.2	—	Mobiles.	—	—
— —	204	2	3.80	—	...	—	6.93	—	6.90	2.53	17.4	—	—	—	—
— —	17	2	2.90	—	...	—	6.00	—	5.96	2.53	15.0	—	—	—	Oui.
— —	8	2	2.90	—	...	—	6.00	—	5.96	2.53	15.0	—	—	—	—
— —	245	2	4.44	—	...	Fer.	8.22	—	8.18	2.50	20.4	—	Fixes à un bout.	—	Non.
— —	32	2	4.44	—	...	Mixte.	8.22	—	8.18	2.50	20.4	—	Mobiles.	—	—
— —	994	2	4.44	—	...	Fer.	8.22	—	8.18	2.50	20.4	—	—	—	Oui.
— —	160	2	4.50	—	...	—	8.20	—	8.14	2.55	20.7	—	Fixes à un bout.	—	Non.
— —	6	2	4.50	—	...	—	8.20	—	8.14	2.55	20.7	—	Mobiles.	—	—
— —	50	2	6.00	—	...	—	10.00	—	9.92	2.65	27.3	—	—	—	—
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons pour bois long (4)	40	2	3.80	Non.	...	Fer.	6.30	Bois.	6.24	2.55	15.9	Mobiles.	Mobiles.	Non.	Non.
— — (4)	50	2	3.80	—	...	—	6.30	—	6.24	2.55	15.9	—	—	—	—

Tableau C. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	Poids mort par tonne inscrite.	Longueur de voie occupée (c'est-à-dire longueur du wagon à l'extrémité des tampons).	Prix du wagon en florins. par tonne inscrite.	Surface du plancher	Prix du wagon en florins. total.	Prix du wagon en florins. par tonne inscrite.	Wagons plats susceptibles d'être accouplés pour les longs chargements. Peut-il servir à double fin, seul ou accouplé?	Possède-t-il des traverses pivotantes?	Flèches employées. en bois (armé ou non) ou en métal.	Flèches employées. longueur.	Époque de la construction.	*Observations.*
8.500	0.49	7.20	0.85	1.63	1,200	141.2	Seul.	Non.	...	...	1861 à 1863	
8.500	0.59	7.80	0.92	1.68	1,300	152.9	—	—	...	...	1862	
12.500	0.79	12.31	0.98	2.16	2,500	200.0	—	—	...	...	1860	
12.500	0.81	12.31	0.98	2.14	2,500	200.0	—	—	...	...	1862 à 1863	
25.000	0.44	12.35	0.49	1.08	3,000	120.0	—	—	...	...	1863	
25.000	0.50	13.20	0.53	1.30	2,958	118.3	—	—	...	...	1884	
25.000	0.55	13.24	0.66	1.69	2,680	134.0	—	—	...	...	1885 à 1888	
25.000	0.58	13.27	0.66	1.69	2,700	135.0	—	—	...	...	1891 à 1892	
7.500	0.60	7.20	0.96	2.07	1,100	146.7	—	—	...	...	1861 à 1863	
11.300	0.46	7.66	0.68	1.43	1,300	115.0	—	—	...	...	1868 à 1870	
11.300	0.49	8.16	0.72	1.54	1,300	115.0	—	—	...	...	1870 à 1873	
11.300	0.46	7.23	0.64	1.33	1,400	123.9	—	—	...	...	1882	
11.300	0.50	7.23	0.64	1.33	1,700	150.4	—	—	...	...	1882	
22.000	0.62	9.44	0.79	1.70	1,900 à 2,100 (1)	163.1	—	—	...	...	1882 à 1884	(1) Prix moyen : 1,957 florins.
22.000	0.48	9.44	0.73	1.57	1,400	107.1	—	—	...	...	1879 à 1882	
22.000	0.48	9.44	0.73	1.57	1,400 à 1,500 (2)	109.8	—	—	...	...	1881 à 1885	(2) Prix moyen : 1,428 florins.
22.000	0.49	9.50	0.64	1.38	1,775 à 2,050 (3)	127.9	—	—	...	...	1885 à 1897	(3) Prix moyen : 1,919 florins.
15.000	0.45	9.47	0.63	1.38	1,870	124.7	—	—	...	...	1896	
22.000	0.53	11.24	0.75	1.82	1,960	130.7	—	—	...	...	1897	
11.300	0.61	7.54	0.67	1.41	1,800	159.3	Oui.	Oui.	Néant.	Néant.	1890 à 1891	(4) Pour les transports de bois long, ou de planches, on adopte des traverses pivotantes et des ranchers (les 2 pièces sont mobiles), en outre, les wagons peuvent être munis de plats-bords latéraux ; ils peuvent par conséquent être employés comme plates-formes ou wagons à plats-bords latéraux.
11.300	0.61	7.54	0.67	1.41	1,850	163.7	—	—	—	—	1897	

Tableau C. (Suite.)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. Dimensions intérieures. Longueur.	CAISSE. Dimensions intérieures. Largeur.	CAISSE. Surface utilisable du plancher.	CAISSE. Plats-bords fixes ou mobiles. Sur les grands côtés.	CAISSE. Plats-bords fixes ou mobiles. Pour les bouts.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	FREIN. Frein à vis.
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Wagons pour bois long (avec traverses pivotantes)	50	2	3.48	Non.	...	Mixte.	6.44	...	6.27	2.53	15.8	...	...	Non.	Non.
	186	2	3.80	—	...	—	6.93	...	6.76	2.53	17.1	...	...	—	—
Wagons p' planches (avec ranchers).	68	2	4.44	—	...	—	8.22	...	8.05	2.53	20.3	...	...	—	—
— réservoirs p' transp. de gaz.	3	2	4.44	—	...	Fer.	8.22	...	...	...	...	...	...	—	—
— — —	2	2	4.50	—	...	—	8.22	...	...	...	...	...	...	—	—
Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.															
α) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU JOUISSANT DE LA GARANTIE DE L'ÉTAT).															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Néant.															
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons pour pièces lourdes (1)	5	3	5.50	Sans.	...	Fer.	9.00	...	9.00	2.56	23.04	...	...	Sans.	—
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Néant.															
β) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU COMPLÉMENTAIRE).															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Néant.															
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons pour bois long.	1	3	3.75	Sans.	...	Mixte.	6.93	...	6.93	2.56	17.74	...	...	Sans.	—

Tableau C. (Suite.)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	Poids mort par tonne inscrite.	Longueur de voie occupée. c'est-à-dire longueur du wagon à l'extrémité des tampons.	Longueur de voie occupée. par tonne inscrite.	Surface du plancher.	Prix du wagon en florins. total.	Prix du wagon en florins. par tonne inscrite.	Wagons plats susceptibles d'être accouplés pour les longs chargements. Peut-il servir à double fin, seul ou accouplé?	Possède-t-il des traverses pivotantes?	Flèches employées. en bois (armé ou non) ou en métal.	Flèches employées. longueur.	Époque de la construction.	Observations.
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*													
Wagons pour bois long (avec traverses pivotantes)	11.300	0.46	7.66	0.68	1.40	1,200	106.2	Oui.	Oui.	...	...	1868 à 1870	
	11.300	0.49	8.16	0.72	1.51	1,400	123.9	—	—	...	...	1873	
Wagons p' planches (avec ranchers).	11.300	0.50	9.44	0.84	1.80	1,300 à 3,780 (1)	115.0	Seul.	Non.	...	...	1877 à 1878	Prix moyen : 4,302 florins.
— réservoirs p' transp. de gaz.	10.000	1.23	9.44	0.91	...	4,563 à 3,780 (2)	430.0	...	...	...	...	1882 à 1887	— — 3,890 —
— — —	10.000	1.26	9.44	0.94	...	4,000	389.0	...	...	...	...	1888 à 1890	(1) Pour les transports de chaudières à vapeur et d'autres pièces lourdes, les wagons n'ont point de traverses pivotantes.
Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.													
α) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU JOUISSANT DE LA GARANTIE DE L'ÉTAT).													
1° *Wagons du « type courant ».*													
Néant.													
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*													
Wagons pour pièces lourdes (1)	22.0	430	10.19	0.46	1.05	2,500	113.64	Seul.	(2)	...	...	1884	(2) Pour les transports de bois long, les wagons employés à ces transports sont tous munis de plats-bords latéraux et figurent comme tels dans le tableau A, groupe 3; ils permettent un accouplement au moyen de flèches en bois armé de 2 et 4 mètres de longueur, ou de flèches en métal de 1 mètre.
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*													
Néant.													
β) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU COMPLÉMENTAIRE).													
1° *Wagons du « type courant ».*													
Néant.													
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*													
Wagons pour bois long.	22.5	349	8.12	0.36	0.78	3,000	...	...	(2)	...	...	1873	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Boges ou non ?	Écartement d'axe en axe des pivots des boges.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extremité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Surface utilisable du plancher.	PLAT-BORDS FIXES OU MOBILES. Sur les grands côtés.	Pour les bouts.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
3° *Wagons de « types exceptionnels ».* Néant.															
γ) JONCTION SUD-NORD ALLEMANDE. Néant.															
B. — HONGRIE.															
Chemins de fer de l'État.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Wagons pour bois long, type XIXd .	65	2	4.5	...	...	Fer.	8.060	...	8.060	2.610	21.0	...	...	Sans.	...
— — — XIXh.	250 à 264	2	3.7	...	...	—	6.700	...	6.700	2.600	16.1	...	...	—	...
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons plates-formes, type XVIIh .	15 à 145	3	7.0	...	...	Fer.	12.000	...	12.000	2.800	33.6	...	...	Sans.	...
3° *Wagons de « types exceptionnels ».* Néant.															
C. — LUXEMBOURG.															
Chemins de fer et minières Prince Henri.															
1° *Wagons du « type courant ».*															
Wagons pour minerais.	10	2	3.10	Non.	...	Fer.	6.06	Bois.	6.12	2.13	15.48	½ mobile	Non.	A main.	—
— —	19	2	3.10	—	...	—	6.06	Mixte.	6.00	2.10	15.00	Non.	Mobile.	—	—
— —	20	2	3.10	—	...	—	6.06	—	6.00	2.10	15.00	—	Non.	—	A vis.
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*															
Wagons pour baliveaux	50	2	3.10	Non.	...	Fer.	6.08	Mixte.	6.00	2.10	1.100	Non.	Oui.	A main.	—
— — pierres de taille . .	20	2	4.10	—	...	—	8.10	Fer.	8.00	2.60	2.050	½ mobile	Non.	Non.	—

Tableau C. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	Poids mort par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE c'est-à-dire longueur de wagon à l'extremité des tampons.	par tonne inscrite.	Surface du plancher.	PRIX DU WAGON en florins total.	par tonne inscrite.	Wagons plats susceptibles d'être accouplés pour les longs chargements. Peut-il servir à double fin, seul ou accouplé?	Possède-t-il des traverses pivotantes?	FLÈCHES EMPLOYÉES en bois (armé ou non) ou en métal.	Longueur.	Époque de la construction.	*Observations.*
					Francs.	Francs.						
10.000	560.0	9.290	0.929	2.1	1,420.09	142.00	A double fin.	Traverses pivotantes.	En bois armé.	...	1894	
12.500	416.0	7.930	0.633	1.29	1,385.00	110.80	Seul et accouplé.	Traverses pivotantes.	...	...	1894	
20.000	525.0	13.230	0.661	1.68	2,790.00	139.50	Seul.	Sans trav. pivotante.	...	...	1892	
10	660	7.22	0.72	1.11	2,000	200	Seul.	Non.	...	...	1874	
10	570	7.11	0.71	1.10	2,000	200	—	—	...	...	1874	
10	570	7.11	0.71	1.50	2,300	230	—	—	...	...	1874	
10	590	7.13	0.71	1.10	2,100	210	A double fin.	Oui.	Sans flèche.	...	1872 à 1874	
10	640	9.11	0.92	2.08	2,107	211	Seul.	Non.	...	...	1892	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C. (*Suite*).

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non ?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Surface utilisable du plancher.	PLATS-BORDS FIXES OU MOBILES. Sur les grands côtés.	Pour les bouts.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.	Nature du frein.
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*																
Néant.																
D. — ROUMANIE.																
Chemins de fer de l'État.																
1° *Wagons du « type courant ».*																
Type Ko.	49	2	4.08	...	...	Mixte.	6.21	...	6.75	2.45	16.54	...	...	37	12	
—	4	2	3.70	...	...	—	6.81	...	6.65	2.55	16.96	...	...	4	...	
—	70	2	3.48	...	...	—	6.56	...	6.40	2.60	16.64	...	...	59	11	
—	20	2	2.90	...	...	—	5.81	...	5.65	2.42	13.67	...	...	14	6	
—	30	2	3.30	...	...	—	5.65	...	5.50	2.45	13.47	...	...	30	...	
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*																
Type Kop	100	2	4.08	...	...	Mixte.	6.91	...	6.75	2.45	16.51	...	...	83	12	
— L	115	2	3.80	...	...	—	6.95	...	6.76	2.55	17.24	...	...	115	...	
— L	18	2	2.30	...	...	Bois.	4.61	...	4.45	2.20	9.79	...	...	18	...	
E. — SUISSE.																
Chemin de fer rhétique.																
1° *Wagons du « type courant ».*																
Type M	5	2	3.000	Non.	...	Fer.	6.000	Mixte.	5.550	2.300	12.77	Mobiles.	Fixes.	Sont tous pourvus d'un frein à vis et d'un frein continu automatique Hardy.		
—	9	2	3.150	—	...	—	6.250	—	5.800	2.400	13.92	—	—			
—	35	2	3.150	—	...	—	6.550	Fer.	6.100	2.400	14.64	—	—			
2° *Wagons « propres à des transports spéciaux ».*																
Type N	2	2	1.200	Non.	...	Fer.	2.800	Plancher en fer.	Sans caisse.	Sans caisse.	67.20	...	...	Sont tous pourvus d'un frein à levier et d'un frein continu Hardy.		
—	2	2	1.500	—	...	—	2.800				67.20	...	...			

Tableau C. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	Poids mort par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE. (Distance libre entre le plan extérieur du wagon à l'extrémité des tampons.)	par tonne inscrite.	Surface du plancher.	PRIX DU WAGON en francs. total.	par tonne inscrite.	Wagons plats susceptibles d'être accouplés pour les longs chargements. Peut-il servir à double fin, seul ou accouplé ?	Possède-t-il des traverses pivotantes ?	FLÈCHES EMPLOYÉES. en bois (armé ou non) ou en métal.	longueur.	Époque de la construction.	*Observations.*
10.0	0.51	8.10	0.81	1.65	...	...	...	...	...	...	1869 à 1870	
10.0	0.58	8.00	0.80	1.70	...	...	...	...	...	...	1883	Les wagons Kop sont destinés pour transport de pierres de construction ; la plate-forme est munie de poutrelles en bois transversales pour protéger le plancher.
10.0	0.52	7.75	0.77	1.66	...	...	...	...	...	...	1869	
10.0	0.50	7.00	0.70	1.37	...	...	...	...	...	...	1879	
10.0	0.47	6.85	0.68	1.35	...	...	...	...	...	...	1869	
10.0	0.52	8.10	0.81	1.65	...	...	...	...	...	...	1870	Les wagons L peuvent être employés en les accouplant avec des rallonges, deux à deux pour le transport de bois long.
10.9	0.57	8.16	0.82	1.72	...	...	Oui.	Oui.	Mixte.	1.883/3.766	1872	
5.0	0.70	5.50	1.10	1.96	...	...	...	...	...	...	...	
10	385	6.900	690	1.277	3,200	320,00	Oui.	Oui.	Accouplement direct de wagon à wagon, sans flèche.	...	1889 à 1890	
10	490	7.150	715	1.392	3,180	318,00	—	—		...	1890 à 1891	
10	480	7.450	745	1.464	2,840	284,00	—	—		...	1895 à 1897	
10	336	3.700	370	0.672	2,141	214,10	Oui.	Oui.	Pas de flèche.	...	1896	
10	340	3.700	370	0.672	1,450	145,00	—	—		...	1897	Servent au transport de bois, rails, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C. *(Suite.)*

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1888.	ESSIEUX. Nombre.	Écartement des essieux extrêmes.	Bogies ou non ?	Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Surface utilisable du plancher.	PLATS-BORDS FIXES OU MOBILES. Sur les grands côtés.	Pour les bouts.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	Frein à vis.
3° *Wagons de « types exceptionnels ».*															
Néant.															
Chemin de fer Nord-Est suisse.															
Type N, wagons pour bois long	6	2	3.0	Non.	...	Fer.	5.8	Bois.	6.0	2.38	15.4	...	...	A levier.	...
— — —	50	2	2.0	—	...	—	3.8	—	3.8	2.07	7.8	...	...	—	...
— — —	8	2	2.0	—	...	—	3.8	—	3.73	2.53	9.4	...	...	Sans.	...
— — —	16	2	3.0	—	...	—	4.8	—	4.73	2.53	12.0	...	...	—	...
Type O². Wagons spéciaux découverts, sans parois et avec faculté de chargement de plus de 13 tonnes (transport de chaudières).	3	2	4.2	—	...	—	7.2	—	7.2	2.90	20.8	...	...	—	...
	4	2	2.7	—	...	—	5.7	—	5.7	2.61	14.8	...	...	...	...
Type Or². Wagons plates-formes à trois essieux avec chargement de 30 tonnes	2	3	6.0	—	...	—	9.0	—	9.0	2.78	25.02	...	...	Sans.	...
Wagons privés.															
Type O. Wagons-citernes pour le transport de pétrole	1	2	4.0	Non.	...	Fer.	6.87	Bois.	6.165	1.99	12.26	...	...	...	Oui.
	2	2	3.4	—	...	—	6.1	—	6.1	2.5	15.2	...	...	A levier.	...
	1	2	3.4	—	...	—	6.1	—	6.1	2.5	15.2	...	...	Sans.	...
Type O¹. Wagons-citernes pour le transport de pétrole avec faculté de chargement de plus de 10 et jusqu'à 13 tonnes	1	2	4.0	—	...	—	6.1	—	6.1	2.5	15.2	...	...	...	...
	9	2	3.4	—	...	—	6.1	—	6.1	2.5	15.2	...	...	Sans.	...
	5	2	3.4	—	...	—	6.15	—	6.25	2.5	15.6	...	...	A levier.	Oui.
	1	2	3.4	—	...	—	6.1	—	6.1	2.5	15.2	...	...	...	Oui.
Type O². Wagon spécial pour le transport de locomotives.	1	4	10.73	Oui.	9.5	—	11.7	—	...	...	...	...	...	Sans.	...
Type O¹. Wagons spéciaux pour le transport des acides dans des pots.	2	2	4.5	Non.	...	—	8.17	—	7.43	2.59	19.24	...	...	...	Oui.
Type O². Wagons spéciaux pour le transport des acides dans des pots avec faculté de chargement de plus de 13 tonnes	2	2	4.5	—	...	—	8.04	—	7.5	2.76	20.7	...	...	...	Oui.

Tableau C. *(Suite.)*

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	Poids mort par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE. D'axe à axe longueur du wagon à l'extrémité des tampons.	par tonne inscrite.	Surface du plancher.	PRIX DU WAGON en francs. total.	par tonne inscrite.	Wagons plats susceptibles d'être accouplés pour les longs chargements. Peut il servir à double fin, seul ou accouplé ?	Possède-t-il des traverses pivotantes ?	FLÈCHES EMPLOYÉES. en bois (armé ou non) ou en métal.	Longueur.	Époque de la construction.	*Observations.*
10.0	...	7.2	...	...	3,034.50	...	Seul.	Oui.	En fer (tube)	2 à 6	1875	
10.0	...	5.0	...	...	3,766.60	...	—	—	—	—	1872 à 1874	Les flèches sont seulement employées en cas spécial.
10.0	...	5.0	...	...	750.00	...	—	—	—	—	1877	
10.0	...	6.0	...	...	750.00	...	—	—	—	—	1878	
20.0	...	8.4	...	...	6,535.00	...	...	...	...	...	1869 à 1874	
15.0	...	6.9	...	...	3,000.00	...	...	...	...	...	1884	
30.0	...	10.2	...	...	500.26	...	...	...	...	...	1893	
15.0	...	8.07	...	...	...	...	...	...	...	...	1886	
10.0	...	7.3	...	...	...	...	...	...	...	...	1886 à 1888	
10.0	...	7.3	...	...	...	...	...	...	...	...	1886 à 1888	
15.0	...	7.5	...	...	...	...	...	...	...	...	1885 à 1893	
12.0	...	7.3	...	...	...	...	...	...	...	...	1885 à 1893	
12.0	...	7.29	...	...	...	...	...	...	...	...	1885 à 1893	
12.5	...	7.3	...	...	...	...	...	...	...	...	1885 à 1893	
26.0	...	12.9	...	...	...	...	...	...	...	...	1890	
11.0	...	9.37	...	...	...	...	...	...	...	...	1896 à 1897	
13.5	...	9.16	...	...	...	...	...	...	...	...	1897	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE VII.

Conditions techniques d'établissement des wagons pour le transport des marchandises en P. V.
(Wagons appartenant à des particuliers admis à circuler sur le réseau.)

Tableau C'.

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1888.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extrémité des traverses extrêmes	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Largeur.	CAISSE. Surface utilisable du plancher.	CAISSE. PLATS-BORDS FIXES OU MOBILES. sur les grands côtés.	CAISSE. PLATS-BORDS FIXES OU MOBILES. pour les bouts.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	FREIN. Frein à vis.
A. — AUTRICHE.															
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.															
Wagons-réservoirs	20	2	3.34	Non.	Non.	Mixte.	5.80	...	...	...	...	...	...	Non.	Non.
—	5	2	3.34	—	—	—	6.50	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	1	2	4.44	—	—	Fer.	8.23	...	...	...	...	...	...	—	—
—	1	2	4.50	—	—	—	8.10	...	...	...	...	...	...	—	—
—	2	2	2.80	—	—	—	5.00	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	1	2	2.80	—	—	—	5.06	...	...	...	...	...	...	—	—
—	1	2	3.80	—	—	—	7.18	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	30	2	3.50	—	—	—	6.50	...	...	...	...	...	...	—	—
—	2	2	3.80	—	—	—	7.35	...	...	...	...	...	...	—	—
—	7	2	3.40	—	—	—	6.50	...	...	...	...	...	...	—	—
—	1	2	3.65	—	—	—	7.00	...	...	...	...	...	...	—	—
—	3	2	3.65	—	—	—	7.00	...	...	...	...	...	...	—	—
—	1	2	4.44	—	—	—	8.23	...	...	...	...	...	...	—	—
—	1	2	3.60	—	—	Mixte.	7.34	...	...	...	...	...	...	—	—
—	5	2	3.90	—	—	Fer.	6.50	...	...	...	...	...	...	—	—
—	5	2	3.40	—	—	—	6.50	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	6	2	4.44	—	—	—	8.23	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	2	2	4.44	—	—	—	8.23	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	4	2	2.90	—	—	Mixte.	5.80	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	4	2	3.70	—	—	Fer.	7.31	...	...	...	...	...	...	—	—
—	15	2	4.00	—	—	—	7.50	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	15	2	4.00	—	—	—	6.15	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	6	2	4.44	—	—	—	8.23	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	8	2	4.44	—	—	—	8.23	...	...	...	...	...	...	—	—
—	1	2	2.81	—	—	—	5.06	...	...	...	...	...	...	—	—

ANNEXE VII.

Tableau C'.

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	Poids mort par tonne inscrite.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE. c'est-à-dire longueur du wagon à tampons tendus.	LONGUEUR DE VOIE OCCUPÉE. par tonne inscrite.	Surface du plancher.	PRIX DU WAGON en florins. total.	PRIX DU WAGON en florins. par tonne inscrite.	Wagons plats susceptibles d'être accouplés pour les longs chargements. Peut-il servir à double fin, seul ou accouplé?	Possède-t-il des traverses pivotantes?	FLÈCHES EMPLOYÉES. en bois (armé ou non) ou en métal.	FLÈCHES EMPLOYÉES. longueur.	Époque de la construction.	*Observations.*
10.0	0.72	7.00	0.70	...	2,034	203.4	...	...	...	...	1887	Contenance en litres : 13,100
10.0	0.77	7.70	0.77	...	2,400	240.0	...	...	...	...	1887	— — 13,100
10.0	0.94	9.45	0.95	...	2,800	280.0	...	...	...	...	1884	— — 12,771
10.0	0.83	9.30	0.93	...	2,500	250.0	...	...	...	...	1887	— — 13,030
10.0	0.68	6.22	0.62	...	1,888	188.8	...	...	...	...	1888	— — 6,200 à 6,600
10.0	0.77	6.30	0.63	...	3,100	310.0	...	...	...	...	1888	— — 6,800
10.0	0.92	8.42	0.84	...	2,925	292.5	...	...	...	...	1892	— — 11,200
10.35	0.78	7.70	0.74	...	2,800	270.5	...	...	...	...	1888	— — 12,500
10.50	0.76	8.59	0.82	...	2,950	281.0	...	...	...	...	1887	— — 14,000
10.50	0.77	7.70	0.73	...	2,920	278.1	...	...	...	...	1888	— — 13,250
10.50	0.75	8.00	0.76	...	2,850	271.4	...	...	...	...	1888	— — 12,650
10.50	0.79	8.24	0.78	...	2,950	281.0	...	...	...	...	1889	— — 12,650
10.60	0.79	9.45	0.89	...	2,450	231.1	...	...	...	...	1884	— — 12,833
11.00	0.67	8.56	0.78	...	2,750	250.0	...	...	...	...	1881	— — 15,000
11.15	0.76	7.70	0.70	...	2,934	263.1	...	...	...	...	1891 à 1892	— — 13,000 à 13,100
11.15	0.71	7.70	0.70	...	3,000	269.1	...	...	...	...	1892	— — 13,000
11.30	0.77	9.45	0.83	...	2,400	212.4	...	...	...	...	1884	— — 12,833
11.30	0.83	9.45	0.83	...	2,800	247.8	...	...	...	...	1884	— — 12,833
11.30	0.73	7.00	0.62	...	1,885	166.8	...	...	...	...	1870 à 1872	— — 12,480 à 13,220
11.30	0.75	8.55	0.76	...	2,970	262.8	...	...	...	...	1890	— — 13,250
11.30	0.79	8.74	0.77	...	2,700	239.0	...	...	...	...	1897	— — 13,250
11.43	0.67	7.39	0.65	...	2,400	210.0	...	...	...	...	1896	— — 13,500
12.00	0.79	9.45	0.79	...	2,800	233.3	...	...	...	...	1884	— — 12,833
12.00	0.71	9.45	0.79	...	2,425	202.1	...	...	...	...	1884 à 1885	— — 12,500 à 12,833
12.00	0.64	6.30	0.53	...	3,000	250.0	...	...	...	...	1886	— — 6,850

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C'. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Écartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non ?	ESSIEUX. Écartement d'axe en axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extérieur des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. Dimensions intérieures. Longueur.	CAISSE. Dimensions intérieures. Largeur.	CAISSE. Surface utilisable du plancher.	CAISSE. Plats-bords fixes ou mobiles. sur les grands côtés.	CAISSE. Plats-bords fixes ou mobiles. pour les bouts.	FREIN. Sans frein, frein à lever ou frein à main.	FREIN. Frein à vis.
Wagons-réservoirs	1	2	4.30	Non.	Non.	Fer.	7.00	...	...	...	...	...	...	Non.	Non.
—	11	2	3.65	—	—	—	6.00	...	...	...	...	...	...	—	—
—	29	2	3.40	—	—	—	6.50	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	20	2	4.00	—	—	—	7.50	...	...	...	...	...	...	—	—
—	1	2	3.70	—	—	—	6.26	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	1	2	3.70	—	—	—	6.80	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	45	2	4.00	—	—	—	7.00	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	14	2	4.00	—	—	—	8.10	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	27	2	3.80	—	—	—	6.65	...	...	...	...	...	...	—	—
—	2	2	3.80	—	—	—	5.70	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	6	2	3.65	—	—	—	6.74	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	1	2	3.40	—	—	—	7.10	...	...	...	...	...	...	—	—
—	5	2	3.80	—	—	—	5.70	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	1	2	3.80	—	—	—	7.00	...	...	...	...	...	...	—	—
—	9	2	3.00	—	—	—	5.20	...	...	...	...	...	...	—	—
—	2	2	3.65	—	—	—	6.00	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	1	2	3.70	—	—	—	6.80	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	2	2	3.70	—	—	—	6.26	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	6	2	4.00	—	—	—	7.50	...	...	...	...	...	...	—	—
—	2	2	3.80	—	—	—	6.62	...	...	...	...	...	...	—	—
—	2	2	3.40	—	—	—	5.50	...	...	...	...	...	...	—	—
—	2	2	3.80	—	—	—	5.70	...	...	...	...	...	...	—	—
—	25	2	4.20	—	—	—	7.50	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	7	2	4.00	—	—	—	6.80	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	8	2	4.00	—	—	—	7.50	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	3	2	3.60	—	—	Mixte.	7.34	...	...	...	...	...	...	—	—
—	2	2	3.70	—	—	Fer.	6.26	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	3	2	3.70	—	—	—	6.88	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	33	2	4.00	—	—	—	7.00	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	7	2	4.00	—	—	—	7.39	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	11	2	4.20	—	—	—	6.66	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	40	2	4.20	—	—	—	7.76	...	...	...	...	...	...	—	—

Tableau C'. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tonnage inscrit.	Poids mort par tonne inscrite.	Longueur de voie occupée c'est-à-dire longueur du wagon à l'extrémité des tampons.	Longueur de voie occupée par tonne inscrite.	Surface du plancher.	Prix du wagon en Roubles total.	Prix du wagon en Roubles par tonne inscrite.	Wagons plats susceptibles d'être accouplés pour les longs chargements. Peut-il servir à double fin, seul ou accouplé ?	Possède-t-il des traverses pivotantes ?	Flèches employées en bois (armé ou non) ou en métal.	Flèches employées longueur.	Époque de la construction.	*Observations.*
12.00	0.65	8.25	0.69	...	2,200	183.3	...	...	...	...	1895	Contenance en litres : 6,130
12.00	0.54	7.24	0.60	...	2,150	179.1	...	...	...	...	1888 à 1892	— — 6,500 à 6,530
12.01	0.69	7.70	0.64	...	2,860	238.3	...	...	...	...	1888 à 1897	— — 10,000 à 14,200
12.00	0.75	8.74	0.73	...	2,825	235.4	...	...	...	...	1888 à 1897	— — 13,040 à 15,315
12.01	0.60	7.50	0.63	...	2,100	175.0	...	...	...	...	1890	— — 6,500
12.00	0.65	8.01	0.67	...	2,280	190.0	...	...	...	...	1890	— — 6,500
12.00	0.64	8.20	0.68	...	2,380	198.2	...	...	...	...	1891 à 1893	— — 12,500 à 13,500
12.00	0.71	9.33	0.78	...	2,720	226.7	...	...	...	...	1890 à 1896	— — 12,500 à 13,185
12.00	0.71	7.90	0.65	...	2,850	237.5	...	...	...	...	1890 à 1897	— — 13,800 à 15,000
12.00	0.62	6.94	0.59	...	2,800	233.3	...	...	...	...	1894	— — 7,400
12.00	0.68	7.98	0.67	...	2,450	204.2	...	...	...	...	1894	— — 6,500
12.00	0.80	8.34	0.70	...	2,800	233.3	...	...	...	...	1894	— — 7,500
12.00	0.74	7.74	0.65	...	2,950	245.8	...	...	...	...	1894 à 1897	— — 7,000 à 7,000
12.30	0.66	8.34	0.68	...	2,800	227.6	...	...	...	...	1884	— — 13,000
12.50	0.57	6.45	0.52	...	2,600	208.0	...	...	...	...	1875 à 1882	— — 12,200 à 14,840
12.50	0.55	7.24	0.58	...	1,850	148.0	...	...	...	...	1886	— — 6,500
12.50	0.61	8.04	0.64	...	2,255	180.4	...	...	...	...	1890	— — 6,650
12.50	0.56	7.50	0.60	...	1,890	151.2	...	...	...	...	1890	— — 6,650
12.50	0.73	8.74	0.70	...	3,000	240.0	...	...	...	...	1893	— — 14,075 à 14,141
12.50	0.68	7.86	0.63	...	2,700	216.0	...	...	...	...	1897	— — 10,000
12.60	0.63	7.70	0.61	...	2,810	223.0	...	...	...	...	1894	— — 14,188 à 14,177
12.60	0.63	7.74	0.61	...	2,950	234.1	...	...	...	...	1894 à 1895	— — 7,000
12.80	0.72	8.74	0.68	...	2,800	218.8	...	...	...	...	1896	— — 16,000
12.85	0.63	8.04	0.63	...	2,400	186.8	...	...	...	...	1896	— — 15,000
12.85	0.69	8.74	0.68	...	2,700	210.1	...	...	...	...	1896	— — 15,000
13.00	0.56	8.56	0.65	...	2,750	211.5	...	...	...	...	1891	— — 15,000
13.00	0.58	7.50	0.58	...	1,933	148.7	...	...	...	...	1887 à 1888	— — 6,840 à 6,935
13.00	0.58	8.12	0.62	...	2,038	161.4	...	...	...	...	1887 à 1888	— — 6,840
13.00	0.62	8.24	0.63	...	2,260	173.9	...	...	...	...	1887 à 1889	— — 15,100 à 16,000
13.00	0.70	8.65	0.67	...	2,650	203.9	...	...	...	...	1887 à 1889	— — 15,100 à 16,000
13.00	0.59	7.90	0.61	...	2,580	198.5	...	...	...	...	1889	— — 16,000
13.00	0.64	9.00	0.69	...	2,650	203.9	...	...	...	...	1889 à 1896	— — 16,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C'. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES WAGONS.	Effectif des wagons au 1er janvier 1898.	ESSIEUX. Nombre.	ESSIEUX. Ecartement des essieux extrêmes.	ESSIEUX. Bogies ou non ?	ESSIEUX. Ecartement dans un axe des pivots des bogies.	CHASSIS. Mode de construction.	CHASSIS. Longueur à l'extremité des traverses extrêmes.	CAISSE. Mode de construction.	CAISSE. Dimensions intérieures. Longueur.	CAISSE. Dimensions intérieures. Largeur.	CAISSE. Surface utilisable du plancher.	CAISSE. Plats-bords fixes ou mobiles. sur les grands côtés.	CAISSE. Plats-bords fixes ou mobiles. pour les bouts.	FREIN. Sans frein, frein à levier ou frein à main.	FREIN. Frein à vis.
Wagons-réservoirs.	1	2	3.65	Non.	Non.	Fer.	6.00	...	...	...	...	...	...	Non.	Non.
—	1	2	3.70	—	—	—	7.30	...	...	...	...	...	...	—	—
—	20	2	4.00	—	—	—	7.50	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	15	2	4.00	—	—	—	6.40	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	25	2	4.00	—	—	—	7.50	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	25	2	3.80	—	—	—	6.70	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	1	2	3.66	—	—	—	5.85	...	...	...	...	...	...	—	—
—	4	2	3.65	—	—	—	7.30	...	...	...	...	...	...	—	—
—	3	2	3.80	—	—	—	6.50	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	3	2	3.80	—	—	—	6.50	...	...	...	...	...	...	—	—
—	2	2	4.00	—	—	—	7.50	...	...	...	...	...	...	—	—
—	1	2	3.65	—	—	—	6.00	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	15	2	4.00	—	—	—	7.90	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	1	2	4.00	—	—	—	8.23	...	...	...	...	...	...	—	—
—	5	2	3.60	—	—	—	6.92	...	...	...	...	...	...	—	—
—	4	2	3.65	—	—	—	7.26	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	2	2	4.00	—	—	—	7.50	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	5	2	3.50	—	—	—	6.01	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	1	2	3.65	—	—	—	5.40	...	...	...	...	...	...	—	—
—	4	2	4.00	—	—	—	7.23	...	...	...	...	...	...	—	—
—	6	2	4.00	—	—	—	7.00	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	2	2	4.00	—	—	—	7.33	...	...	...	...	...	...	—	—
—	4	2	3.70	—	—	—	7.21	...	...	...	...	...	...	—	—
—	10	2	4.00	—	—	—	7.75	...	...	...	...	...	...	—	—
—	10	2	4.00	—	—	—	7.90	...	...	...	...	...	...	—	—
—	4	3	4.10	—	—	—	8.18	...	...	...	...	...	...	—	—
—	1	3	4.10	—	—	—	6.80	...	...	...	...	...	...	—	—
—	1	3	4.40	—	—	—	8.11	...	...	...	...	...	...	—	—
—	25	3	4.00	—	—	—	8.45	...	...	...	...	...	...	—	—
—	75	3	5.00	—	—	—	8.78	...	...	...	...	...	...	—	Non.
—	1	2	4.00	—	—	—	7.50	...	...	...	...	...	...	—	Oui.
—	10	3	4.10	—	—	—	8.18	...	...	...	...	...	...	—	—

Tableau C'. (*Suite.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS. Tare des wagons.	Poids mort par tonne inscrite.	Longueur de voie occupée. Cote-cote longueur du wagon à l'extremité des tampons.	Longueur de voie occupée. par tonne inscrite.	Surface du plancher.	Prix du wagon en service. total.	Prix du wagon en service. par tonne inscrite.	Wagons plats susceptibles d'être accouplés pour les longs chargements. Peut-il servir à double fin, seul ou accouplé?	Wagons plats susceptibles d'être accouplés pour les longs chargements. Possède-t-il des traverses pivotantes?	Flèches employées. en bois (armé ou non) ou en métal.	Flèches employées. longueur.	Époque de la construction.	*Observations.*
13.00	0.66	7.23	0.56	...	2,500	192.3	...	...	...	...	1890	Contenance en litres : 7,075.
13.00	0.65	8.54	0.66	...	2,750	211.5	...	...	...	...	1892	— — 13,600.
13.00	0.68	8.74	0.67	...	2,590	199.2	...	...	...	...	1894 à 1895	— — 15,000.
13.00	0.58	7.64	0.59	...	2,350	180.8	...	...	...	...	1895	— — 15,000.
13.00	0.67	8.74	0.67	...	2,380	183.1	...	...	...	...	1895	— — 16,000.
13.00	0.58	7.94	0.61	...	2,100	161.5	...	...	...	...	1895	— — 16,000.
12.35	0.56	7.08	0.53	...	2,200	164.8	...	...	...	...	1892	— — 7,250.
13.50	0.64	8.50	0.63	...	2,646	196.0	...	...	...	...	1886	— — 16,539 à 16,580.
13.50	0.63	7.74	0.57	...	2,800	207.4	...	...	...	...	1893	— — 7,500.
13.50	0.64	7.74	0.57	...	3,020	223.7	...	...	...	...	1893 à 1897	— — 7,500.
13.50	0.68	8.74	0.65	...	2,700	200.0	...	...	...	...	1893	— — 15,500.
14.00	0.62	7.23	0.52	...	2,250	160.7	...	...	...	...	1889	— — 7,350.
14.00	0.60	9.04	0.65	...	2,650	189.3	...	...	...	...	1893	— — 16,030.
14.25	0.60	9.45	0.66	...	3,600	252.6	...	...	...	...	1890	— — 13,030.
14.30	0.62	8.17	0.57	...	2,800	195.8	...	...	...	...	1895	— — 11,176 à 11,221.
14.50	0.61	8.48	0.58	...	3,500	241.4	...	...	...	...	1885	— — 16,595 à 16,605.
14.50	0.58	8.74	0.60	...	2,600	179.3	...	...	...	...	1895	— — 15,000.
15.00	0.57	7.24	0.48	...	2,600	173.3	...	...	...	...	1884	— — 18,000.
15.00	0.66	6.63	0.44	...	1,900	126.7	...	...	...	...	1887	— — 6,550.
15.00	0.55	8.45	0.56	...	2,725	181.7	...	...	...	...	1887	— — 13,225 à 13,500.
15.00	0.56	8.24	0.55	...	3,000	200.0	...	...	...	...	1890 à 1894	— — 13,900 à 15,200.
15.00	0.62	8.45	0.56	...	3,425	220.0	...	...	...	...	1890 à 1891	— — 13,900 à 15,203.
15.00	0.65	8.45	0.56	...	3,100	206.7	...	...	...	...	1893	— — 15,000.
15.00	0.65	8.90	0.59	...	3,000	200.0	...	...	...	...	1895 à 1895	— — 15,030.
15.00	0.63	9.15	0.61	...	2,800	186.7	...	...	...	...	1896	— — 18,290.
15.00	0.73	9.40	0.63	...	3,405	227.0	...	...	...	...	1894 à 1897	— — 13,085 à 13,197.
15.00	0.69	8.10	0.54	...	3,100	206.7	...	...	...	...	1895	— — 12,000.
15.00	0.71	9.40	0.63	...	2,900	193.3	...	...	...	...	1895	— — 12,500.
15.10	0.76	9.70	0.65	...	3,100	206.7	...	...	...	...	1896	— — 19,500.
15.00	0.74	10.00	0.67	...	3,200	213.3	...	...	...	...	1895 à 1897	— — 19,000.
15.50	0.53	8.74	0.53	...	2,500	161.3	...	...	...	...	1889	— — 13,400.
18.00	0.50	9.40	0.52	...	3,400	191.1	...	...	...	...	1893 à 1897	— — 13,093 à 13,135.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE VIII.

Tableau D. **Classification de l'ensemble du matériel à marchandises.**

| ANNÉES. | Effectif découverts. | | | | | | | | | | | Effectif total. | TONNAGE total. | TONNAGE moyen par wagon. | Effectif découverts. | | | | | | | | | | |

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D. (*Suite.*)

| ANNÉES. | A. — DES WAGONS DÉCOUVERTS. | | |

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D. (*Suite.*)

| ANNÉES. | Effectif décomptant le tonnage : A. — DES WAGONS DÉCOUVERTS. | | | | | | | | | | | | | | B. — DES WAGONS COUVERTS. | | | | | | | | | | | | | |

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D. (*Suite.*)

ANNÉES.	A. — DES WAGONS DÉCOUVERTS.													B. — DES WAGONS
	5 tonnes.	6 tonnes.	6 à 8 tonnes.	...	10 tonnes.	12 tonnes.	15 tonnes.	20 tonnes.	25 tonnes.	30 tonnes.	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	5 tonnes.
B. — HONGRIE.														
Chemins de fer de l'État.														
1er janvier 1867	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.00	...
— 1868	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.00	...
— 1869	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.00	...
— 1870	...	...	...	...	494	...	...	...	...	...	494	4,940	10.00	...
— 1871	...	...	...	...	803	...	...	...	...	...	803	8,030	10.00	...
— 1872	...	...	...	...	992	...	...	...	...	...	992	9,920	10.00	...
— 1873	...	...	...	...	1,114	...	...	...	...	...	1,114	11,140	10.00	...
— 1874	...	...	...	...	1,211	...	...	...	...	...	1,211	12,110	10.00	...
— 1875	...	...	...	...	1,740	...	...	...	...	...	1,740	17,400	10.00	...
— 1876	...	...	...	...	1,740	...	...	...	...	...	1,740	17,400	10.00	...
— 1877	...	...	...	...	1,740	...	...	...	...	...	1,740	17,400	10.00	...
— 1878	...	...	...	...	1,740	...	...	...	...	...	1,740	17,400	10.00	...
— 1879	...	...	...	...	2,115	...	...	...	...	...	2,115	21,150	10.00	...
— 1880	...	...	...	...	2,140	...	...	...	...	...	2,140	21,400	10.00	...
— 1881	...	...	...	...	2,213	...	...	...	...	...	2,213	22,130	10.00	...
— 1882	24	...	...	...	2,965	...	...	...	...	...	2,989	29,770	9.95	8
— 1883	24	...	...	...	3,062	...	...	...	...	...	3,086	30,740	9.96	8
— 1884	20	...	...	...	3,525	...	...	...	...	...	3,585	35,150	9.97	8
— 1885	20	...	...	...	5,008	...	...	...	...	...	5,028	50,180	9.98	8
— 1886	20	...	...	...	6,176	...	...	...	...	...	6,196	61,860	9.98	8
— 1887	30	...	...	...	6,176	...	...	...	...	...	6,206	61,910	9.97	13
— 1888	30	...	...	...	6,284	...	...	...	...	...	6,314	62,990	9.97	13
— 1889	30	...	...	...	6,713	...	...	...	...	...	6,743	67,280	9.97	13
— 1890	70	...	...	...	7,650	234	...	...	...	...	7,914	79,458	10.04	13
— 1891	70	...	...	...	9,032	270	...	...	...	...	9,372	94,040	10.03	15
— 1892	70	...	...	...	10,956	270	1,219	150	...	...	12,695	136,838	10.77	15
— 1893	70	...	...	...	11,001	270	3,065	150	...	...	14,556	164,677	11.31	15
— 1894	70	...	...	...	11,020	270	3,971	150	...	...	15,481	178,455	11.52	15
— 1895	70	...	...	...	11,607	270	4,465	150	...	...	15,992	186,179	11.64	15
— 1896	70	18	...	...	10,999	270	4,502	150	...	...	16,009	186,310	11.63	15
— 1897	70	18	...	...	10,993	270	5,005	150	...	...	16,506	192,793	11.74	15
— 1898	70	18	...	...	12,004	270	5,517	150	...	2	18,031	211,643	11.73	15

Tableau D. (*Suite.*)

Effectif décomposé par tonnage : B. — DES WAGONS (suite)			C. — DES WAGONS PLATS.												WAGONS DIVERS.		ENSEMBLE de l'effectif du matériel à marchandises.		
TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	5 tonnes.	6 tonnes.	...	...	10 tonnes.	12 tonnes.	12.5 tonnes.	...	20 tonnes.	...	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	Effectif.	Tonnage total.	Nombre de wagons.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.
20	10.00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	218	2,180	10.00
380	10.00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	218	2,180	10.00
1,150	10.00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2	20	297	2,970	10.00
1,940	10.00	...	...	...	...	17	...	...	...	...	...	17	170	10.00	5	20	707	7,070	10.00
4,800	10.00	...	...	...	...	64	...	...	...	...	...	64	640	10.00	19	170	1,303	13,640	9.98
5,120	10.00	...	...	...	...	64	...	...	...	...	...	64	640	10.00	27	240	1,665	16,020	9.98
7,840	10.00	...	...	...	...	72	...	...	...	...	...	72	720	10.00	111	1,080	2,081	20,780	9.98
11,650	10.00	...	...	...	...	72	...	...	...	...	...	72	720	10.00	121	1,130	2,569	25,610	9.96
14,440	10.00	...	...	...	...	117	...	...	...	...	...	117	1,170	10.00	183	1,755	3,484	34,765	9.97
14,440	10.00	...	...	...	...	117	...	...	...	...	...	117	1,170	10.00	183	1,755	3,484	34,765	9.97
14,440	10.00	...	...	...	...	117	...	...	...	...	...	117	1,170	10.00	183	1,755	3,484	34,765	9.97
14,440	10.00	...	...	...	...	117	...	...	...	...	...	117	1,170	10.00	183	1,755	3,484	34,765	9.97
14,440	10.00	...	...	...	...	117	...	...	...	...	...	117	1,170	10.00	183	1,755	3,484	34,765	9.97
22,440	10.00	...	...	...	...	127	...	...	...	...	...	127	1,270	10.00	554	3,435	4,940	49,295	9.97
25,560	10.00	...	...	...	...	127	...	...	...	...	...	127	1,270	10.00	347	3,365	4,980	49,695	9.97
25,700	10.00	...	...	...	...	137	...	...	...	...	...	137	1,370	10.00	349	3,385	5,269	52,585	9.98
47,490	9.99	2	...	...	...	191	...	...	...	...	...	193	1,920	9.94	681	6,625	8,116	80,805	9.95
44,445	9.99	2	...	...	...	193	...	...	...	...	...	195	1,940	9.94	741	7,225	8,475	84,395	9.95
55,100	9.99	6	...	...	...	189	...	...	...	...	...	195	1,920	9.84	925	9,055	10,159	101,235	9.96
65,350	9.99	6	...	...	...	348	...	...	...	10	...	364	3,710	10.19	1,379	13,065	13,251	132,155	9.98
79,450	9.99	6	...	...	...	371	...	...	...	10	...	387	3,940	10.18	1,470	14,561	16,602	159,811	9.98
80,725	9.99	6	...	...	...	371	...	...	...	10	...	387	3,940	10.18	1,513	14,991	16,185	161,566	9.98
79,955	9.99	6	...	...	...	371	...	...	...	10	...	387	3,940	10.18	1,513	14,991	16,170	161,416	9.98
84,595	9.99	6	...	...	...	325	...	...	...	10	...	341	3,480	10.20	1,513	14,991	17,083	170,546	9.98
100,733	9.99	6	...	...	...	345	...	...	...	10	...	365	3,720	10.19	1,544	15,261	19,902	199,172	10.00
123,465	9.99	6	...	...	...	349	...	...	...	10	...	365	3,720	10.19	1,544	15,261	19,902	199,172	10.00
156,320	10.20	6	...	...	...	366	15	...	...	13	...	433	4,464	10.30	1,647	16,231	23,802	238,196	10.00
180,595	10.42	6	...	...	...	464	15	70	...	15	...	570	6,055	10.62	2,781	27,018	32,367	336,431	10.39
205,784	10.76	6	...	...	...	441	15	190	...	20	...	672	7,425	11.04	3,207	31,360	38,477	423,024	10.99
219,481	10.81	6	...	...	...	442	15	250	...	31	...	744	8,405	11.29	3,254	31,830	39,353	435,903	11.07
212,185	10.80	6	4	...	...	442	15	250	...	31	...	748	8,429	11.26	3,402	33,348	39,789	440,272	11.06
219,575	10.91	6	4	...	...	442	15	250	...	31	...	748	8,429	11.26	3,402	33,348	40,596	455,445	11.16
227,250	10.99	6	16	...	...	443	15	250	...	31	...	761	8,511	11.18	3,400	33,339	42,844	480,533	11.21

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D. (*Suite.*)

ANNÉES.	A. — DES WAGONS DÉCOUVERTS.															B. — DES														
	5 tonnes.	6 tonnes.	...	...	10 tonnes.	...	15 tonnes.	...	...	...	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	...	...	...	...	10 tonnes.	...	...	Effectif de...								
C. — LUXEMBOURG.																													
Chemins de fer et minières Prince Henri.																													
1er janvier 1873	...	10	...	...	203	...	...	...	...	...	213	2,090	9.8	...	...	...	...	1	...	...										
— 1874	...	10	...	...	376	...	...	...	...	...	386	3,880	9.9	...	...	...	...	17	...	...										
— 1875	...	10	...	...	436	...	...	...	...	...	446	4,450	9.9	...	...	...	...	32	...	...										
— 1876	...	10	...	...	436	...	198	...	...	...	644	7,390	11.5	...	...	...	...	32	...	...										
— 1877	...	...	...	...	436	...	198	...	...	...	634	7,330	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1878	...	...	...	...	436	...	198	...	...	...	634	7,330	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1879	...	...	...	...	436	...	198	...	...	...	634	7,330	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1880	...	...	...	...	436	...	198	...	...	...	634	7,330	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1881	...	...	...	...	436	...	198	...	...	...	634	7,330	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1882	...	...	...	...	436	...	198	...	...	...	634	7,330	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1883	...	...	...	...	436	...	198	...	...	...	634	7,330	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1884	...	...	...	...	436	...	198	...	...	...	634	7,330	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1885	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1886	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1887	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1888	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1889	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1890	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1891	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	32	...	...										
— 1892	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	44	...	...										
— 1893	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	47	...	...										
— 1894	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	50	...	...										
— 1895	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	50	...	...										
— 1896	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	50	...	...										
— 1897	...	...	...	...	436	...	204	...	...	...	640	7,420	11.6	...	...	...	...	50	...	...										
— 1898	...	...	...	...	436	...	289	...	...	...	725	8,695	12.0	...	...	...	...													

Tableau D. (*Suite.*)

...e tonnage :	C. — DES WAGONS PLATS.														WAGONS DIVERS.		ENSEMBLE de l'effectif du matériel à marchandises.		
TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	...	...	...	...	10 tonnes.	...	...	...	...	...	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	Effectif.	Tonnage total.	Nombre de wagons.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.
10	10.0	..	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	214	2,100	9.8
150	10.0	..	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	403	3,990	9.9
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	577	5,730	9.9
330	10.0	...	...	..	...	99	...	...	...	..	...	99	990	10.0	...	...	775	8,700	11.2
330	10.0	...	...	...	...	99	...	..	...	...	...	99	990	10.0	...	...	765	8,640	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	765	8,640	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	765	8,640	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	..	...	99	990	10.0	...	...	765	8,640	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	..	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	765	8,640	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	765	8,640	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	765	8,640	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	765	8,640	11.3
330	10.0	..	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	765	8,640	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	771	8,730	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	771	8,730	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	771	8,730	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	771	8,730	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	771	8,730	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	771	8,730	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	771	8,730	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	771	8,730	11.3
330	10.0	...	...	...	...	99	...	...	...	...	...	99	990	10.0	...	...	771	8,730	11.3
440	10.0	...	...	...	...	119	...	...	...	...	...	119	1,190	10.0	...	...	803	9,050	11.2
470	10.0	...	...	...	...	119	...	...	...	...	...	119	1,190	10.0	...	...	806	9,080	11.2
500	10.0	...	...	...	...	119	...	...	...	...	...	119	1,190	10.0	...	...	809	9,110	11.2
500	10.0	...	...	...	...	119	...	...	...	...	...	119	1,190	10.0	...	...	809	9,110	11.2
500	10.0	...	...	...	...	119	...	...	...	...	...	119	1,190	10.0	...	...	809	9,110	11.2
500	10.0	...	...	...	...	119	...	...	...	...	...	119	1,190	10.0	...	—	894	10,385	11.6

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D. (*Suite.*)

ANNÉES.	A. — DES WAGONS DÉCOUVERTS.														B. — DES WAGONS												C. — DES WAGONS PLATS.												WAGONS DIVERS.		ENSEMBLE de l'effectif du matériel à marchandises.		
	Effectif de wagons :																																										
	5 tonnes.	...	...	...	10 tonnes.	12 tonnes.	15 tonnes.	...	25 tonnes.	...	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	5 tonnes.	6 tonnes.	...	...	10 tonnes.	...	...	...	...	...	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	5 tonnes.	...	...	...	10 tonnes.	...	...	...	...	...	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	Effectif.	Tonnage total.	Nombre de wagons.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.
D. — ROUMANIE.																																											
Chemins de fer de l'État.																																											
1er janvier 1873	...	...	...	...	532	...	....	...	...	...	532	5,320	10.0	...	...	...	...	441	...	...	...	...	...	441	6,410	10.0	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.0	...	...	1,153	11,530	10.0
— 1874	...	...	...	...	562	...	...	...	...	...	562	5,620	10.0	...	...	...	...	620	...	...	...	...	...	620	6,200	10.0	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.0	...	...	1,362	13,620	10.0
— 1875	...	...	...	...	562	...	...	...	...	...	562	5,620	10.0	6	...	...	...	720	...	...	...	...	...	726	7,230	9.95	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.0	...	...	1,468	14,650	9.98
— 1876	...	...	...	...	562	...	...	...	...	...	562	5,620	10.0	6	...	...	...	974	...	...	...	...	...	980	9,770	9.97	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.0	...	...	1,722	17,190	9.98
— 1877	...	...	...	...	562	...	...	...	...	...	562	5,620	10.0	6	...	...	...	1,210	...	...	...	...	...	1,216	12,130	9.98	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.0	...	...	2,008	19,950	9.93
— 1878	...	...	...	...	562	...	...	...	...	...	562	5,620	10.0	26	...	...	...	1,240	...	...	...	...	...	1,266	12,630	9.90	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.0	...	...	2,003	19,950	9.91
— 1879	...	...	...	...	562	...	...	...	...	...	562	5,620	10.0	26	...	...	...	1,240	...	...	...	...	...	1,266	12,530	9.90	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.0	...	...	2,306	22,883	9.92
— 1880	...	...	...	...	637	...	...	...	...	...	637	6,370	10.0	26	.	..	..	1,448	...	...	...	...	...	1,474	14,650	9.88	...	...	...	...	180	...	...	...	...	...	180	1,800	10.0	5	50	2,330	23,115	9.94
— 1881	...	...	...	...	840	...	...	...	...	...	840	8,400	10.0	37	...	...	...	2,076	...	...	...	...	...	2,113	23,945	9.91	...	...	...	...	270	...	...	...	...	...	270	2,700	10.0	7	70	3,252	32,240	9.91
— 1882	...	...	...	...	840	...	...	...	...	...	840	8,400	10.0	56	...	...	...	2,079	...	...	...	...	...	2,135	21,070	9.87	...	...	...	...	270	...	...	...	...	...	270	2,700	10.0	7	70	3,230	32,115	9.94
— 1883	...	...	...	...	1,192	...	...	...	...	...	1,192	11,920	10.0	58	...	...	...	2,585	...	...	...	...	...	2,643	26,140	9.88	...	...	...	...	316	...	...	...	...	...	316	3,160	10.0	29	294	4,180	41,514	9.93
— 1884	...	...	...	...	1,200	...	...	...	...	...	1,200	12,000	10.0	58	...	...	...	2,585	...	...	...	...	...	2,643	26,140	9.88	...	...	...	...	316	...	...	...	...	...	316	3,160	10.0	29	294	4,188	41,594	9.93
— 1885	...	...	...	...	1,200	...	...	...	...	...	1,200	12,000	10.0	58	...	...	...	2,585	...	...	...	...	...	2,643	26,140	9.88	...	...	...	...	316	...	...	...	...	...	316	3,160	10.0	29	294	4,188	41,594	9.93
— 1886	...	...	...	...	1,255	...	...	...	...	...	1,255	12,550	10.0	58	..	..	..	2,535	...	...	...	...	...	2,593	25,640	9.89	...	...	...	...	316	...	...	...	...	...	316	3,160	10.0	30	304	4,193	41,644	9.93
— 1887	...	...	...	...	1,426	...	...	...	...	...	1,426	14,260	10.0	58	..	..	..	2,535	...	...	...	...	...	2,593	25,640	9.89	...	...	...	...	316	...	...	...	...	...	316	3,160	10.0	33	367	4,365	43,364	9.93
— 1888	...	...	...	...	1,502	...	...	...	...	...	1,502	15,020	10.0	58	..	..	..	2,585	...	...	...	...	...	2,643	27,130	9.89	...	...	...	...	316	...	...	...	...	...	316	3,160	10.0	33	367	4,630	45,697	9.93
— 1889	...	...	...	...	1,560	...	...	...	..	...	1,560	15,600	10.0	78	...	...	...	3,113	...	...	...	...	...	3,191	31,520	9.89	...	...	...	...	316	...	...	...	...	...	316	3,160	10.0	33	357	5,105	50,647	9.92
— 1890	...	...	...	...	1,640	...	7	...	...	...	1,647	16,505	10.02	85	...	...	...	3,484	...	...	...	...	...	3,569	35,365	9.88	...	...	...	...	330	...	...	...	...	...	330	3,300	10 0	42	407	5,648	56 077	9.93
— 1891	...	...	...	...	1,627	...	7	...	...	...	1,634	16,375	10.02	85	...	...	...	4,023	...	...	...	...	...	4,108	40,955	9.89	...	...	...	...	386	...	...	...	...	...	386	3,850	10.0	43	415	6,171	61,305	9.93
— 1892	...	...	...	...	1,765	...	55	...	...	...	1,820	18,475	10.15	85	...	...	...	4,287	...	...	...	...	...	4,372	43,625	9.99	...	...	...	...	386	...	...	...	...	...	386	3,850	10.0	44	425	6,622	66.055	9.98
— 1893	...	...	...	...	2,596	...	55	...	..	...	2,651	26,785	10.10	85	...	...	...	4,390	...	...	...	...	...	4,475	44,225	9.91	...	...	...	...	386	...	...	...	...	...	386	3,850	10.0	45	435	7,557	75,405	9.93
— 1894	...	...	...	...	3,185	...	55	...	...	...	3,240	32,675	10.08	85	...	...	...	4,958	...	...	...	...	...	5,043	53,005	9.92	...	...	...	...	386	...	...	...	...	...	386	3,850	10.0	48	461	8,717	87,004	9.93
— 1895	...	...	...	...	3,141	53	55	...	27	...	3,276	33,546	10.24	85	...	...	...	4,952	...	...	...	...	...	5,037	49,945	9.92	...	...	...	...	386	...	...	...	...	...	385	3,850	10 0	55	533	8,754	87,884	10.04
— 1896	...	...	...	...	3,141	55	55	...	50	...	3,301	34,145	10.34	111	...	...	...	4,926	...	...	...	...	...	5,037	49,815	9.89	...	...	...	...	386	...	...	...	...	...	334	3,850	10.0	56	542	8,780	88,362	10.05
— 1897	61	...	...	...	3,143	76	55	...	50	...	3,385	34,722	10.26	112	219	...	...	4,933	...	...	...	...	...	5,264	51,294	9.73	18	...	...	...	388	...	...	...	...	...	406	3,970	9.78	75	671	9,130	90,567	9.92
— 1898	61	...	...	...	2,903	96	134	...	50	...	3,334	34,647	10.39	134	217	...	...	4,913	...	...	...	...	...	5,264	53,102	9.71	18	...	...	...	388	...	...	...	...	...	406	3,970	9.78	75	671	9,079	90,390	9.96

Tab'eau D. (*Suite.*)

Tableau D. (*Suite.*)

Effectif décomposé par le tonnage :

ANNÉES.	A. — DES WAGONS DÉCOUVERTS.													B. — DES WAGONS DIVERTS.												
	...	...	...	...	10 tonnes.	...	...	...	...	...	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	...	...	...	...	10 tonnes.	...	...	...	...	...	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.
E. — SUISSE.																										
Chemin de fer rhétique.																										
1er janvier 1890	...	...	...	...	5	...	...	...	...	...	5	50	10.0	...	...	...	...	11	...	...	...	...	...	110	10.0
— 1891	...	...	...	...	10	...	...	...	...	...	10	100	10.0	...	...	...	...	36	...	...	...	...	...	360	10.0
— 1892	...	...	...	...	10	...	...	...	...	...	10	100	10.0	...	...	...	...	36	...	...	...	...	...	360	10.0
— 1893	...	...	...	...	10	...	...	...	...	...	10	100	10.0	...	...	...	...	36	...	...	...	...	...	360	10.0
— 1894	...	...	...	...	10	...	...	...	...	...	10	100	10.0	...	...	...	...	36	...	...	...	...	...	360	10.0
— 1895	...	...	...	...	10	...	...	...	...	...	10	100	10.0	...	...	...	...	36	...	...	...	...	...	360	10.0
— 1896	...	...	...	...	10	...	...	...	...	...	10	100	10.0	...	...	...	...	36	...	...	...	...	...	360	10.0
— 1897	...	...	...	...	15	...	...	...	...	...	15	150	10.0	...	...	...	...	45	...	...	...	...	...	450	10.0
— 1898	...	...	...	...	15	...	...	...	...	...	15	150	10.0	...	...	...	...	75	...	...	...	...	...	750	10.0

Tableau D. (*Suite.*)

ANNÉES.	C. — DES WAGONS PLATS.													WAGONS DIVERS.		ENSEMBLE de l'effectif du matériel à marchandises.		
	...	...	...	...	10 tonnes.	...	...	...	...	...	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	Effectif.	Tonnage total.	Nombre de wagons.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.
E. — SUISSE.																		
Chemin de fer rhétique.																		
1er janvier 1890	...	...	...	...	5	...	...	...	...	...	5	50	10.0	...	...	21	210	10.0
— 1891	...	...	...	...	14	...	...	...	...	...	14	140	10.0	...	...	60	600	10.0
— 1892	...	...	...	...	14	...	...	...	...	...	14	140	10.0	...	...	60	600	10.0
— 1893	...	...	...	...	14	...	...	...	...	...	14	140	10.0	...	...	60	600	10.0
— 1894	...	...	...	...	14	...	...	...	...	...	14	140	10.0	...	...	60	600	10.0
— 1895	...	...	...	...	14	...	...	...	...	...	14	140	10.0	...	...	60	600	10.0
— 1896	...	...	...	...	14	...	...	...	...	...	14	140	10.0	...	...	60	600	10.0
— 1897	...	...	...	...	29	...	...	...	...	...	29	290	10.0	2	20	91	910	10.0
— 1898	...	...	...	...	49	...	...	...	...	...	49	490	10.0	4	40	143	1,430	10.0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D. (*Suite.*)

XVIII
148

ANNÉES.

Chemin de fer Nord-Est suisse.

1855 à 1899 . . .
1861 . . .
1862 . . .
1863 . . .
1864 . . .
1865 . . .
1866 . . .
1867 . . .
1868 . . .
1869 . . .
1870 . . .
1871 . . .
1872 . . .
1873 . . .
1874 . . .
1875 . . .
1876 . . .
1877 . . .
1878 . . .
1879 . . .
1880 . . .
1881 . . .
1882 . . .
1883 . . .
1884 . . .
1885 . . .
1886 . . .
1887 . . .
1888 . . .
1889 . . .
1890 . . .
1891 . . .
1892 . . .
1893 . . .
1894 . . .
1895 . . .
1896 . . .
1897 . . .

Totaux.

A. — DES WAGONS DÉCOUVERTS.

Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	10 tonnes.	12.5 tonnes.	15 tonnes.	20 tonnes.	30 tonnes.
6	60	10	6				
57	570	10	57				
54	540	10	54				
105	1,050	10	105				
508	4,580	9	458		50		
142	1,300	9.15	12		130		
52	450	8.65	32		20		
39	250	6.41		20	1		
20	125	6.25		10			
30	375	12.5		30			
10	125	12.5		10			
30	250	8.33		20	10		
79	1,185	15		25	54		
40	500	12.5		40			
1	15	15			1		
1,102	12,745	11.56	692	130	280		

B. — DES WAGONS COUVERTS.

Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	7 tonnes.	10 tonnes.	12.5 tonnes.
58	580	10		58	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE IX.

Classification de l'ensemble du matériel à marchandises
(Wagons appartenant à des particuliers admis à circuler sur le réseau.)

Tableau D'.

ANNÉES.	A. — DES WAGONS DECOUVERTS.													B. — DES WAGONS-TRUCKS.										
	9.5 tonnes.	10 à 11 tonnes.	11 à 12 tonnes.	12 à 13 tonnes.	13 à 14 tonnes.	14 à 15 tonnes.	15 tonnes.	18 tonnes.	...	...	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	9.5 tonnes.	10 à 11 tonnes.	11 à 12 tonnes.	12 à 13 tonnes.	13 à 14 tonnes.	14 à 15 tonnes.	15 tonnes.	...	...	Effectif total.	TONNAGE total.
A. — AUTRICHE.																								
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.																								
1889	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1890	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1891	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1892	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1893	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2	...	...	...	...	...	5	...	...	...
1894	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3	...	...	...	...	...	5	...	...	...
1895	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	6	...	...	1	...	...	...	...	...	...
1896	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	6	...	...	1	...	...	...	...	...	...
1897	4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4	38.0	9.5	...	5	...	...	1	...	...	...	...	...	...
1898	4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4	38.0	9.5	...	5	...	...	2	...	...	...	...	...	...
	Wagons-réservoirs pour transport d'huile minérale, alcools et mélasse (1).													*Wagons pour transport de marchandises de groupage et pour transport de bière (1).*										
Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.	...	...	10 t.	...	10.5 t.	11 t.	12 t.	...	15 t.	18 t.				...	...	...	...	10 t.	12 t.	...	...			
α) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU JOUISSANT DE LA GARANTIE DE L'ÉTAT).																								
1889	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...			
1890	...	...	26	...	...	...	...	...	...	...	26	260.0	10.0	...	...	...	...	...	...	...	...			
1891	...	...	46	...	...	...	...	...	...	...	46	460.0	10.0	...	...	...	...	...	...	...	...			
1892	...	...	46	...	3	...	...	...	...	7	56	617.5	11.0	...	...	...	...	...	...	...	...			
1893	...	...	46	...	3	...	...	...	...	7	56	617.5	11.0	...	...	...	...	1	14	...	...			
1894	...	...	47	...	3	...	...	...	...	12	62	717.5	11.6	...	...	...	...	1	16	...	...			
1895	...	...	47	...	3	...	2	...	3	22	77	966.5	12.5	...	...	...	...	2	33	...	...			
1896	...	...	48	...	3	...	2	...	13	22	88	1,126.5	12.8	...	...	...	...	2	33	...	...			
1897	...	...	48	...	3	...	2	...	13	22	90	1,148.5	12.8	...	...	...	...	5	33	...	...			
1898	...	...	48	...	3	...	2	...	23	22	100	1,298.5	13.0	...	...	...	...	...	...	...	...			

(1) Wagons appartenant à des particuliers.

ANNEXE IX.

la capacité de tonnage des wagons.
admis à circuler sur le réseau.)

Tableau D'.

le tonnage :		C. — DES WAGONS-RÉSERVOIRS.												WAGONS DIVERS.		ENSEMBLE de l'effectif du matériel à marchandises.		
ERTS.	TONNAGE												TONNAGE				TONNAGE	
	total.	moyen par wagon.	9.5 tonnes.	10 à 11 tonnes.	11 à 12 tonnes.	12 à 13 tonnes.	13 à 14 tonnes.	14 à 15 tonnes.	15 à 16 tonnes.	18 tonnes.	...	...	Effectif total.	total.	moyen par wagon.	Effectif.	Tonnage total.	Nombre de wagons.	total.	moyen par wagon.
	10.0	10.0	...	43	42	7	35	...	10	...	...	...	137	1,602.40	11.70	...	...	138	1,612.40	11.68
	10.0	10.0	...	44	42	7	66	1	11	...	...	...	171	2,044.90	11.95	...	...	172	2,054.90	11.95
	20.0	10.0	...	60	44	15	67	5	11	...	...	...	202	2,403.00	11.90	...	...	204	2,423.00	11.88
	20.0	10.0	...	58	43	35	67	5	19	...	...	...	237	2,833.30	11.95	...	...	239	2,853.30	11.94
	95.0	13.6	...	58	49	39	69	5	19	...	...	...	239	2,874.55	12.03	...	...	246	2,969.55	12.07
	105.0	13.1	...	58	48	56	78	6	22	3	...	...	271	3,305.20	12.20	...	...	279	3,410.20	12.22
	60.0	10.0	...	64	31	118	91	6	24	13	...	...	347	4,298.00	12.39	...	...	353	4,358.00	12.35
	72.0	10.3	...	62	30	120	152	25	43	13	...	...	445	5,642.90	12.68	...	...	452	5,714.90	12.64
	62.0	10.3	...	75	42	185	198	28	96	13	...	...	637	8,157.70	12.81	...	...	647	8,257.70	12.76
	74.0	10.6	...	75	57	245	199	28	149	10	...	...	763	9,803.90	12.85	...	...	774	9,915.90	12.81
	Wagons pour transport de marchandises de groupage et pour transport de bière (1).																			
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...										
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	26	260.0	10.0
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	46	460.0	10.0
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	66	737.5	11.2
	130.0	12.0	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	79	915.5	11.6
	198.0	13.0	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	85	1,015.5	11.9
	198.0	13.0	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	103	1,298.5	12.6
	332.0	12.8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	121	1,542.5	12.7
	416.0	12.7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	128	1,618.5	12.6
	470.0	12.4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	146	1,864.5	12.9
	506.0	12.3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...			

Wagons appartenant à des particuliers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D'. (*Suite.*)

ANNÉES.	A. — DES WAGONS DÉCOUVERTS.												B. — DES WA…											
	…	…	10 tonnes.	…	10.5 tonnes.	11.3 tonnes.	12 tonnes.	…	16 tonnes.	18 tonnes.	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	…	…	…	…	10 tonnes.	…	12 tonnes.	…	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.
β) JONCTION SUD-NORD ALLEMANDE.	*Wagons pour transport d'alcools* (1).													*Wagons pour transport de marchandises de groupage* (1).										
1889	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1890	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1891	…	…	2	…	…	…	…	…	…	…	2	20.0	10.0	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1892	…	…	6	…	…	…	…	…	…	…	6	60.0	10.0	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1893	…	…	12	…	…	…	…	…	…	…	12	120.0	10.0	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1894	…	…	12	…	…	…	…	…	…	…	12	120.0	10.0	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1895	…	…	12	…	…	1	…	…	…	…	13	131.3	10.1	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1896	…	…	16	…	…	1	5	…	…	…	22	231.3	10.5	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1897	…	…	16	…	…	1	9	…	…	…	26	279.3	10.7	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1898	…	…	16	…	…	1	13	…	…	…	30	327.3	10.9	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
B. — LUXEMBOURG.																									
Chemins de fer et minières Prince Henri.	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…				…	…	…	…	10 t.	…	…	…				
1874	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1875	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1876	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1877	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1878	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1879	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1880	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1881	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1882	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1883	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1884	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1885	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1886	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1887	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1888	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1889	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1890	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1891	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1892	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1893	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1894	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1895	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1896	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1897	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…
1898	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	…	…	…	…	…	…	…

(1) Wagons appartenant à des particuliers.

Tableau D'. (*Suite.*)

…e tonnage :		C. — DES WAGONS-RÉSERVOIRS.														WAGONS DIVERS.		ENSEMBLE de l'effectif du matériel à marchandises.		
…ERTS.																				
TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	Effectif total.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.	Effectif.	Tonnage total.	Nombre de wagons.	TONNAGE total.	TONNAGE moyen par wagon.
		Wagons pour transport de marchandises de groupage (1).																		
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	2	20.0	10.0	…	…	2	20.0	10.0
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	6	60.0	10.0	…	…	6	60.0	10.0
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	14	150.0	10.7	…	…	14	150.0	10.7
30	15.0	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	16	174.0	10.9	…	…	16	174.0	10.9
54	13.5	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	17	185.3	10.9	…	…	17	185.3	10.9
54	13.5	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	26	285.3	11.0	…	…	26	285.3	11.0
54	13.5	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	30	333.3	11.1	…	…	30	333.3	11.1
54	13.5	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	34	381.3	11.2	…	…	34	381.3	11.2
54	13.5	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…								
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10
10	10	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	1	10	10

…wagons appartenant à des particuliers.

ANNEXE X.

Tableau E.

N. B. — Le calcul des deux dernières rubriques a été établi d'après la moyenne ann

ANNÉES.	Étendue du réseau.	Nombre de gares, stations ou haltes, ouvertes à la P. V.	TONNAGE TRANSPORTÉ à l'unité de distance.	TONNAGE TRANSPORTÉ à la distance entière.	Tonnage présenté à l'expédition.	Parcours moyen de la tonne expédiée (1).	EFFECTIF DU RÉSEAU PAR CATÉGORIES. A wagons découverts.	B wagons couverts.	C wagons plats.	PARCOURS EFFECTUÉS PAR LES WAGONS APPARTENANT AU RÉSEAU. sur le réseau même. (a')	sur les réseaux étrangers.
A. — AUTRICHE.											
Chemins de fer de l'État.											
1893.	...	...	...	...	...	...	15,575	15,860	1,561	743,655,746	433,31
1894.	...	...	...	...	...	...	16,168	16,237	1,920	770,777,726	439,91
1895.	...	...	...	...	...	...	17,275	16,873	2,237	835,057,156	450,84
1896.	...	...	...	...	...	...	17,652	17,145	2,280	881,507,732	485,32
1897.	...	...	...	...	...	...	18,903	18,101	2,368	929,501,768	490,87
Chemins de fer du Sud de l'Autriche.											Wagons.
— — —	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	53,6
Société autrichienne-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État.											
1893.	1,366	247	...	...	...	...	4,696	5,159	262	75,382,331	20,73
1894.	1,366	248	...	...	...	...	4,698	5,315	262	78,297,855	68,22
1895.	1,366	248	...	...	...	...	4,699	5,435	262	74,359,895	62,76
1896.	1,366	248	...	...	...	...	4,697	5,632	262	77,911,222	66,22
1897.	1,366	248	...	...	...	...	4,697	5,842	262	78,930,891	69,59

ANNEXE X.

Renseignements sur l'utilisation des wagons à marchandises.

Tableau E.

Nombre de journées-wagons de chaque administration, des wagons en location et des wagons privés.

Nombre de journ. wagons passées par les wagons apparten' au réseau, sur les réseaux étrangers. (b)	Parcours effectués sur le réseau par les wagons des autres réseaux. (c')	Nombre de journées-wagons passées sur le réseau par les wagons des autres réseaux. (c)	Nombre total des journées-wagons disponibles pour les transports effectués sur le réseau. (a — b + c)	Nombre total de kilomètres-wagons employés pour les transports effectués sur le réseau. (a' — b' + c')	Nombre total de kilomètres-wagons effectués à vide. Rapport du parcours à vide au parcours total des wagons sur le réseau.	CHARGE MOYENNE DU WAGON circulant sous charge sur le réseau.	CHARGE MOYENNE DU WAGON en tenant compte du parcours à vide.	*Observations.*
...	393,131,626	...	...	508,397,686	65.6 p. c. 34.4 —	6.68	4.39 (1)	(1) En outre des wagons indiqués aux tableaux *A*, *B* et *C*, il y a encore eu en service 74 wagons de secours, 23 wagons-grues et 247 wagons à marchandises pour voies étroites.
...	424,081,718	...	...	597,429,722	65.2 — 34.8 —	7.40	4.83 (2)	(2) En outre des wagons indiqués aux tableaux *A*, *B* et *C*, il y a encore eu en service 74 wagons de secours, 23 wagons-grues et 247 wagons à marchandises pour voies étroites.
...	416,008,940	...	...	625,533,048	66.7 — 33.3 —	7.16	3.78 (3)	(3) En outre des wagons indiqués aux tableaux *A*, *B* et *C*, il y a encore eu en service 82 wagons de secours, 25 wagons-grues et 350 wagons à marchandises pour voies étroites.
...	473,560,216	...	...	677,533,974	66.1 — 33.9 —	6.98	4.62 (4)	(4) En outre des wagons indiqués aux tableaux *A*, *B* et *C*, il y a encore eu en service 84 wagons de secours, 25 wagons-grues et 382 wagons à marchandises pour voies étroites.
...	495,547,490	...	...	713,024,629	66.0 — 34.0 —	7.18	4.73 (5)	(5) En outre des wagons indiqués aux tableaux *A*, *B* et *C*, il y a encore eu en service 84 wagons de secours, 25 wagons-grues et 453 wagons à marchandises pour voies étroites.
Wagons.								(*b*) En ce qui concerne les défalcations des frais de location pour les jours de stationnement des wagons, il n'a pas été pris d'attachements à ce sujet.
566,062	429,422	1,209,590	...	...	*Voir* Observation.	...	...	(*c*) Idem.
...	99,222,380	...	...	174,604,711	...	...	4.64	Il n'est pas pris d'attachements spéciaux à cet égard, le nombre des kilomètres-wagons est établi sans tenir compte du parcours sous charge ou du parcours à vide.
...	104,806,426	...	...	183,104,281	...	...	4.58	Comme effectif des wagons à marchandises, on a indiqué l'effectif moyen de l'année considérée.
...	94,548,540	...	...	168,908,435	...	...	4.79	
...	104,587,021	...	...	182,408,243	...	...	4.80	
...	102,134,216	...	...	181,065,107	...	...	4.86	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau E. (*Suite.*)

ANNÉES.	Étendue du réseau.	Nombre de gares, stations ou haltes, ouvertes à la P. V.	TONNAGE TRANSPORTÉ à l'unité de distance.	TONNAGE TRANSPORTÉ à la distance entière.	Tonnage présenté à l'expédition (*).	Parcours moyen de la tonne expédiée (*).	EFFECTIF DU RÉSEAU PAR CATÉGORIES. A wagons découverts.	B wagons couverts.	C wagons plats.	PARCOURS EFFECTUÉS PAR LES WAGONS APPARTENANT AU RÉSEAU. sur le réseau même. (a')	sur les réseaux étrangers. (b)
Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand.											
1893.	1,377.446	233	1,104,461	1,521,296,541	10,361,983	142	9,236	5,117	974	302,185,696	114,0
1894.	1,377.478	236	1,162,371	1,601,077,065	11,206,520	139	9,513	5,137	963	310,242,088	118,0
1895.	1,384.293	244	1,163,760	1,610,977,871	11,073,658	140	9,768	5,179	938	297,030,803	103,7
1896.	1,400.848	244	1,256,561	1,758,230,486	12,161,423	139	9,971	5,265	910	308,669,641	116,2
1897.	1,423.373	251	1,257,385	1,789,009,246	12,603,758	137	10,882	5,588	885	325,141,921	121,2
					(*) Sur la ligne principale seulement.						
Chemin de fer Nord-Ouest autrichien et Jonction Sud-Nord allemande.											
α) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU JOUISSANT DE LA GARANTIE DE L'ÉTAT.											
1892.	628	79	4,905	3,080,676	...	89	1,493	1,389	5	17,285,970	31,4
1893.	628	79	5,263	3,305,549	...	87	1,493	1,389	5	17,444,109	42,8
1894.	628	79	5,443	3,418,300	...	86	1,493	1,389	5	18,143,505	30,6
1895.	628	79	5,316	3,388,438	...	86	1,523	1,454	5	17,316,356	28,1
1896.	628	79	5,673	3,562,923	...	90	1,553	1,474	5	17,529,544	32,8
1897.	628	79	5,732	3,600,169	...	90	1,723	1,474	5	19,330,206	35,4
β) NORD-OUEST AUTRICHIEN (RÉSEAU COMPLÉMENTAIRE).											
1892.	308	40	10,733	3,305,857	...	62	1,516	702	1	7,436,417	26,3
1893.	308	42	11,781	3,628,514	...	61	1,516	702	1	7,228,423	27,4
1894.	308	44	11,839	3,646,439	...	61	1,636	809	1	7,181,188	27,7
1895.	308	44	11,818	3,640,016	...	60	1,636	809	1	7,649,641	30,4
1896.	308	44	12,313	3,792,576	...	63	1,636	809	1	7,585,708	29,3
1897.	308	44	12,587	3,876,690	...	63	1,656	809	1	7,598,863	30,0
γ) JONCTION SUD-NORD ALLEMANDE.											
1892.	285	39	5,997	1,709,077	...	47	778	485	...	3,676,282	16,7
1893.	285	39	6,632	1,890,048	...	47	778	485	...	3,813,668	17,3
1894.	285	39	6,769	1,929,222	...	45	703	533	...	4,168,457	15,7
1895.	285	39	7,034	2,004,810	...	46	703	533	...	3,910,338	17,2
1896.	285	40	7,305	2,081,986	...	46	703	533	...	4,164,819	15,6
1897.	285	41	7,359	2,097,398	...	44	703	533	...	3,656,989	17,2

Tableau E. (*Suite.*)

Nombre de jours wagons passées par les wagons appartenant au réseau sur les réseaux étrangers. (b)	Parcours effectués sur le réseau par les wagons des autres réseaux. (c')	Nombre de journées-wagons passées sur le réseau par les wagons des autres réseaux. (c)	Nombre total des journées-wagons disponibles pour les transports effectués sur le réseau (a — b + c)	Nombre total de kilomètres-wagons employés pour les transports effectués sur le réseau. (a' — b' + c')	Nombre total de kilomètres-wagons effectués à vide, déduction faite du parcours à vide des wagons étrangers sur le réseau.	CHARGE MOYENNE DU WAGON circulant sous charge sur le réseau.	CHARGE MOYENNE DU WAGON en tenant compte du parcours à vide.	*Observations.*
1,563,428	99,093,262	1,172,770	4,808,627	286,477,928	10.0 : 5.3	5.31	11.61	
1,598,760	107,008,953	1,240,813	4,999,158	298,738,569	10.3 : 5.4	5.35	11.61	
1,620,080	111,653,963	1,332,293	5,106,548	299,479,142	10.3 : 5.5	5.35	11.78	
1,620,379	136,189,779	1,504,269	5,365,825	328,470,402	10.5 : 5.6	5.36	11.79	
1,693,966	126,915,881	1,647,801	5,783,250	330,800,233	11.3 : 6.0	5.41	11.83	
...	41,019,636	...	...	58,305,606	...	...	...	La formule (a' — b' + c') paraissant inutile, on n'a indiqué ici que la somme a' + c'.
...	42,406,596	...	...	59,856,765	...	...	...	Nous ne sommes pas en mesure de fournir des données, en ce qui concerne les rubriques dont les colonnes sont restées en blanc.
...	44,175,347	...	...	62,318,852	...	...	...	
...	43,099,532	...	...	60,416,438	...	...	...	
...	46,107,225	...	...	63,636,769	...	...	...	
...	44,775,932	...	...	64,096,138	...	...	...	
...	34,433,344	...	...	41,869,761	...	...	...	Mêmes observations que ci-dessus.
...	36,191,943	...	...	43,420,366	...	...	...	
...	36,938,930	...	...	44,120,118	...	...	...	
...	36,104,500	...	...	43,754,141	...	...	...	
...	38,256,618	...	...	45,842,416	...	...	...	
...	37,866,845	...	...	45,465,708	...	...	...	
...	16,904,708	...	...	20,581,490	...	...	...	Mêmes observations que ci-dessus.
...	17,496,169	...	...	21,309,837	...	...	...	
...	17,817,138	...	...	21,985,575	...	...	...	
...	18,466,333	...	...	22,376,671	...	...	...	
...	18,369,620	...	...	22,534,439	...	...	...	
...	19,028,234	...	...	22,685,223	...	...	...	

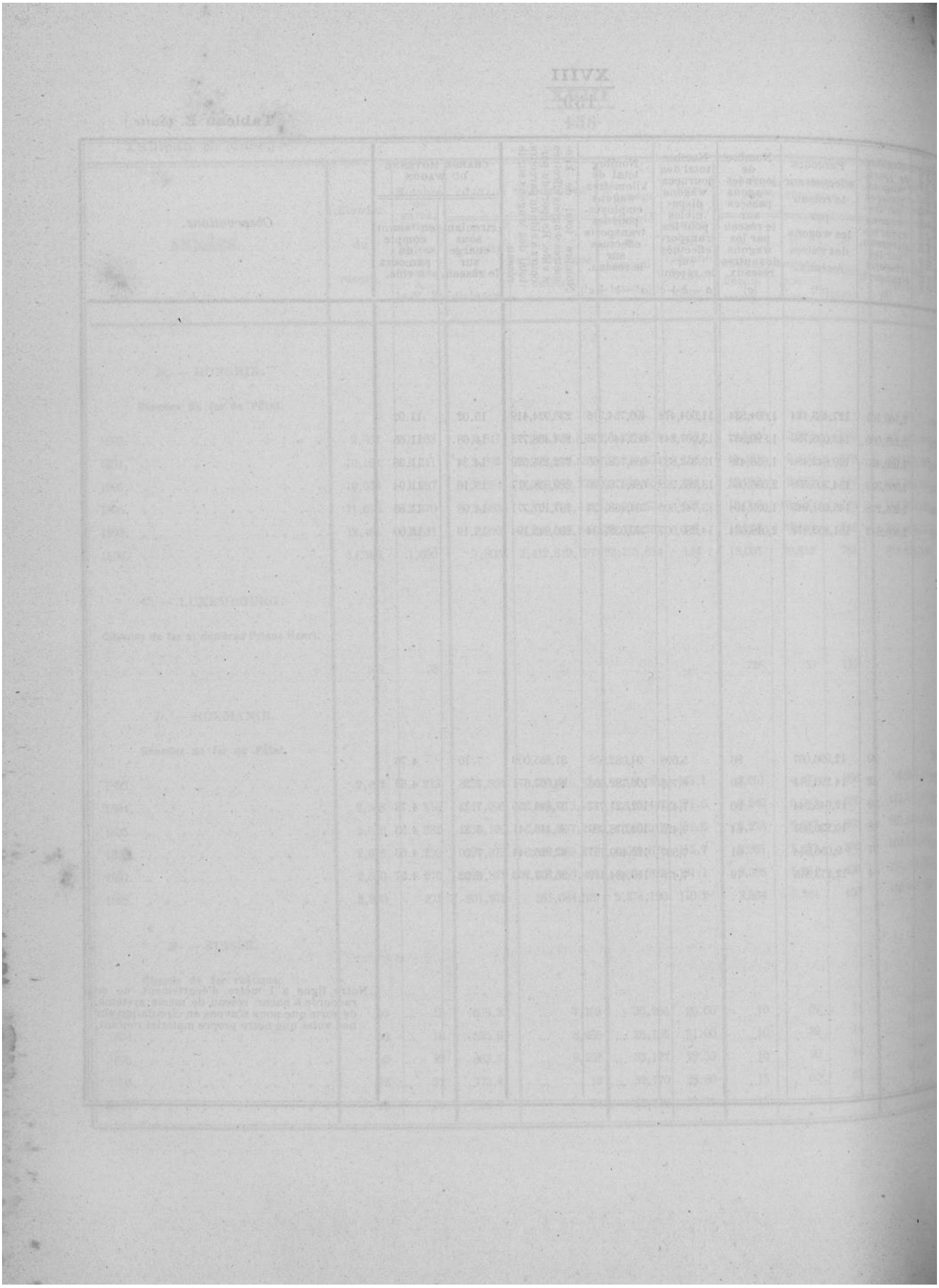
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau E. (*Suite.*)

ANNÉES.	Étendue du réseau.	Nombre de gares, stations ou haltes, ouvertes à la P. V.	TONNAGE TRANSPORTÉ à l'unité de distance.	TONNAGE TRANSPORTÉ à la distance entière.	Tonnage présenté à l'expédition.	Parcours moyen de la tonne expédiée.	EFFECTIF DU RÉSEAU PAR CATÉGORIES. A wagons découverts.	B wagons couverts.	C wagons plats.	PARCOURS EFFECTUÉS PAR LES WAGONS APPARTENANT AU RÉSEAU sur le réseau même. (a')	sur les réseaux étrangers. (b)
B. — HONGRIE.											
Chemins de fer de l'État.											
1893.	9,867	1,103	1,847	2,009,920,813	18,221,993	160	14,556	17,323	592	502,325,482	2,160,101
1894.	10,163	1,211	1,892	3,032,597,581	19,230,592	158	15,481	19,117	672	628,868,455	2,245,036
1895.	10,633	1,287	1,884	3,088,285,372	20,030,654	154	15,992	19,363	744	673,724,703	1,939,420
1896.	11,615	1,470	1,883	3,318,297,412	21,865,670	152	16,009	19,630	748	712,204,629	2,360,333
1897.	12,451	1,581	1,769	3,248,044,848	22,024,261	147	16,506	20,140	748	724,168,640	2,205,228
1898.	13,165	1,600	1,803	3,412,849,197	23,735,614	144	18,031	20,652	761	827,839,246	2,406,642
C. — LUXEMBOURG.											
Chemins de fer et minières Prince Henri.											
. . . . .	168	38	...	...	...	...	725	50	119	...	...
D. — ROUMANIE.											
Chemins de fer de l'État.											
1893.	2,492	213	205,865	513,016,334	4,166,354	123.1	2,651	4,475	386	92,961,455	3,542
1894.	2,508	216	247,996	621,973,135	5,115,447	121.6	3,240	5,043	386	111,522,252	4,708
1895.	2,516	232	231,195	581,687,210	4,669,517	124.6	3,276	5,037	386	107,179,648	7,403
1896.	2,676	250	197,373	528,169,278	4,563,675	115.7	3,301	5,037	386	102,676,078	7,404
1897.	2,880	270	221,823	638,850,489	4,874,327	131.1	3,385	5,264	406	121,374,629	7,573
1898.	2,880	271	201,973	581,684,527	5,274,190	110.2	3,334	5,264	406	109,468,486	7,465
E. — SUISSE.											
Chemin de fer rhétique.											
1893.	50	18	605.3	7,103	30,266	26.60	10	39	14	527,270	...
1894.	50	18	535.9	8,485	26,795	31.00	10	39	14	551,253	...
1895.	50	18	662.5	8,592	33,127	28.53	10	39	14	571,327	...
1896.	92	32	773.2	12	52,770	28.80	15	50	31	911,717	...
1897.	92	32	893.7	34	82,219	27.75	15	81	53	1,433,645	...

Tableau E. (*Suite.*)

Nombre de journ.-wagons passées par les wagons appartenant au réseau, sur les réseaux étrangers. (b)	Parcours effectués sur le réseau par les wagons des autres réseaux. (c')	Nombre de journées-wagons passées sur le réseau par les wagons des autres réseaux. (c)	Nombre total des journées-wagons disponibles pour les transports effectués sur le réseau. (a − b + c)	Nombre total de kilomètres-wagons employés pour les transports effectués sur le réseau. (a' − b' + c')	Nombre total de kilomètres-wagons effectués à vide. Rapport du parcours à vide au parcours total des wagons sur le réseau.	CHARGE MOYENNE DU WAGON circulant sous charge sur le réseau.	CHARGE MOYENNE DU WAGON en tenant compte du parcours à vide.	*Observations.*
2,160,101	127,453,424	1,694,534	11,664,478	490,754,316	230,924,419	15.02	11.92	
2,245,036	143,035,750	1,890,357	13,007,241	603,440,216	254,408,772	14.68	11.65	
1,939,420	139,842,480	1,858,428	13,352,833	668,768,765	272,155,620	14.34	11.38	
2,360,333	154,305,598	2,036,056	13,265,998	689,476,926	289,938,317	15.16	11.94	
2,205,228	145,631,945	1,933,194	13,742,506	704,463,434	287,197,771	14.98	11.86	
2,406,642	151,863,472	2,018,631	14,289,007	799,038,434	295,845,194	15.19	12.00	
...	...	...	...	...	...	...	...	
30	12,996,667	86	5,698	94,032,578	31,855,009	7.10	4.76	
42	14,293,911	89	6,755	106,782,600	40,007,671	7.38	4.83	
59	12,648,344	80	7,454	102,521,777	37,644,355	7.13	4.73	
48	10,236,367	64	7,420	104,078,989	36,418,541	6.81	4.53	
37	9,056,554	61	7,507	122,409,757	42,926,344	7.00	4.63	
64	12,273,375	79	7,470	110,484,129	36,372,260	6.02	4.57	
...	...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	Notre ligne a 1 mètre d'écartement, ne se raccorde à aucun réseau de même système, de sorte que nous n'avons en circulation sur nos voies que notre propre matériel roulant.
...	...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[625 .24(01)]

EXPOSÉ N° 4

(pays autres que l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse, l'Allemagne, l'Angleterre et les colonies, les États-Unis)

Par Mr BIARD, ingénieur principal du matériel roulant de la Compagnie de l'Est français.

et

Mr SCHOELLER, ingénieur des arts et manufactures, chef adjoint des services commerciaux de la Compagnie du Nord français.

SOMMAIRE.

Avant-propos.

Historique sommaire de la question :

Examen rétrospectif des points s'y rattachant et qui ont été traités particulièrement à la troisième session du Congrès en 1889.

Limitation de l'étude de la question aux types de wagons généralement employés sur les réseaux des pays que les rapporteurs ont eu à considérer. (Wagons de moyenne capacité [types européens], par opposition avec ceux de très grande capacité [types américains] et à ceux de petite capacité [types anglais].)

A. Conditions techniques d'établissement du matériel a marchandises dans les pays considérés dans la présente étude.

Définition de la capacité.

Classification des wagons à marchandises des administrations considérées dans le présent rapport en trois grandes catégories :

1° Wagons découverts ou tombereaux ;
2° Wagons couverts ou fermés ;
3° Wagons plats ou plates-formes.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Examen analytique des tableaux statistiques :

1° Wagons découverts (tableau A);
2° Wagons couverts (tableau B);
3° Wagons plats (tableau C);
4° Wagons divers ou de types exceptionnels et wagons appartenant à des particuliers.

B. Comment l'augmentation de la capacité des wagons a marchandises a-t-elle été réalisée dans les diverses administrations considérées?

a) Augmentation de la capacité de transport par simple changement nominal du tonnage;
b) Augmentation de la capacité de transport par voie de transformation du matériel roulant;
c) Augmentation de la capacité de transport par voie de construction de matériel neuf.

C. Conséquences techniques de l'augmentation de la capacité des véhicules a marchandises.

Réduction du poids mort rapporté à l'unité de capacité.
Avantages économiques de l'accroissement de capacité au point de vue de la dépense de premier établissement.
Influence de la capacité sur les dépenses d'entretien.
Conséquences techniques diverses de l'augmentation de capacité au point de vue des installations des ateliers de réparation, des incidents de service, des conditions d'établissement des freins à vis et à levier, de la résistance des trains.
Conséquences diverses de l'augmentation de la capacité au point de vue des installations des gares.
Conséquences de l'augmentation de la capacité au point de vue du service des trains.

D. La capacité considérée au point de vue commercial.

1° Influence de la nature du trafic :
a) Wagons découverts (tombereaux);
b) Wagons couverts;
c) Wagons plats;
d) Wagons de types exceptionnels et wagons appartenant à des particuliers;
2° Influence des courants de transport;
3° Influence de l'importance des expéditions par wagons;
4° Influence des usages commerciaux et des questions de tarifs.

Conclusions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXES.

Annexe I : Note sur le matériel à marchandises de 15 tonnes, sur les wagons-tombereaux de 20 tonnes et sur les wagons à bogies de 30 tonnes de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

— II : Note sur les wagons de 20 tonnes de la Compagnie des chemins de fer du Nord.

— III : Questionnaire détaillé relatif à la question XVIII.

— IV : Tableaux annexés au questionnaire détaillé :

Tableau A indiquant les conditions techniques d'établissement des wagons *découverts* de types courants et propres à des transports spéciaux des administrations françaises et étrangères considérées.

Tableau B indiquant les conditions techniques d'établissement des wagons *couverts* de types courants et propres à des transports spéciaux des administrations françaises et étrangères considérées.

Tableau C indiquant les conditions techniques d'établissement des wagons *plats* de types courants et propres à des transports spéciaux des administrations françaises et étrangères considérées.

Tableau D indiquant la variation du tonnage moyen des wagons découverts, couverts et plats et de l'ensemble des wagons à marchandises des administrations considérées.

Tableaux graphiques D^1, D^2, D^3 *et* D^4 indiquant pour les trois catégories de wagons découverts, couverts et plats et, pour l'ensemble, la progression du tonnage depuis 1870.

Tableau E indiquant, à la date du 1er janvier 1898, les effectifs de wagons à trois et quatre essieux indépendants en service dans les administrations françaises et étrangères considérées.

Tableau F indiquant, à la date du 1er janvier 1898, les effectifs de wagons à bogies en service dans les administrations françaises et étrangères considérées.

Tableau G montrant la diminution du poids mort moyen, rapporté à la tonne inscrite, des wagons à marchandises de types courants résultant de l'augmentation du tonnage.

Tableaux graphiques G^1, G^2 *et* G^3 montrant la diminution du poids mort moyen, rapporté à la tonne inscrite, des wagons à marchandises de types courants résultant de l'augmentation du tonnage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avant-propos.

La question de la capacité des wagons à marchandises, dont l'étude fait l'objet du présent rapport, a été abordée pour la première fois à la session de Paris en 1889.

La question XIII portée au programme de cette session était relative à la recherche des « moyens à employer pour réduire le rapport du poids mort des trains à la charge utile qu'ils transportent » et à la détermination de « l'influence que peut avoir sur les conditions économiques de l'exploitation l'augmentation du tonnage des wagons à marchandises ».

Le Congrès de Paris, à la suite d'un rapport très documenté de M. Pol Lefèvre et de la discussion en sections qui a suivi, a formulé, en 1896, les conclusions suivantes :

« En raison des conditions essentiellement différentes qui régissent le trafic des « divers réseaux, il ne paraît pas possible aux 2e et 3e sections réunies d'indiquer « des règles générales pour le tonnage à donner aux véhicules à marchandises.

« Il incombe au service chargé de la construction du matériel de rechercher tous « les moyens de diminuer le poids mort dans les conditions compatibles avec la « sécurité et avec un bon entretien. »

La question se pose cette fois d'une façon un peu différente.

Il y a dix ans, le point capital visé était le rapport du poids mort au tonnage du véhicule. Cette année, nous avons à considérer non pas exclusivement le *tonnage*, mais la *capacité*, terme plus général dont nous préciserons plus loin la signification que nous lui avons attribuée.

La question XVIII du programme est ainsi énoncée : *Capacité des wagons à marchandises.*

Bien que ce terme « à marchandises » semble être général, nous ne nous occuperons, dans la présente étude, que des wagons à marchandises proprement dits, c'est-à-dire des véhicules affectés au trafic de la P. V., et nous laisserons de côté ceux plus spécialement construits en vue des transports de marchandises en G. V., tels que fourgons à bagages, wagons à messageries, trucks à équipages, écuries, laitières ou autres véhicules affectés à des services intérieurs des compagnies.

L'excessive diversité des types des véhicules accessoires de la G. V., la spécialité des marchandises qu'ils transportent, les régimes spéciaux sous lesquels ces transports sont effectués entraîneraient, pour la question de la capacité de cette catégorie de matériel, autant d'études particulières et spéciales qu'il existe de types différents, généralement d'un effectif assez limité.

Au contraire, pour le matériel de P. V., l'importance des effectifs et les caractères plus généraux des principaux éléments à considérer dans l'étude de la question

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

devront, semble-t-il, permettre de dégager des conclusions plus nettes et plus intéressantes.

La solution de la question ainsi posée, c'est-à-dire limitée au matériel de P. V., dépendra encore d'un grand nombre de circonstances locales qui peuvent varier suivant les réseaux considérés, telles que le climat et la production du sol, la longueur et la configuration du réseau, la nature et l'orientation du trafic, les quantités constituant les expéditions usuelles, enfin le système de tarification appliqué.

Pour l'ensemble des voies ferrées de l'univers, on peut, au point de vue de la capacité des wagons à marchandises, établir de suite une grande division, suivant l'importance donnée à cette capacité.

Les Américains, par exemple, ont adopté, presque à l'origine du développement des chemins de fer dans leur pays, des wagons à bogies dont le nombre et la disposition des essieux ont permis de donner aux caisses des dimensions correspondant à une *très grande capacité* et un tonnage qui n'était généralement pas inférieur à 20 ou 25 tonnes.

Cette disposition, qui caractérise le matériel américain, a même permis, dans ces dernières années, grâce au progrès de la métallurgie et à la substitution de l'acier au bois et au fer, d'aller plus loin encore dans la voie de l'accroissement du tonnage et de la capacité des wagons à marchandises. Les tonnages ont pu ainsi être portés de 25 à 30 tonnes, jusqu'à 40 et même 50 tonnes.

Sur le continent, le matériel à essieux indépendants a, de tout temps, été presque exclusivement employé. La capacité des caisses se trouvait de ce fait forcément limitée et, jusque dans ces dernières années, le tonnage de 8 à 10 tonnes était le plus courant. Nous verrons plus loin quelle est l'évolution qui s'est produite depuis peu quant à la capacité de ce type de matériel qu'on peut définir « matériel de *moyenne capacité* ».

Enfin, en Angleterre, le trafic des marchandises en P. V. a été assuré, jusque dans ces derniers temps, au moyen de wagons de capacité sensiblement plus réduite, généralement de 5 tonnes.

Le matériel à marchandises en faveur dans ce pays a donc été depuis longtemps et est encore, en grande partie, du matériel de *petite capacité*.

Il était donc naturel que l'étude de cette question fût divisée entre plusieurs rapporteurs de nationalité distincte, plus à même, d'après les sources auxquelles ils auront puisé, de renseigner le Congrès sur la capacité du matériel respectivement en usage dans les pays qu'ils auront eu à considérer et de renseigner sur les causes qui ont pu faire donner la préférence :

Au matériel de *grande capacité* du type américain ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au matériel de *moyenne capacité*, suivant le type continental européen ;
Ou enfin au matériel de *petite capacité* en usage sur les chemins de fer anglais.

C'est, ainsi que nous venons de le dire, en Amérique que le plus grand pas a été fait dans la voie de l'accroissement de la capacité des wagons à marchandises, et la communication que notre collègue américain pourra faire à ce sujet ne peut manquer d'être du plus grand intérêt.

Quant à nous, dont l'étude a porté principalement, suivant le programme tracé, sur le matériel des administrations de chemins de fer d'Europe, autres que celles faisant partie de l'Union internationale allemande, notre rôle sera plus modeste puisque, comme on l'a vu précédemment, le matériel adopté par ces administrations a été jusqu'alors presque exclusivement du matériel de moyenne capacité qui, par ses conditions techniques d'établissement, se prête à des accroissements moins notables de l'unité de transport, mais nous ferons tous nos efforts pour présenter aussi fidèlement que possible les renseignements que nous avons recueillis des diverses administrations, de manière à faire ressortir l'évolution qui s'est déjà produite ou qui tend à se produire dans cette catégorie de matériel à marchandises, les conditions dans lèsquelles cette évolution s'est produite ou les causes qui l'ont déterminée pouvant permettre de dégager, sinon quelques règles générales, du moins certaines conclusions intéressantes sur la question.

Nous ne voulons pas terminer cet avant-propos sans adresser nos remercîments bien sincères aux administrations qui ont bien voulu répondre au questionnaire qui leur a été adressé et qui nous ont fourni des renseignements précieux tant sur les conditions techniques d'établissement de leur matériel que sur les points particuliers de leurs régimes d'exploitation ou de tarification en rapport sur la question.

Sur 123 administrations ou compagnies de chemins de fer qui ont reçu le questionnaire de la question XVIII et qui exploitent un nombre total de 130,659 kilomètres, nous avons reçu vingt réponses se rapportant à 57,953 kilomètres de lignes (1).

Notre étude ne portera donc que sur environ 45 p. c. de l'effectif total des kilomètres exploités par les réseaux des diverses administrations auxquelles nous nous étions adressés. Nous regretterons de ne pouvoir, comme nous l'eussions désiré, établir un compte rendu plus complet ; toutefois, les renseignements que nous avons reçus permettent de donner une physionomie à peu près complète de la question dans les pays suivants :

Belgique, *Italie*, *Russie* et, bien entendu, en *France*, où nous nous trouvions, près de nos collègues des compagnies françaises, à la source même des renseignements.

(1) Ces vingt réponses nous étaient parvenues avant le 15 septembre 1899, date à laquelle nous avons dû arrêter définitivement la rédaction de notre rapport et l'établissement des annexes-statistiques qui y sont jointes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre étude se divisera en quatre parties : les trois premières seront relatives respectivement :

A. — Aux conditions techniques d'établissement du matériel à marchandises dans les pays considérés ;

B. — Aux moyens employés pour obtenir l'augmentation de tonnage ou de capacité des véhicules, soit par voie de transformation, soit par la création de types nouveaux ;

C. — Aux conséquences de cette augmentation au point de vue technique.

La dernière partie *D* considérera la capacité des véhicules au point de vue commercial, selon la nature du trafic, les courants de transport, les usages commerciaux et les tarifs appliqués.

A. — Conditions techniques d'établissement du matériel a marchandises dans les pays considérés dans la présente étude.

La capacité d'un wagon à marchandises peut être envisagée au triple point de vue :

1° Du *tonnage*, c'est-à-dire du poids maximum susceptible d'être porté par le véhicule ;

2° Du volume de la caisse ou mieux du *cube utilisable* de cette caisse ;

3° De la surface du plancher ou, ce qui revient au même, de la *longueur* du véhicule, puisque l'autre dimension, la largeur, ne peut varier que dans des limites très restreintes.

Considération des wagons à marchandises pour les grandes intempéries.

Suivant que les matières sont pondéreuses, c'est-à-dire de forte densité sous un faible volume ou encombrantes et de densité moyenne ou faible, suivant qu'elles sont susceptibles de voyager en vrac ou qu'elles doivent être logées dans des emballages, selon que les chargements constituent des masses plus ou moins divisibles ou que la longueur de leurs éléments est plus ou moins considérable, enfin, suivant que les marchandises doivent être abritées ou qu'elles n'ont rien à redouter des intempéries, c'est l'un ou l'autre de ces trois éléments qu'il y a lieu de considérer, et quelquefois plusieurs d'entre eux, quant à la détermination du type de wagon à employer pour un chargement déterminé.

Les divers types de wagons à marchandises usités par les administrations de chemins de fer peuvent donc, d'après ces considérations, se ramener à trois grandes catégories qui comprennent :

1° Les wagons *découverts* ou *tombereaux* destinés plus particulièrement au transport des matières pondéreuses : houilles, minerais, pierres, etc..... ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Les wagons *couverts* ou *fermés* servant au transport des marchandises craignant la mouille : tissus, céréales, etc., ou nécessitant un abri, comme les bestiaux ;

3° Les wagons *plats* ou *plates-formes*, plus spécialement réservés au transport des marchandises très pondéreuses ou indivisibles comme les pierres, ou qui, plus légères, sont susceptibles de chargements en hauteur, comme les pailles et fourrages, la protection contre les intempéries étant assurée, s'il y a lieu, par de simples bâches.

Pour les wagons découverts ou tombereaux, l'élément prépondérant à considérer est le tonnage, le volume de la caisse, déterminé par la hauteur des bords, devant toutefois également entrer en ligne de compte, pour assurer au logement de certaines matières moyennement pondéreuses un volume suffisant.

Pour les wagons couverts, c'est le volume utilisable de la caisse qui est à considérer en première ligne, sans qu'il y ait lieu parfois de perdre de vue le tonnage à réserver pour le transport de certaines matières lourdes qui ne sont susceptibles de voyager qu'à l'abri (sucres, farines, céréales).

Enfin, pour les wagons plats, le tonnage et la surface de plancher, ou, ce qui revient au même, la longueur, sont à prendre en considération. La prépondérance de l'un ou de l'autre de ces deux éléments dépend respectivement de l'importance relative des transports sur les réseaux considérés soit de matières très pondéreuses et indivisibles, comme les pierres ou pièces de grosse métallurgie, soit de matières de grande longueur, comme les longs bois ou les longs fers, ou encombrantes, comme les pailles et fourrages.

Ces trois catégories de wagons, découverts, couverts et plats, se retrouvent dans les effectifs de toutes les administrations de chemins de fer et la proportion des wagons de chacune d'elles, par rapport à l'ensemble de l'effectif, dépend, bien entendu, pour chaque réseau, de la nature des marchandises qui donnent lieu au trafic le plus considérable.

On trouve donc dans chaque compagnie des wagons de ces trois catégories, que nous désignerons sous le titre de *wagons de types courants*.

Ils constituent généralement la plus grande partie des effectifs du matériel à marchandises, parce que, pouvant se prêter indifféremment à une grande variété de chargements, ils répondent bien à la préoccupation qu'ont toujours eue, avec raison, les administrations de chemins de fer, de ne pas spécialiser systématiquement et sans nécessité des wagons construits particulièrement en vue d'une catégorie de transports déterminés.

Lorsque, sur un réseau, certains transports particuliers donnent lieu à un trafic assez considérable et assez régulier, il convient alors de mieux approprier l'instrument à la fonction, et c'est ainsi qu'à côté des wagons de types courants, dont nous venons de donner la classification générale, on a créé certaines catégories de wagons plus propres que ceux-ci au trafic particulier considéré et, dans ce cas, la capacité et l'aménagement de ces véhicules sont étudiés de façon à répondre le mieux possible

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la spécialité des chargements prévus. On s'attache toutefois, généralement, à ce que leurs conditions d'établissement se prêtent également à d'autres chargements de diverses natures.

A cette catégorie de wagons, que nous désignerons par le terme de *wagons propres à des transports spéciaux*, se rattachent les *wagons appartenant à des particuliers* admis à circuler par les administrations sur lesquelles ces wagons ont leur point d'attache.

Enfin, lorsque l'affectation de l'engin de transport doit être rigoureusement déterminée, on est amené à créer des wagons de *types exceptionnels* susceptibles d'une utilisation presque exclusive, comme, par exemple, certains wagons-citernes, wagons-bergeries, wagons pour transports de plaques tournantes, etc.

Ce dernier genre de véhicule n'est généralement représenté dans l'effectif du matériel des réseaux que par quelques unités, et, pour cette raison, nous nous attacherons surtout dans notre étude sur la capacité, d'une part : aux wagons de *types courants*, qui suffisent généralement pour la masse des transports et constituent la majeure partie des effectifs, et, d'autre part, aux wagons qui, tout en étant propres à des *transports spéciaux*, peuvent être employés dans des conditions diverses sans avoir pour cela une destination rigoureusement déterminée.

Dans le questionnaire que nous avons adressé aux diverses administrations, nous avions d'ailleurs demandé que, pour chacune des trois catégories de wagons *découverts*, *couverts* et *plats*, on fît, autant que possible, une distinction entre les wagons de *types courants* et les wagons *propres à des transports spéciaux* définis comme il est dit ci-dessus.

Nous avons reproduit dans des tableaux (1), que nous donnons en annexes, les renseignements qui nous sont parvenus touchant les conditions techniques d'établissement du matériel à marchandises, à savoir :

La désignation des types et séries de wagons à marchandises envisagés;

L'effectif de ces séries *au 1er janvier 1898* ;

Les époques entre lesquelles les wagons de chacune de ces séries ont été construites;

Le nombre d'essieux ;

Le tonnage;

Le cube utilisable (pour les wagons découverts et couverts);

La surface du plancher (pour les wagons plats);

Le poids total à vide sur rails du véhicule ;

Le poids mort par tonne inscrite ou par mètre cube utilisable du volume de la caisse, ou par mètre carré de surface du plancher;

Le prix total du wagon;

(1) Pour ne pas donner à ces tableaux un développement exagéré, nous n'avons considéré, en ce qui concerne les wagons de types courants, que les réseaux les plus étendus ou les effectifs les plus importants existant *au* 1er *janvier* 1898.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix du wagon rapporté à la tonne inscrite et au mètre cube de capacité utile, ou au mètre carré de surface du plancher.

Ces tableaux se rapportent respectivement aux trois grandes catégories considérées :

Wagons découverts	tableau A.
Wagons couverts.	tableau B.
Wagons plats.	tableau C.

Nous avons, chaque fois que cela a paru intéressant, fait ressortir les séries de véhicules construits plus particulièrement en vue de transports spéciaux.

EXAMEN ANALYTIQUE DES TABLEAUX STATISTIQUES.

1° Wagons découverts (tableau A).

De l'examen du tableau A, il résulte qu'à la date du 1er janvier 1898 et sur l'ensemble des réseaux considérés, il n'y avait plus qu'un nombre relativement très faible de wagons découverts d'un tonnage inférieur à 10 tonnes (5, 6, 7 et 8 tonnes).

La construction de ces wagons subsistant à cette date était, en général, antérieure à l'année 1870.

Depuis plus de trente ans, la plupart des administrations ont adopté d'une façon presque universelle le tonnage de 10 tonnes.

Dès 1880, on voit certains réseaux, comme les chemins de fer méridionaux de l'Italie et l'État belge, adopter, pour des effectifs assez nombreux, le tonnage de 12 tonnes. Depuis une dizaine d'années, le tonnage de 15 tonnes a été adopté, pour tous les wagons neufs découverts, par plusieurs compagnies, comme l'État belge et l'Est français.

Enfin, depuis quelques années, la Compagnie du Nord français a construit un nombre assez considérable (1) de wagons-tombereaux de 20 tonnes.

Pour les wagons découverts ou tombereaux, il s'est donc produit, depuis assez longtemps déjà, une tendance bien marquée à l'accroissement de tonnage dans un certain nombre de compagnies.

C'est ainsi qu'en 1888, sur un nombre total de 129,405 wagons découverts (2), constituant les effectifs des administrations considérées, nous relevons :

4,230 wagons d'un tonnage inférieur à 10 tonnes, soit 3.3 p. c. de l'effectif total;
122,052 — — de 10 tonnes, soit 94.3 p. c. de l'effectif total;
3,123 — — supérieur à 10 tonnes, soit 2.4 p. c de l'effectif total.

(1) Au 1er janvier 1898, le nombre en était de 1,320 (*voir* le tableau-annexe A); au 1er octobre 1899, ce nombre s'élève à 2,400.

(2) Ce nombre correspond aux effectifs des administrations qui nous ont fait parvenir leur réponse au questionnaire avant le 1er octobre 1899.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1898, c'est-à-dire dix ans après, ces chiffres respectifs se sont sensiblement modifiés et la situation est la suivante :

Sur un effectif total de 151,510 wagons découverts, nous relevons :

3,774 wagons d'un tonnage inférieur à 10 tonnes, soit 2.5 p. c. de l'effectif total;
121,851 — — de 10 tonnes, soit 80.4 p. c. de l'effectif total;
25,885 — — supérieur à 10 tonnes, soit 17.1 p. c. de l'effectif total.

Pour cette catégorie de wagons spécialement affectés au transport des matières pondéreuses, la puissance de transport est généralement fonction du tonnage et, par suite, de la résistance des organes de roulement et de suspension.

Le volume des caisses a également subi une marche ascendante; cela s'est produit, en général, non seulement partout où le tonnage a été accru, mais encore chez certaines administrations qui, ayant conservé le tonnage de 10 tonnes, ont augmenté sensiblement les dimensions de la caisse.

La Compagnie de l'Est français, par exemple, en même temps qu'elle portait le tonnage de ses wagons à houille de 10 à 15 tonnes, portait le volume de la caisse de 12 à 18 mètres cubes (1).

Nous donnons dans une note-annexe ci-jointe quelques détails sur la construction de ces wagons de 15 tonnes, ainsi que sur les conditions techniques d'établissement qui les différencient de ceux de même série de 10 tonnes.

Au Nord français, le wagon à houille de 10 tonnes a une capacité de 12 mètres cubes et celui de 20 tonnes a une capacité de 24 mètres cubes.

D'autre part, la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée qui, jusqu'alors, est restée fidèle au tonnage de 10 tonnes pour ses wagons-tombereaux, a cependant successivement donné à ses wagons à houille construits à diverses époques une capacité de 7, 8, 9 et 12 mètres cubes.

En Belgique, les chemins de fer de l'État, après une période transitoire qui s'est étendue de 1880 à 1895 et pendant laquelle le tonnage d'un grand nombre de véhicules de 10 tonnes a été porté à 12 tonnes, ont adopté pour les wagons construits depuis 1895, le tonnage de 15 tonnes avec une capacité de la caisse variant de 17.6 à 19.5 mètres cubes.

En Italie, le réseau de l'Adriatique est passé successivement de 8 à 10 tonnes, puis, à partir de 1884, à 12 tonnes, la capacité de la caisse ayant été portée de 7, 13 et 14 à 20 mètres cubes.

L'Administration des chemins de fer de la Méditerranée est encore allée plus

(1) La Compagnie de l'Est a deux types de wagons découverts :
1° Les wagons, série H, servant au transport de toutes les matières pondéreuses en général;
2° Les wagons, série L, à forme tombereau, construits plus spécialement en vue du transport des houilles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loin. Cette Compagnie qui, jusqu'en 1883, n'avait que des wagons découverts de types courants de 8 tonnes, a construit, depuis 1886, des wagons-tombereaux de 10, 12, 16, 17 et 30 tonnes. La capacité de la caisse a été également augmentée dans de notables proportions et a successivement passé de 9 à 13, 14, 17, 20 et 28.6 mètres cubes.

En Russie, la tendance paraît être également à l'accroissement progressif du tonnage et de la capacité des wagons découverts.

Nous citerons notamment l'Administration du chemin de fer de Kharkov à Nicolaïev qui, d'un tonnage primitif de 10 tonnes, est passée d'office à 13 tonnes en développant proportionnellement le volume utilisable de la caisse pour l'amener de 10 à 14 mètres cubes.

Il en est de même en ce qui concerne les chemins de fer de l'État bulgare qui, jusqu'en 1895, ne possédaient que des wagons de 5 et 10 tonnes et qui, depuis cette date, ont construit des wagons découverts de 12 et 15 tonnes.

Parmi les wagons découverts propres à des transports spéciaux, une des catégories les plus nombreuses est affectée au transport des cokes. Pour ces wagons, le cube utilisable de la caisse est l'élément principal à considérer. Nous citerons particulièrement les wagons de l'Administration de l'État belge, d'une capacité utilisable de 22.5 mètres cubes et d'un tonnage de 12 tonnes, construits de 1885 à 1889, et notamment une deuxième série plus récente, d'une capacité de 22.8 mètres cubes et d'un tonnage de 15 tonnes.

Nous mentionnerons aussi une première application du tonnage de 20 tonnes faite à la Compagnie de l'Est français pour des wagons découverts spécialisés au transport des briquettes, pour le service intérieur entre les houillères et les dépôts de locomotives.

Le Nord français a également établi pour le transport des laines et cotons des wagons-tombereaux de 15 tonnes et d'un volume de caisse de 17.7 mètres cubes.

2° Wagons couverts (tableau B).

Pour les wagons couverts de types courants, on remarque également presque partout l'abandon des tonnages faibles de 5, 6 et 8 tonnes des wagons d'ancien type que possédaient certaines Compagnies.

On est arrivé assez rapidement et d'une façon presque générale, pour cette catégorie de véhicules, au tonnage de 10 tonnes dont certaines administrations, ainsi que nous le verrons ci-après, commencent même à s'écarter assez notablement.

On peut d'ailleurs se rendre compte, par les chiffres comparatifs ci-dessous, de l'accroissement du tonnage supporté par ces véhicules à dix ans d'intervalle :

En 1888, sur un effectif de 130,382 wagons couverts de types courants que possédaient les diverses administrations considérées, il s'en trouvait :

36,249 wagons d'un tonnage inférieur à 10 tonnes, soit 27.8 p. c. de l'effectif d'ensemble;
74,488 — — de 10 tonnes, soit 57.1 p. c. de l'effectif d'ensemble;
19,645 — — supérieur à 10 tonnes, soit 15.1 p c. de l'effectif d'ensemble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1898, cette situation était devenue respectivement la suivante :

Sur un effectif total de 156,698 wagons, il s'en trouvait :

38,108 wagons d'un tonnage inférieur à 10 tonnes, soit 24.3 p. c. de l'effectif total ;
66,790 — — de 10 tonnes, soit 42.6 p. c. de l'effectif total ;
51,800 — — supérieur à 10 tonnes, soit 33.1 p. c. de l'effectif total.

Comme on le voit, en dix ans, l'effectif total des wagons couverts de types courants d'un tonnage supérieur à 10 tonnes a doublé.

Parmi les administrations qui sont allées le plus loin dans la voie de cet accroissement nous citerons :

En Italie, les réseaux des chemins de fer méridionaux de l'Adriatique et de la Méditerranée qui, depuis 1880, ont adopté d'une façon ferme le tonnage de 12 tonnes et la capacité de 36 mètres cubes pour ceux de leurs wagons couverts servant au transport des denrées alimentaires.

En Russie, certains réseaux dépendant de l'État (1) et les chemins de fer de Vladicaucase paraissent également avoir abandonné le tonnage de 10 tonnes pour adopter celui de 12.3 tonnes (750 pouds), aussi bien pour leurs wagons de types courants que pour ceux servant à des transports spéciaux. Ils ont été conduits, de ce fait, à porter le cube utilisable de la caisse de 20 à 38 mètres cubes, tout en conservant deux essieux indépendants.

En Bulgarie, les chemins de fer de l'État ont construit, depuis 1891, des wagons couverts de 15 tonnes.

En France, nous ne mentionnerons que les administrations de Paris-Lyon-Méditerranée et de l'Ouest qui, depuis quelques années déjà, ont porté leurs tonnages de 8 et 10 tonnes à 12 et 13 tonnes.

Pour cette dernière Compagnie, le cube utilisable de caisse est maintenu à 32.500 mètres cubes.

Enfin, la Compagnie du Nord, qui s'en était tenue jusqu'à l'année 1884 au tonnage de 10 tonnes pour ses wagons couverts, a construit depuis cette époque un assez grand nombre de wagons de 20 tonnes (2) d'une très grande capacité (45 mètres cubes).

---

(1) Bien que nous n'ayons reçu, en ce qui concerne la Russie, que les renseignements d'un très petit nombre de réseaux (4 : « Koursk-Kharkov-Sébastopol », « Kharkov-Nicolaïev », « Nicolas » et « Vladicaucase ») comparativement à l'ensemble des voies ferrées de ce pays, nous croyons savoir néanmoins que la tendance à l'augmentation de capacité de transport que nous avons signalée pour ces quelques administrations est générale en Russie, car, ainsi que nous avons pu le voir par certaines statistiques établies pour l'ensemble du matériel à marchandises des chemins de fer russes, et portant sur une période de dix années, la capacité moyenne de chargement de ces wagons est passée de 9.9 tonnes en 1887 à 11.3 tonnes en 1896 (*Bulletin des transports internationaux par chemins de fer*, année 1899, n° 8).

(2) Au 1er janvier 1898, le nombre en était de 1,078 (*voir* tableau-annexe B) ; au 1er octobre 1899, ce nombre s'élève à 1,160.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous donnons dans une note-annexe quelques détails relatifs aux conditions d'établissement de ces véhicules.

Les administrations considérées ont, en général, peu de wagons couverts affectés à des transports spéciaux.

Nous citerons cependant, en Italie, les réseaux de l'Adriatique et de la Méditerranée qui font usage, pour le transport des primeurs et denrées alimentaires, de wagons de 12 tonnes offrant un cube utilisable variant de 25 à 40 mètres cubes.

En Russie, les chemins de fer du Vladicaucase possèdent aussi quelques wagons d'un tonnage de 12 tonnes et d'une capacité de 40.830 mètres cubes servant spécialement à certains transports de la guerre. Mention doit être également faite, à l'actif de cette Compagnie, de 200 wagons de 65 mètres cubes de capacité et d'une longueur de caisse de 9.65 mètres, servant au transport du bétail vivant et pouvant notamment transporter 14 bœufs.

Enfin, en France, la Compagnie de l'Est avait construit, dès 1879, un certain nombre de wagons de 10.5 tonnes, spécialisés au transport des balles de coton, et d'un volume de caisse de 35.215 mètres cubes.

3° Wagons plats (tableau C).

Pour cette troisième catégorie de wagons qui, ainsi que nous l'avons vu ci-dessus, servent, en général, au transport des masses indivisibles, des chargements volumineux abrités sous bâches ou de pièces de grande longueur, tels que longs bois ou longs fers, si la question du tonnage est, en général, le point essentiel, celle de la surface du plancher est également, dans certains cas, à prendre en sérieuse considération.

Nous nous sommes donc attachés, dans le tableau C, ci-annexé, à faire ressortir ce dernier élément, concurremment avec celui du tonnage pour les diverses séries de wagons plats envisagées.

Comme on le verra par la lecture de ce tableau, on constate dans presque toutes les administrations une tendance marquée à l'augmentation progressive du tonnage et de la surface du plancher.

En ce qui concerne spécialement le tonnage, les chiffres ci-dessous montreront dans quelles proportions celui-ci a varié, pour les wagons plats de types courants, dans la période de dix années comprise entre 1888 et 1898.

En 1888, sur 61,626 wagons plats de types courants formant l'effectif total du matériel de cette catégorie appartenant aux administrations considérées, il existait :

8,109 wagons d'un tonnage inférieur à 10 tonnes, soit 13.2 p. c. de cet effectif total ;
47,732 — — de 10 tonnes, soit 77.4 p. c. de cet effectif total ;
5,785 — — supérieur à 10 tonnes, soit 9.4 p. c. de cet effectif total.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1898, c'est-à-dire dix ans après, la situation était la suivante :

Sur un effectif total de 71,446 wagons plats de types courants, on trouve :

7,716 wagons d'un tonnage inférieur à 10 tonnes, soit 10.8 p. c. de l'effectif total;
45,105 — — de 10 tonnes, soit 63.1 p. c. de l'effectif total;
18,625 — — supérieur à 10 tonnes, soit 26.1 p. c. de l'effectif total.

De même que cela a été constaté pour les wagons couverts de types courants, on trouve, pour cette troisième catégorie de véhicules, que l'effectif des wagons d'un tonnage supérieur à 10 tonnes a presque triplé depuis 1888.

Nous citerons, parmi les compagnies qui ont le plus augmenté le tonnage de leurs wagons plats de types courants, l'Administration des chemins de fer italiens de l'Adriatique, qui de 8 tonnes est passée successivement à 10, 12 et 14 tonnes, en augmentant aussi progressivement la longueur du plancher de façon à obtenir des surfaces respectives de 14, 15, 17 et 18 mètres carrés.

Les chemins de fer italiens de la Méditerranée ont également porté leur tonnage de 8 à 10 et 14 tonnes, et leur surface de plancher de 11 à 15 et 17 mètres carrés.

Enfin, en France, les Compagnies de l'Est et de Paris-Lyon-Méditerranée sont passées directement du tonnage de 10 tonnes à celui de 15 tonnes, sans modifier toutefois sensiblement les dimensions de la surface du plancher; il en a été de même pour la Compagnie de l'Ouest qui, d'un tonnage primitif de 10 tonnes, est passée à 12 tonnes pour quelques séries construites depuis 1894 (700 véhicules environ).

Les wagons plats affectés à des transports spéciaux, dont les diverses compagnies considérées nous ont donné les effectifs, servent, en général, au transport des longues pièces de bois ou de charpentes métalliques, rails, etc., etc.

Pour les véhicules rentrant dans cette catégorie, on a dû souvent recourir à l'adoption de trois et même quatre essieux indépendants, et quelquefois aussi à des bogies, somme cela a été le cas :

A l'État belge, où, depuis 1883, on a construit plus d'un millier de wagons de 20 tonnes, montés sur bogies et d'une surface utilisable de plancher variant de 25 à 31 mètres carrés, c'est-à-dire le double de celle des wagons de 10 tonnes de cette même Administration;

Aux chemins de fer de l'État russe (« Nicolas » et de « Kharkoy à Nicolaïev »), qui possèdent un certain nombre de wagons de 20 tonnes construits récemment et présentant une surface de plancher de 23 à 25 mètres carrés;

A l'Est français, où l'on emploie depuis quelques années déjà des wagons, série P de 30 tonnes et à bogies, sur la construction desquels nous donnons quelques détails dans une note-annexe I ci-jointe;

Au Nord français où, depuis 1883, on a adopté les tonnages de 15, 20 et 25 tonnes avec des surfaces de plancher allant jusqu'à 42 mètres carrés, pour certaines séries

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de wagons construits à trois essieux, ou d'autres avec deux trains de bogies de deux essieux, pour les chargements de pièces métalliques de grande longueur;

Enfin, les Compagnies de Paris-Lyon-Méditerranée et de l'Ouest ont augmenté leur tonnage en le portant successivement, depuis trente ans, de 8 à 10 et 12 tonnes, la longueur du plancher, dont la surface moyenne varie de 14 à 18 mètres carrés, n'ayant pas subi de modification sensible.

4° Wagons divers ou de types exceptionnels et wagons appartenant à des particuliers.

A côté de ces wagons de types courants ou construits en vue de transports spéciaux, mais pouvant servir à des chargements divers, se place une troisième catégorie de wagons que nous dénommerons wagons de « types exceptionnels ou divers » et qui ont été construits spécialement en vue de transports bien déterminés, comme ceux de plaques tournantes ou de grosses masses indivisibles et les wagons-citernes ou réservoirs pour le transport des vins, alcools, pétroles et, en général, de toutes espèces de liquides.

Ces véhicules, qui constituent, en général, des effectifs très restreints comparativement à l'ensemble des wagons à marchandises de types courants, ont été, en raison même de leur affectation spéciale, construits pour la plupart dès le principe sur un tonnage relativement élevé; ils étaient, par conséquent, moins susceptibles que ces derniers d'un accroissement sensible de leur capacité de transport.

Il convient cependant de citer certaines administrations russes, comme les chemins de fer du Vladicaucase, qui possèdent un assez grand nombre de wagons-citernes (500) construits en vue du transport du pétrole; ces véhicules sont montés sur bogies et certains d'entre eux offrent un tonnage de 27.6 tonnes et une capacité utilisable de 28.796 mètres cubes.

En Italie également, certaines administrations, notamment les chemins de fer méridionaux de l'Adriatique et ceux de la Méditerranée, possèdent un effectif assez important de wagons-réservoirs servant au transport des vins, dont ils ont commencé dans ces dernières années à augmenter le tonnage en le portant, pour quelques séries, jusqu'à 15, 20 et même 25 tonnes.

C'est à cette dernière catégorie de véhicules que nous rattacherons les wagons appartenant à des particuliers et qu'un certain nombre d'administrations admettent à la circulation sur leur réseau sous le régime de tarifs spéciaux.

A la Compagnie de l'Est français notamment, où le nombre de ces véhicules est assez important, on remarque d'une façon bien nette que, depuis une quinzaine d'années, il y a une progression très marquée dans l'accroissement de leur tonnage.

C'est ainsi qu'en 1884, le tonnage moyen qui était, pour ces wagons, de 12.360 tonnes, est passé, en 1898, à 13.880 tonnes, un certain nombre d'industriels ayant abandonné dans ces dernières années le wagon de 10 tonnes pour adopter définitivement celui de 15 tonnes, surtout pour les transports de minerais. Des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

wagons de 20 tonnes sont même actuellement en construction pour des usines métallurgiques situées sur le réseau de la Compagnie de l'Est.

En résumé, comme on le voit par cet exposé à la fois géographique et historique des phases par lesquelles a passé, dans ces dernières années, l'augmentation de la capacité de transport des véhicules à marchandises, il s'est produit presque dans toutes les compagnies considérées, et généralement pour chacune des trois grandes catégories de wagons envisagées, une tendance marquée à l'abandon des faibles et moyens tonnages de 5 à 10 tonnes, auxquels on a substitué progressivement les tonnages de 15 et même 20 tonnes, principalement en ce qui concerne les wagons découverts et plats.

Cet accroissement s'est fait surtout sentir d'une manière frappante depuis dix ans, pendant lesquels la proportion des véhicules d'un tonnage supérieur à 10 tonnes, par rapport à l'effectif total des wagons à marchandises de toutes les administrations considérées, a passé de 8.9 p. c., qu'elle était en 1888, à 25.4 p. c. en 1898, c'est-à-dire qu'elle a plus que triplé.

Cet accroissement proportionnel très notable, qui s'est encore certainement accentué depuis le 1er janvier 1898, est très significatif au point de vue de la tendance des compagnies à construire des unités de transport plus considérables qu'auparavant. Cette tendance serait certainement mise en évidence d'une façon encore plus frappante, si on avait pu faire ressortir la proportion du nombre des véhicules construits avec un tonnage supérieur à 10 tonnes par rapport au nombre total de véhicules neufs construits dans ces dernières années.

Nous sommes amenés à penser, d'après les chiffres qui précèdent, qu'une très forte proportion de ces wagons neufs ont reçu, dès leur construction, un tonnage dépassant 10 tonnes. Pour certaines administrations, c'est la presque totalité.

Les tableaux D et graphiques D^1, D^2, D^3 et D^4 ci-joints montrent, en outre, quelle a été la progression d'année en année du *tonnage moyen* des véhicules à marchandises pour chacune des trois catégories de wagons envisagées et pour l'ensemble.

Nous allons examiner, ci-après, comment cette augmentation de capacité a pu être réalisée par les diverses administrations.

B. — Comment l'augmentation de la capacité des wagons a marchandises a-t-elle été réalisée dans les diverses administrations considérées ?

L'accroissement progressif de la capacité de transport du matériel à marchandises a été réalisé de plusieurs manières.

Certaines compagnies possédaient des séries de wagons qui, par leur construction même, étaient susceptibles d'un tonnage supérieur au tonnage primitivement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

adopté. C'est ainsi qu'à la Compagnie de Paris-Orléans un certain nombre de wagons couverts à brancards en fer, construits depuis 1877, ont eu leur tonnage nominal porté de 8 à 10 tonnes.

Nous ne nous arrêterons pas davantage à ce moyen pratiqué pour augmenter le tonnage de certaines séries de wagons, cette augmentation n'étant que nominale. Si avantageuse qu'elle puisse être, partout où cela a été reconnu possible, elle s'est trouvée forcément limitée aux seules séries de véhicules dont les conditions d'établissement étaient susceptibles, sans entraîner aucune modification, de se prêter à cette augmentation nominale.

Il est plus intéressant de considérer les moyens ayant permis de réaliser l'augmentation effective de capacité de transport, d'une part par la transformation du matériel existant, d'autre part, par la création de matériel neuf, soit lors des augmentations d'effectifs, soit lors du remplacement de véhicules d'anciens types disparus par accident ou par vétusté.

b) Augmentation de la capacité de transport par voie de transformation du matériel existant.

La transformation de wagons existants a été pratiquée par un assez grand nombre de compagnies, en vue d'augmenter soit le tonnage, soit le volume, soit à la fois le tonnage et le cube utilisable des caisses.

L'augmentation du tonnage a été, d'une façon générale, très facilement obtenue par le remplacement des seuls organes de roulement et de suspension par d'autres plus résistants. Lorsque la transformation se borne à ce remplacement, elle s'effectue, en général, à peu de frais, d'autant plus qu'on peut la faire coïncider avec des travaux de réparations diverses nécessitant la rentrée des véhicules aux ateliers.

Par exemple, pour un véhicule à deux essieux dont on porte le tonnage de 10 à 15 tonnes, par le moyen de cette transformation, la plus-value des organes nouveaux (essieux, ressorts, boîtes, etc.), correspondant à ce nouveau tonnage de 15 tonnes ne dépasse pas, en général, une centaine de francs.

La plupart des châssis métalliques qui ont été adoptés depuis une vingtaine d'années, d'une façon presque générale, aux lieu et place des anciens châssis en bois avaient, en effet, été étudiés à l'origine dans des conditions de résistance largement suffisantes, et l'expérience a démontré qu'ils se comportent en service dans des conditions telles qu'on a pu, dans beaucoup de cas, majorer de 50 p. c. le tonnage primitif prévu, sans apporter à ces châssis aucune modification.

A la Compagnie de l'Est français, on a, à titre d'essai, doublé le tonnage primitif d'une vingtaine de wagons-tombereaux affectés au transport des briquettes pour la consommation des locomotives, en le portant de 10 à 20 tonnes. Les résultats obtenus par cette transformation sont de nature à faire prévoir l'extension de cette mesure à un plus grand nombre de véhicules.

L'intérêt que présente l'accroissement de tonnage est, toutefois, moins considérable, tout en restant encore appréciable, lorsqu'on est obligé d'ajouter un troisième essieu, comme cela s'est fait dans certains cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les réponses qui nous sont parvenues nous ont permis de constater que l'accroissement du tonnage, par le simple remplacement des organes de roulement et de suspension, a été largement pratiqué par un grand nombre d'administrations, et il est probable que cette application se poursuivra à mesure de la disparition progressive des essieux des types les plus faibles; la longévité de ces derniers organes est une cause de ralentissement de l'opération, parce qu'elle n'est généralement pratiquée que lorsqu'on a à mettre à la réforme des essieux d'anciens types. Si l'on réformait ceux-ci d'office, la dépense serait notablement plus considérable.

L'augmentation du volume des caisses des wagons existants, coïncidant ou non avec une augmentation de tonnage, a été moins pratiquée. Elle n'est d'ailleurs économiquement possible que pour les wagons découverts dont on peut facilement augmenter le volume de la caisse en rapportant sur les côtés des rehausses fixes ou mobiles. Les différentes solutions pratiquées dans ce cas par les diverses compagnies sont de nature assez variable, suivant les conditions d'établissement des caisses.

D'autre part, les châssis métalliques étant beaucoup plus durables que les caisses en bois des wagons, les opérations de grande réparation et de réfection de caisses ont donné, dans beaucoup de cas, des occasions favorables à l'établissement de caisses d'un volume plus considérable, permettant de disposer ainsi de wagons se prêtant mieux, pour un tonnage déterminé, au transport *à plein tonnage* d'une plus grande variété de marchandises.

Augmentation de la capacité de transport par voie de construction de matériel neuf.

De simples transformations au matériel existant ont donc pu, comme nous venons de le voir, permettre d'augmenter la capacité des wagons en tonnage et aussi, parfois, en cube utilisable. Mais c'est surtout à l'occasion de la construction de lots de véhicules neufs que la plupart des compagnies ont manifesté une tendance marquée à l'accroissement de la capacité.

Dans certains cas, sans créer à proprement parler de nouveaux types de véhicules, on a pourvu les wagons neufs construits d'organes de roulement et de suspension plus robustes, en leur conservant les dimensions de caisses primitives. C'est ainsi que la Compagnie de l'Est, depuis 1891, a construit 275 wagons à houille de 5.500 mètres et environ 1,600 wagons plats de 7 mètres d'un tonnage de 15 tonnes, ces véhicules étant respectivement identiques aux wagons des mêmes séries construits antérieurement à 10 tonnes, sauf en ce qui concerne les organes de roulement et de suspension.

La note-annexe I, ci-jointe, donne le détail des organes qu'il y a eu lieu de modifier, avec l'indication de la plus-value moyennant laquelle on a pu disposer ainsi d'une augmentation de tonnage de 50 p. c.

Cette plus-value est de 90 francs par véhicule, soit à peine 4.5 à 5 p. c. de la valeur totale de premier établissement du véhicule de 10 tonnes.

L'intérêt qu'il y a d'établir une harmonie plus grande entre le cube utilisable de la caisse et la puissance de tonnage ainsi augmentée, en vue de permettre au wagon de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

recevoir, pour une plus grande variété de marchandises, le nouveau poids maximum prévu, a conduit un certain nombre d'administrations à l'étude de types tout à fait nouveaux différant plus sensiblement des types antérieurs, surtout en ce qui concerne la longueur, l'accroissement de cette dernière dimension dispensant d'augmenter d'une façon exagérée, principalement pour les wagons découverts, la hauteur des parois de caisse dont il est nécessaire de ménager le libre passage sous les estacades des minières ou autres établissements industriels où ils sont susceptibles de pénétrer.

C'est ainsi qu'à la Compagnie de l'Est on a été amené à créer, il y a trois ou quatre ans, un nouveau type de wagon-tombereau de 15 tonnes de 7 mètres de longueur de caisse, dont nous faisons connaître dans la note-annexe I, les détails de construction et les principales conditions techniques d'établissement, et qui a l'avantage d'offrir un cube utilisable de 19.400 mètres cubes au lieu de 12.436 mètres cubes offert par l'ancien wagon de 15 tonnes de 5.500 mètres.

Bien que l'augmentation de longueur du véhicule doive, en général, amener à un prix de revient plus élevé que pour un wagon de même tonnage mais plus ramassé, la même annexe fait ressortir qu'on a pu, tout en conservant les dispositions générales et le mode de construction antérieurs, réaliser un wagon de 15 tonnes de 7 mètres de longueur sensiblement au même prix que le wagon de même type de longueur plus courte (5.500 mètres), l'écart entre les deux prix de revient étant du même ordre que celui qui peut résulter de la différence du cours des matériaux aux époques où la construction a été effectuée.

Nous chercherons d'ailleurs plus loin à dégager d'une façon plus précise l'influence de l'augmentation du tonnage, du cube ou de la longueur des véhicules sur le prix de revient, mais dès maintenant on peut dire que d'une façon générale l'augmentation de tonnage coûte proportionnellement moins que l'accroissement du volume.

Il en résulte que certaines compagnies qui ont été amenées dans l'étude de leurs nouveaux types à prévoir un accroissement notable des cubes utilisables, en vue de certains transports particuliers à leurs réseaux, en ont profité pour donner, sans hésitation, le maximum de tonnage compatible avec le nombre des essieux.

Ces considérations n'ont pas été étrangères à la création de deux types de wagons de 20 tonnes à deux essieux, les uns couverts de 45 mètres cubes de capacité, les autres découverts, avec une caisse de 24 mètres cubes, que la Compagnie du Nord a mis en service dans ces dernières années au nombre de 1,320 (1) pour les wagons-tombereaux et de 1,078 (1) pour les wagons couverts.

Ces effectifs doivent progressivement s'accroître lors de constructions neuves et, dans le même ordre d'idées, cette Administration a commandé 300 wagons plats à deux essieux de même tonnage.

Pour les détails de construction de ces wagons, nous renverrons à l'article de

(1) Ces effectifs correspondent à la date du 1er janvier 1898; ils sont devenus respectivement, à la date du 1er octobre 1899 : 2,400 wagons-tombereaux et 1,160 couverts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Sartiaux, ingénieur en chef de l'exploitation de la Compagnie du Nord, publié par la *Revue générale des chemins de fer* dans son numéro de février 1897, et à la note-annexe II, ci-jointe, qui donne quelques détails complémentaires se rapportant plus spécialement aux divers points de notre étude.

C'est le premier exemple, croyons-nous, de l'emploi, comme wagons de type courant, de véhicules d'aussi fort tonnage sur deux essieux.

Jusqu'alors ce tonnage n'avait été prévu que pour des véhicules de types pour ainsi dire exceptionnels et plus spécialement destinés au transport des masses indivisibles, comme les plaques de blindage ou pièces de grosse métallurgie.

La recherche d'un plus grand tonnage ou d'une plus grande capacité à la fois en tonnage, en volume ou en surface, a donc amené à prévoir sur chaque essieu une charge utile de 10 tonnes et même davantage, si on compte la surcharge pratiquement admise.

Lorsqu'il convient de disposer d'un matériel susceptible de transporter par essieu une charge plus forte, on a été conduit à augmenter le nombre des essieux.

D'après le relevé tiré des renseignements qui nous ont été adressés par les diverses administrations considérées, nous remarquons que la solution du troisième essieu a été, en général, peu usitée (1.121 p. c. sur l'effectif total des wagons à marchandises de ces administrations), si ce n'est cependant par les réseaux du Nord et de Paris-Lyon-Méditerranée qui possèdent respectivement 1,214 et 1,829 wagons de ce type. Il y a eu quelques rares exemples de wagons de types tout à fait exceptionnels à quatre essieux indépendants (0.038 p. c. seulement).

Enfin, dans ces dernières années, la nécessité qui s'est imposée pour certaines administrations de sortir des limites jusqu'alors adoptées pour la longueur des caisses des wagons à marchandises, a engagé ces administrations à entrer résolument dans la voie de l'adoption des bogies. Nous citerons notamment les Compagnies du Nord français, de l'État belge, du Vladicaucase, les chemins de fer italiens de la Méditerranée et l'Administration de l'État russe du chemin de fer Nicolas qui, ainsi qu'on peut le voir par les tableaux E et F donnés en annexes, possèdent d'assez importants effectifs de ces véhicules, notamment la dernière qui en indique 1,802.

Les avantages que ce type de véhicule permet d'obtenir dans le cas de certains chargements spéciaux et aussi la tendance qui paraît s'établir de plus en plus de la substitution de l'acier et du fer au bois, pour la construction des châssis et caisses des wagons à marchandises, permettent de supposer que l'emploi de ces véhicules à bogies se développerait encore davantage si l'on n'avait à tenir compte de la question des plaques tournantes.

Ces wagons ne pouvant en effet tourner sur plaques, il est à craindre que, pendant longtemps encore, les installations actuelles des gares ou des établissements industriels soient un obstacle à une extension importante de ce mode de construction sur le continent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C. — Conséquences techniques de la capacité des véhicules à marchandises.

Les avantages que les diverses administrations ont réalisés au point de vue technique, en augmentant la capacité des wagons à marchandises, sont assez importants sans qu'il se soit produit, d'après les réponses qui nous sont parvenues, d'inconvénients sérieux ou de conséquences fâcheuses ou onéreuses en ce qui concerne les dépenses des services techniques.

Réduction du poids mort rapporté à l'unité de capacité.

L'avantage le plus appréciable et le plus universellement constaté qui résulte de l'emploi des wagons de grande capacité (15, 20 ou 30 tonnes) consiste dans la réduction très notable du poids mort rapporté à la capacité du véhicule.

Le tableau-annexe G et les graphiques G^1, G^2 et G^3 ci-joints font ressortir à ce point de vue, pour les trois catégories de wagons à marchandises des diverses administrations considérées, comment le poids mort moyen par tonne inscrite diminue à mesure qu'augmente le tonnage.

Les exemples fournis par les Compagnies de l'Est et du Nord français, ainsi que par le réseau italien des Chemins de fer de la Méditerranée, montrent que lorsqu'on passe du type de 10 tonnes à celui de 15 tonnes, cette diminution est d'environ 20 p. c. et qu'elle atteint 25 p. c. lorsqu'on passe de 10 à 20 tonnes.

Ces chiffres s'entendent, bien entendu, pour des véhicules porteurs de deux essieux indépendants. Lorsqu'on abandonne ce type pour passer au wagon à bogies, le poids sur rails s'élève du fait de la présence des bogies et du mode de construction de la caisse qui doit être naturellement plus robuste en raison de sa grande longueur et du tonnage qu'il est logique, dans ce cas, de prévoir assez élevé.

C'est ainsi que les wagons P de 30 tonnes et à bogies, construits à partir de 1884 par la Compagnie de l'Est, ont un poids à vide sur rails de 16.060 tonnes, qui fait ressortir le poids mort par tonne inscrite à 535 kilogrammes, sensiblement équivalent à celui des wagons SS à traverse pivotante, de 15 tonnes, qui leur sont assimilables et pour lesquels ce poids mort est de 513 kilogrammes; le poids par tonne inscrite des wagons série SS de 10 tonnes est de 732 kilogrammes. La réduction proportionnelle est, dans ce cas, respectivement de 27 et 30 p. c. en faveur des wagons P de 30 tonnes et des wagons SS de 15 tonnes.

La réduction du poids mort rapporté à la charge utile dans les trains constitue un avantage des plus considérables au point de vue du service de la traction, puisque, pour un train devant transporter une charge homogène déterminée, le nombre des wagons diminuera dans la proportion de $^1/_3$ ou de $^1/_2$, suivant que les véhicules qui entrent dans la composition de ce train ont leur capacité augmentée de 50 p. c. ou de 100 p. c.

Avantage économique de l'accroissement de capacité au point de vue de la dépense de premier établissement.

Au point de vue de la dépense de premier établissement, les conséquences sont du même ordre que pour le poids mort, puisque d'une part, le prix de revient d'un wagon est en général proportionnel au poids sur rails, sans même croître cependant tout à fait aussi vite que lui, lorsque, bien entendu, le mode général de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

construction est maintenu et que, d'autre part, ce poids mort ne croît pas proportionnellement, ainsi que nous venons de le voir, aussi vite à beaucoup près, que le tonnage et le cube utilisable, et surtout que le premier de ces deux éléments.

Il en résulte donc que le prix de revient d'un wagon d'un type déterminé ne croît, d'une façon générale, proportionnellement pas aussi vite que la capacité; cela ressort bien d'ailleurs de l'ensemble des indications qui nous ont été fournies, bien qu'on ne puisse pas rapprocher entre eux tous les prix de construction des wagons de même type appartenant à des administrations différentes.

La comparaison est rendue difficile, sinon même impossible, en raison soit de la variété des formes, des dimensions et du mode de construction, soit de la différence des prix de main-d'œuvre d'un pays à l'autre, soit enfin de la variation du cours des matériaux suivant l'époque de la construction.

Les seuls rapprochements possibles sont ceux que l'on pourrait établir entre les prix de wagons de types similaires appartenant à un même réseau, construits à des époques assez rapprochées et de capacité différente. Les quelques exemples tirés du matériel des compagnies françaises nous permettent de dégager quelques chiffres intéressants faisant ressortir d'une façon générale l'avantage économique qu'on peut réaliser au point de vue de la dépense de premier établissement rapporté à l'unité de puissance offerte.

Cet avantage est, ainsi que nous en avons déjà donné plus haut un aperçu, d'un ordre différent suivant la façon dont l'augmentation de capacité a été obtenue.

Si l'on augmente seulement le tonnage en conservant le type du véhicule proprement dit, par le simple renforcement des organes de roulement et de suspension, cette augmentation est obtenue généralement moyennant une dépense très faible.

C'est ainsi que lorsqu'on a passé de cette façon du type de 10 tonnes du wagon à houille de l'Est français à celui de 15 tonnes, la dépense supplémentaire n'a été que de 90 francs par wagon.

Quand l'augmentation de capacité porte sur le cube de la caisse et est obtenue par un accroissement de la longueur du véhicule ou par une surélévation des parois ou à la fois par ces deux moyens, la majoration est généralement plus considérable que lorsque le tonnage seul est modifié. C'est toutefois là une question d'espèces et il peut arriver que l'élévation du prix de revient qui en résulte soit encore assez faible et du même ordre que les écarts pouvant affecter les prix de construction du fait de la variation du cours des matériaux. C'est le cas du wagon L de 15 tonnes, de 7 mètres de la Compagnie de l'Est, déjà cité, comparé au wagon de même série, de 10 et de 15 tonnes de 5.500 mètres.

La Compagnie du Nord français nous apprend, d'autre part, qu'entre ses wagons-tombereaux de 10 tonnes et de 12 mètres cubes de capacité utilisable et ses wagons de même série de 20 tonnes et d'un volume de caisse double (24 mètres cubes), il y a une différence d'environ 800 francs correspondant à une majoration de 33 p. c. seulement par rapport au prix d'établissement du wagon de 10 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces exemples suffisent à montrer que si on conserve le type du wagon à deux essieux qui nous occupe plus particulièrement, on peut, moyennant une dépense très minime augmenter de 50 p. c. le tonnage et le cube utilisable des wagons de 10 tonnes et que, pour doubler à la fois ces deux éléments, il suffit d'engager un supplément de dépense de premier établissement n'excédant pas 30 p. c. environ.

Le prix de revient de construction du véhicule rapporté à la tonne offerte, au mètre cube utilisable ou au mètre superficiel de plancher, décroît donc assez vite à mesure que s'élève la capacité. Cette diminution est moins marquée et peut même n'être pas très sensible ou disparaître totalement lorsqu'on ne réalise l'augmentation de capacité qu'à la condition de modifier notablement les conditions d'établissement du véhicule.

Si l'on considère, en effet, pour les wagons à bogies la dépense rapportée à l'unité de capacité et de puissance, l'avantage n'est pas, à beaucoup près, aussi considérable du fait de la valeur des bogies et du mode de construction de la caisse, et, pour en revenir aux wagons du type de 30 tonnes de la Compagnie de l'Est déjà cités, l'annexe I ci-jointe montre que leur prix de revient rapporté à la tonne est identiquement le même que celui des wagons SS à plate-forme et traverse pivotante de 15 tonnes à deux essieux indépendants qui leur sont assimilables.

En tout cas, le wagon à bogies de 30 tonnes présente, au point de vue considéré, le même avantage que deux wagons SS de 15 tonnes par rapport à trois wagons de 10 tonnes offrant un tonnage équivalent. La préférence à donner au type à quatre essieux et à bogies sur le matériel à essieux indépendants doit dépendre, dans ce cas, plutôt de considérations d'exploitation que des avantages économiques à réaliser au point de vue du prix de revient d'établissement.

Influence de la capacité sur les dépenses d'entretien.

Il y a lieu de rapprocher également de la dépense de premier établissement d'un véhicule la dépense annuelle d'entretien à laquelle son utilisation donne lieu. Pour les wagons de grande capacité notamment, on pourrait supposer, *a priori*, qu'en raison de la fatigue plus grande à laquelle sont soumis leurs divers organes, ces dépenses d'entretien dussent être plus élevées que celles des véhicules de faible ou moyen tonnage des anciens types.

Pour un certain nombre d'administrations, cette question n'a pu encore être appréciée d'une façon exacte, soit parce qu'elles manquent de renseignements comptables précis sur le sujet, soit parce qu'elles n'ont encore qu'une expérience trop restreinte de l'emploi des wagons de grande capacité.

Cependant, les réponses que nous avons reçues de celles des compagnies qui, depuis plusieurs années déjà font usage de wagons de fort tonnage, sont assez affirmatives et permettent d'avancer que la dépense annuelle d'entretien, rapportée au prix de premier établissement, n'est pas plus élevée pour les wagons de grande capacité que pour ceux de capacité moindre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'augmentation du tonnage et de la capacité de certaines séries de véhicules à marchandises, a pu s'effectuer, en général, sans entraîner de modifications ou de remaniements appréciables dans les installations d'ateliers. On a dû, il est vrai, quelquefois augmenter les dimensions des chariots roulants et plaques tournantes, mais ces changements étaient bien plutôt nécessités par l'empattement des nouveaux véhicules à voyageurs pour lesquels il eût fallu tôt ou tard les effectuer.

Il est rare, en effet, que les ateliers de réparation soient exclusivement affectés à l'entretien du matériel à marchandises, sans avoir à contribuer, pour une part plus ou moins grande, à l'entretien des voitures à voyageurs, dont les exigences, au point de vue des installations de manutention entraînent des progrès qui profitent à l'ensemble du matériel de transport.

On n'a pas constaté non plus qu'il se soit produit, du fait de l'emploi de véhicules de plus fort tonnage, une recrudescence des incidents de service ou avaries de route (chauffage de boîtes, ruptures de ressorts ou de pièces d'attelages, ou autres avaries diverses) et nous croyons que la raison en est dans le renforcement qu'on a fait subir aux organes intéressés, proportionnellement à l'augmentation nouvelle de charge qu'on leur imposait.

A la Compagnie de l'Est français, notamment, le fait de l'adoption du tonnage de 15 tonnes pour un assez grand nombre de wagons découverts et plats n'a eu aucune influence sur les cas de chauffage de boîtes.

En effet, d'après nos statistiques, la proportion moyenne annuelle des cas de chauffage de boîtes constatés aux wagons à marchandises, a été, pendant la période de 1892 à fin 1898, de :

9.64 chauffages, pour 1,000 boîtes en service, avec les essieux à fusées de 90 millimètres montés sur wagons de 10 tonnes;

5.20 — pour 1,000 boîtes en service, avec les essieux à fusées de 105 millimètres montés sur wagons de 15 tonnes.

Pour l'étude des nouveaux véhicules de capacité augmentée, les administrations se sont attachées généralement à maintenir les conditions usuelles de freinage de façon que la pression sur les quatre sabots soit sensiblement égale aux deux tiers du poids total du véhicule à pleine charge.

L'emploi de wagons freinés de grande capacité a donc eu pour résultat de permettre d'obtenir un effort retardateur absolu plus considérable pour tous les cas où le nombre des freins gardés dans un train est resté le même qu'antérieurement à l'usage des nouveaux wagons.

Le nombre des véhicules munis du frein à levier à main à un ou plusieurs sabots s'est considérablement développé dans ces dernières années dans les effectifs de wagons d'un assez grand nombre d'administrations : il est difficile de dégager des réponses de ces dernières, si la question d'augmentation de capacité a joué un rôle dans cette extension ou si elle n'est pas due principalement au développement des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manœuvres par la gravité. Il convient évidemment, en principe, de proportionner pour l'application du frein à levier, l'effort sur les sabots à la masse sur rails.

L'augmentation du diamètre des fusées correspondant à l'augmentation de tonnage, l'accroissement de l'empattement des essieux dû à l'allongement des châssis, la surélévation des parois des caisses des véhicules de capacité supérieure entraînent certainement un supplément de la résistance au roulement, et de celle due au vent pendant la marche; mais ces suppléments sont vraisemblablement, d'après les données acquises sur la matière, certainement assez faibles pour que la résistance totale au roulement, rapportée à la tonne utile transportée, n'en soit pas moins notablement moindre dans le cas des wagons de plus forte capacité.

En ce qui concerne la résistance due au vent pendant la marche, la diminution du nombre des parois des véhicules d'un train compense certainement très largement l'augmentation de hauteur donnée aux parois de tête des caisses.

Il n'y a pas eu, à notre connaissance, d'expériences précises entreprises par les administrations pour dégager ces différents éléments; les expériences comparatives sur cette question seraient, croyons-nous, très intéressantes. Elles conduiraient certainement aussi à comparer la résistance au roulement de véhicules à marchandises montés sur bogies, à celle des wagons à essieux indépendants, offrant une puissance de transport équivalente; la question à ce dernier point de vue n'a, jusqu'alors, croyons-nous, été étudiée qu'en ce qui concerne le matériel à grande vitesse; pour le matériel à marchandises, les poids sur fusées et sur rails étant plus considérables et la vitesse des trains notablement plus faible, les résultats pourraient être sensiblement différents de ceux qu'on peut déduire des expériences entreprises pour le matériel à grande vitesse.

Conséquences diverses de l'augmentation de la capacité au point de vue des installations des gares.

Sur les réseaux où le trafic est très intense, la question de l'utilisation du matériel est devenue une des plus graves qui puissent se poser. Pour obtenir un roulement rapide du matériel, il faut faire des efforts extraordinaires et des dépenses considérables; l'augmentation de l'effectif du matériel roulant transporteur exige l'acquisition de machines-locomotives, l'installation de voies de garage, l'agrandissement de gares, de dépôts et d'ateliers, etc., qui sont quelquefois matériellement impossibles et souvent très coûteuses. Enserrées au milieu des habitations et des usines, un grand nombre de gares ne sont pour ainsi dire plus extensibles.

L'augmentation de la capacité du matériel constitue un des moyens de parer à ces difficultés, en permettant d'obtenir une meilleure utilisation des voies, de retarder ou de rendre moins considérables des agrandissements de stations, de gares de triage et de formation, de voies de garage, qui seraient devenues nécessaires s'il n'avait existé que du matériel de capacité ordinaire.

Ainsi, sur le réseau du Nord français, les wagons de 20 tonnes ont une longueur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sensiblement égale à la moitié de la longueur de deux wagons de 10 tonnes (1), de telle sorte que l'emploi de wagons de grande capacité a eu pour première conséquence de doubler la capacité d'utilisation des installations des gares et des quais couverts ou découverts; le tonnage utile par mètre de voie occupée, qui était de 1.459 tonne pour un wagon couvert de 10 tonnes, devient 2.528 tonnes pour un wagon couvert de 20 tonnes.

L'avantage est naturellement un peu moins marqué avec les wagons de 15 tonnes : pour les wagons plates-formes de la Compagnie de l'Est, le tonnage utile par mètre de voie occupée est de 1.25 tonne pour les plates-formes de 10 tonnes, de 1.86 tonne pour celles de 15 tonnes.

Pour les plates-formes à bogies de 30 tonnes de la même Compagnie, le tonnage utile par mètre est de 2.12 tonnes.

Une objection que l'on a pu faire à l'emploi de wagons de grande capacité est que, lorsqu'un wagon de cette nature arrive complètement chargé dans une station d'importance secondaire, où les manœuvres s'exécutent à bras d'hommes, il pourrait être nécessaire de mobiliser un personnel nombreux pour déplacer un poids total qui varie de 27 à 28 tonnes (tare du wagon comprise).

Les administrations qui nous ont répondu à ce sujet déclarent n'avoir pas constaté, dans la pratique, d'inconvénients sérieux à cet égard.

En effet, les petites gares sont moins exposées à recevoir des expéditions de grande importance et, dans le cas où elles en reçoivent, c'est généralement pour le compte d'établissements industriels qui disposent de personnel pour la manutention ou qui sont raccordés au chemin de fer.

Il ne semble donc pas qu'il y ait d'accroissement sérieux de dépenses à prévoir de ce chef.

L'allongement, l'élévation de la charge supportée, ainsi que l'augmentation de la tare des véhicules ont nécessité, dans certains cas, la transformation des plaques tournantes et de ponts à bascule; mais cette transformation ne doit pas être considérée comme la résultante exclusive de la mise en service des wagons de grande capacité; d'une part, l'allongement du matériel à voyageurs, d'autre part, la tendance à fabriquer des objets, notamment des pièces métallurgiques d'un poids exceptionnel, a contribué également, dans une forte proportion, à la modification des plaques tournantes et des appareils de pesage.

En outre, comme pour un même tonnage à transporter, on est conduit à employer un moins grand nombre de wagons, les manœuvres peuvent être plus rapidement

(1) Longueur d'un tombereau de 20 tonnes de dehors au dehors des tampons . . . . . Mètres. 7.456
— d'un tombereau de 10 tonnes . . . . . 6.400 en moyenne.
— d'un wagon couvert de 20 tonnes 7.906
— — — de 10 tonnes . . . . . 6.900 en moyenne.
— — plat de 20 tonnes 7.500
— — — de 10 tonnes 7.300

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exécutées, ce qui conduit à une réduction des heures de travail, des hommes, des chevaux ou des machines.

La manutention est également facilitée par la plus grande superficie du wagon qui permet aux hommes de se mouvoir plus facilement; la présence de portes plus grandes aux wagons couverts, de quatre portes même aux wagons découverts, tels que les tombereaux de 20 tonnes de la Compagnie du Nord français, contribue à faciliter ces opérations.

Ainsi, on a constaté que, dans des conditions identiques, une équipe de sept hommes met 45 minutes pour décharger 200 sacs de blé contenus dans un wagon de 20 tonnes, alors qu'il faut une heure pour faire la même opération lorsque les sacs sont contenus dans deux wagons de 10 tonnes.

Une équipe de quatre hommes met 1 heure 15 minutes pour décharger 7,000 kilogrammes de marchandises de détail, lorsqu'elles sont contenues dans un wagon de 20 tonnes, et 1 heure 50 minutes lorsqu'elles sont contenues dans deux wagons de 10 tonnes. Il y a donc une économie de temps de 25 p. c. dans le premier cas et de 30 p. c. dans le deuxième.

C'est là un avantage qui intéresse aussi bien le chemin de fer que le public, mais plus particulièrement ce dernier, car c'est à lui qu'incombe le plus souvent la manutention des expéditions par wagons complets auxquelles est affecté plus particulièrement le matériel de grande capacité.

Aux avantages au point de vue de la manutention viennent s'en ajouter d'autres pour les propriétaires d'établissements raccordés par rails au chemin de fer.

Les wagons de grande capacité présentant un tonnage utile plus considérable par mètre de voie occupé, les embranchements existants sont susceptibles de recevoir un tonnage plus important, sans autres modifications que la revision des courbes de trop faible rayon.

Quant à l'établissement de raccordements nouveaux, l'usage des wagons de capacité augmentée peut permettre la création d'embranchements dans des usines où l'espace est trop restreint pour l'installation d'un raccordement à desservir à l'aide de matériel de petite capacité.

Certaines administrations, comme la Compagnie de l'Est français, ont aussi constaté que la charge moyenne des wagons circulant à plein s'est élevée progressivement depuis quelques années, et cet accroissement a eu évidemment sa répercussion sur l'utilisation des voies et les dépenses des manœuvres, et il ne nous paraît pas téméraire d'attribuer ce résultat, en partie tout au moins, à l'emploi de wagons de plus grande capacité.

Conséquences de l'augmentation de la capacité au point de vue du service des trains.

Nous avons déjà indiqué l'avantage considérable que la réduction du poids mort rapporté à la charge utile apporte dans les dépenses de traction, mais nous croyons intéressant de l'appuyer par un exemple.

Sur le réseau du Nord, entre Lens et Paris, le transport de la houille est assuré par des trains rapides directs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces trains étaient autrefois composés de 1 fourgon à frein pesant 12 tonnes et de 30 tombereaux chargés chacun d'un tonnage utile de 10,500 kilogrammes, et ayant un poids mort de 5.5 tonnes.

Le poids total à remorquer s'élevait donc à 492 tonnes ; la longueur du train était de 180 mètres environ.

Actuellement, ces trains directs sont composés d'un fourgon à frein pesant 20 tonnes et de 25 tombereaux chargés chacun d'un tonnage utile de 20,500 kilogrammes et ayant un poids mort de 7.6 tonnes.

Le poids total à remorquer s'élève à 722 tonnes; la longueur du train est de 170 mètres environ.

Le poids à remorquer par tonne utile était, dans le premier cas, de 1,562 tonnes, et elle est, dans le deuxième cas, de 1,410 tonnes.

L'exemple appliqué aux wagons couverts de grande capacité ou aux wagons plats de grande superficie donnerait des résultats analogues, mais les trains complets composés de ces wagons de grande capacité constituent encore une exception.

Au point de vue des dépenses de personnel des trains, l'emploi de grands wagons permet également de réaliser une économie ou d'obtenir une meilleure utilisation, étant donné que la proportion du nombre d'agents par tonne utile transportée se trouve augmentée si l'on emploie des véhicules de grande capacité.

La réduction de la longueur des trains offre également des avantages, parce qu'elle facilite la surveillance du personnel qui les accompagne.

En résumé, au point de vue purement technique, l'augmentation de la capacité du matériel paraît avantageuse, puisqu'il en résulte :

Une réduction sensible du prix de premier établissement rapporté à l'unité de capacité (tonne, mètre cube ou mètre superficiel);

Une réduction correspondante des dépenses d'entretien;

Une diminution probable de la résistance totale à la traction;

Une réduction sensible du poids mort;

Une meilleure utilisation des installations des gares, une plus grande facilité dans les opérations de manœuvres et de manutention;

Différents avantages au point de vue du service des trains, sans qu'il se soit produit une recrudescence d'incidents de service ou d'avaries diverses au matériel.

D. — La capacité considérée au point de vue commercial.

Si, comme nous venons de le voir, il est en général avantageux, au point de vue technique, d'augmenter le plus possible la capacité du matériel à marchandises, ce sont les considérations d'ordre commercial qui peuvent seules décider s'il y a lieu,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour une administration de chemins de fer, de construire du matériel de grande capacité et qui, seules, permettent de fixer les dimensions à donner dans chaque cas, soit comme tonnage, soit comme cube, soit comme superficie de plancher.

A ce point de vue, la nature du trafic, l'importance des courants de transport, le rapport des expéditions par wagon complet aux expéditions partielles, les usages commerciaux et les questions de tarifs constituent les principaux points à envisager avant de prendre une décision.

1° Influence de la nature du trafic. *a*) Wagons découverts (tombereaux).

Les wagons-tombereaux étant destinés, en principe, au transport des marchandises en vrac ou des matières pondéreuses telles que la houille, les betteraves, les pommes de terre, les engrais, les sables, les graviers, etc., qui s'expédient par lots importants et presque exclusivement par wagons complets, on a généralement adopté, pour cette catégorie de wagons, une limite de tonnage qui n'est pas inférieure à 10,000 kilogrammes (sauf pour quelques wagons anciens), les chiffres de 12,000, 13,000, 15,000 et 20,000 kilogrammes sur les réseaux des chemins de fer fer méridionaux de l'Italie, de l'État belge, de Kharkov-Nicolaïev, de Bulgarie, de Paris-Lyon-Méditerranée, de l'Est et du Nord français.

Dans certains cas, la nature du trafic a conduit non plus à l'augmentation du tonnage, mais à celle du cube utilisable, et nous avons vu que l'État belge construit pour le coke des wagons d'un cube utilisable de 22.8 mètres cubes, et que le Nord français possède, pour le même transport, des wagons-tombereaux de 24 mètres cubes, ainsi que des wagons-tomberaux de 17.7 mètres cubes pour les transports de laines.

b) Wagons couverts.

Les marchandises à transporter dans des wagons couverts peuvent, par leur nature, exercer une influence sur la détermination soit du tonnage, soit du cube à donner au wagon.

Dans le premier cas se trouvent les produits tels que les laines, les sucres, les ciments, les farines, etc., toutes marchandises de forte densité, mais craignant la mouille et ne pouvant, dès lors, être chargées dans des wagons découverts.

Sur les réseaux où ces produits s'expédient presque exclusivement par lots importants, on a trouvé un avantage certain à adopter, comme pour toutes les marchandises pondéreuses, un matériel de fort tonnage.

Dans le second cas se trouvent, par exemple, les laines peignées et déchets de laine, les denrées alimentaires, les fruits et légumes ou les objets qui ne peuvent se gerber dans les wagons, tels que les ustensiles de ménage, les articles de poêlerie.

On a été conduit, dans la plupart des cas, à accroître à la fois le tonnage et le cube utilisable des wagons couverts, en adoptant, suivant la nature spéciale du trafic du réseau considéré, des tonnages inscrits de 10 tonnes au moins, avec un cube utilisable d'au moins 30 mètres cubes, mais dépassant fréquemment ce chiffre pour aller jusqu'à 12, 15 et 20 tonnes avec des cubes s'élevant respectivement à 35, 40 et 45 mètres cubes environ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les wagons plats de types courants étant destinés à se prêter soit au transport de matières très lourdes, telles que les pierres, les pavés, les fontes, soit à celui des matières de faible densité, telles que les pailles et les fourrages, la nature du trafic a conduit généralement à adopter une forte condition de tonnage en même temps qu'une grande surface de plancher.

Les wagons propres à des transports spéciaux, longs bois ou longs fers, en particulier, doivent encore davantage répondre aux deux desiderata de fort tonnage et de grande superficie.

Aussi, constatons-nous que sur tous les réseaux, on a donné à ces wagons (sauf pour quelques types très anciens de 8 tonnes) un tonnage inscrit d'au moins 10 tonnes, mais s'élevant fréquemment à 15, 20 et 25 tonnes, et même, pour les transports spéciaux, à 35 tonnes, avec des superficies de planchers de 15 à 25 mètres carrés; les transports d'objets de grande longueur ont conduit, en outre, à l'adoption d'un type de matériel à bogies.

Wagons de types exceptionnels répondant aux besoins particuliers.

Pour les wagons de types exceptionnels, destinés à répondre à des besoins tout à fait spéciaux, les conditions d'établissement sont encore plus étroitement subordonnées à la nature particulière du trafic auquel le wagon considéré doit être affecté.

Cependant, les objets de dimensions ou de poids exceptionnels étant devenus d'un emploi beaucoup plus courant que par le passé, en raison des progrès réalisés dans la métallurgie et la construction, les aciéries produisant, par exemple, couramment des lingots d'acier pesant 40 tonnes et les usines métallurgiques, des pièces atteignant 30 mètres de longueur, il se manifeste une tendance marquée à augmenter le plus possible la puissance de ces wagons.

En ce qui concerne les wagons appartenant à des particuliers, wagons-citernes par exemple, nous avons déjà constaté la progression générale des intéressés à faire construire du matériel de capacité augmentée.

Influence courants transport.

L'existence de courants de transport exerce une influence considérable sur le choix du type de matériel à adopter.

Pour que la création de matériel de grande capacité soit justifiée, il faut que l'on ait à desservir de grands courants de transport, tels que ceux auxquels peuvent donner lieu la houille, les produits métallurgiques, les bois, les céréales, les ciments, les sucres, etc. Et encore sera-t-il nécessaire de tenir compte des usages commerciaux au point de vue des coupures de ventes pour déterminer la capacité à donner; il faudra aussi se préoccuper de l'existence de courants de trafic en sens inverse, justifiant l'emploi de grands wagons, faute de quoi on serait exposé à perdre en partie, par la mauvaise utilisation du matériel au retour, les avantages obtenus à l'aller.

Dans certains cas, la nature des courants de transport pourra conduire à la création de types de matériel tout à fait spécialisés et différents de ceux qu'on serait conduit à adopter en se basant uniquement sur les considérations générales : ainsi, nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avons vu qu'en général, on cherche à donner aux wagons plats à la fois un fort tonnage et une grande superficie ; mais, s'il existe un courant de trafic suffisant pour que des wagons plats puissent être affectés au transport des pierres de taille, par exemple, on construira des wagons de fort tonnage, il est vrai, mais de faible longueur.

3° Influence de l'importance des expéditions par wagon.

L'importance relative des expéditions faites par wagon complet et des expéditions partielles doit également être envisagée lorsqu'on se trouve en face du problème de l'augmentation de la capacité du matériel.

Ce serait, en effet, une grave erreur d'aller de l'avant dans la suppression du matériel de petite capacité, en lui substituant du matériel de capacité augmentée, qui serait affecté à toutes les catégories de transport.

Il faut, au contraire, procéder par questions d'espèce, dont la solution pratique peut varier avec les différences de situations ; il convient de rappeler, à cet égard, ce que disait, au Congrès de Paris, en 1889, M. l'ingénieur en chef Sartiaux : « Augmenter la capacité des wagons peut être une chose utile dans certaines circonstances pour certaines marchandises et pour certaines administrations ; mais recommander cette mesure comme une solution absolue serait aller trop loin. »

Cette sage remarque est toujours vraie.

Sans doute, les marchandises pondéreuses constituent un appoint considérable au trafic des chemins de fer.

Ainsi, en 1897, sur un tonnage de 33 millions de tonnes transportées par l'ensemble des lignes belges, les marchandises pondéreuses représentaient un poids de 29 millions de tonnes, soit 78 p. c. ; sur les réseaux de l'Est et du Nord français, les combustibles minéraux, les minerais, les matériaux de construction, les produits métallurgiques représentent de 60 à 65 p. c. du tonnage total.

Mais il faut considérer qu'en dehors d'un public spécial en mesure d'expédier ou de recevoir par quantités de 15, 20 tonnes et même au-dessus, il existe une forte partie des populations commerçantes dont les besoins et les usages exigent des expéditions par quantités moins importantes.

Les chemins de fer italiens, par exemple, ont constaté que, sur 100 transports, 84 proviennent d'expéditions partielles et 16 seulement d'envois par wagons complets ; sur l'État français, la proportion est sensiblement la même, 79 p c.

Bien que toutes les administrations consultées n'aient pas répondu sur ce point, il est facile de prévoir que cette situation n'est pas spéciale à la France et à l'Italie ; elle existe évidemment, peut-être seulement avec une proportion moins forte, dans tous les autres pays européens, sauf en Russie, où les transports par charges incomplètes sont insignifiants.

D'une façon générale, les réponses des administrations consultées sont opposées à l'augmentation de la capacité des wagons en vue du transport des colis de détail ; il semblerait, au contraire, plus rationnel de rendre cette capacité divisible, de manière à réduire le nombre et l'importance des manutentions que doit subir, en cours de route, la marchandise remise par charge incomplète.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La nécessité d'augmenter le plus possible la charge utile transportée par chaque essieu et aussi la capacité des wagons ordinaires oblige les administrations à grouper dans un même véhicule le plus grand nombre de colis réunis pour une même destination ou pour une même direction ; des dispositions toutes spéciales ont été prises, à cet effet, par la plupart des chemins de fer français, et, cependant, malgré ces dispositions, on arrive très rarement à utiliser complètement la capacité des véhicules, en raison de la diversité de forme et de poids des colis.

Cela est si vrai que, sauf sur les chemins russes où il ne paraît pas exister d'autre minimum que celui de 300 pouds ou 4,908 kilogrammes, les administrations considérées ont dû fixer à un tonnage relativement peu élevé le poids à partir duquel un wagon est considéré comme complet lorsqu'il renferme des colis de détail.

En France, le tonnage, à partir duquel un wagon contenant des marchandises de détail est expédié sans transbordement, est de 2,000 kilogrammes sur certains réseaux et de 1,500 kilogrammes sur certains autres.

En Italie, les chemins de fer méridionaux de l'Adriatique considèrent comme complet tout wagon chargé de colis de détail dont le poids total atteint 3,000 kilogrammes, si les colis sont en destination de plusieurs gares situées dans une direction déterminée, et 4,000 kilogrammes, si les colis sont en destination d'un même point.

Il n'y a que sur le réseau de l'État belge où l'on constate un relèvement de la limite au-dessus de laquelle un wagon n'est pas considéré comme complet.

Primitivement fixée à 1,000 kilogrammes, cette limite a été successivement élevée à 1,200, 1,500, 1,800 et 2,000 kilogrammes.

Quoi qu'il en soit, ces limites prouvent que les administrations considérées ont renoncé à tirer un parti avantageux du tonnage de leurs wagons lorsqu'il s'agit de colis de détail ; dès lors, il ne servirait de rien d'augmenter le tonnage de ces véhicules.

Mais cette dernière conclusion même ne saurait avoir de valeur absolue, puisqu'il peut se présenter, pour des expéditions de détail, des courants de trafic de marchandises, suffisamment réguliers et intenses, qui soient de nature à permettre l'emploi et la bonne utilisation de matériel de capacité augmentée.

Ainsi, comme exemple de marchandise de détail à trafic courant, on peut citer, en France, les transports de tissus qui s'effectuent au départ de certains centres de fabrication, tels que Roubaix et Tourcoing.

Chaque jour, le Nord français reçoit dans les gares desservant ces centres, un certain nombre d'envois par charge incomplète qui, groupés, représentent le chargement de deux ou trois wagons de 8 tonnes ; on comprend que, dans ce cas spécial et dans les cas similaires, il y aurait un intérêt exceptionnel, bien qu'il s'agisse de marchandises de détail, à recourir au matériel de capacité augmentée.

Importance des usages commerciaux et des questions de tarifs.

Il est de la plus haute importance de tenir compte des usages commerciaux et des questions de tarifs dans la détermination de la capacité à donner au matériel, si l'on ne veut pas s'exposer à de graves mécomptes.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il ne servirait à rien, en effet, de construire des wagons de grande capacité, si les coupures qui figurent dans les tarifs et qui correspondent aux usages commerciaux qui les ont dictées ne répondaient pas aux limites adoptées pour les wagons ; on n'aboutirait qu'à une mauvaise utilisation du matériel.

Il faut aussi déterminer la capacité du matériel nouveau, de façon à éviter des difficultés de taxation dans le cas, fréquent dans une exploitation de chemins de fer, où l'on est obligé de fournir plusieurs wagons de petit modèle à défaut de grands wagons.

Avec des limites judicieusement choisies, on pourra réaliser une bonne utilisation du matériel et même intéresser le public aux avantages recueillis par des réductions de tarifs.

Pour ces divers motifs, il conviendra, en général, d'adopter pour la capacité des wagons nouveaux un chiffre qui soit multiple du tonnage des wagons anciens.

D'autres solutions ne peuvent être admises que comme un expédient, dans le cas où l'on se borne à vouloir augmenter, sans grande dépense, la capacité du matériel existant.

Mais toutes les fois qu'on sera conduit à entrer dans la voie de construction de matériel nouveau de grande capacité, il y aura avantage à adopter un type dont le tonnage soit un multiple exact du tonnage du matériel existant.

Pour les administrations où le type de wagons le plus répandu est le wagon de 10 tonnes, ou bien où les coupures de tarifs sont de 10 tonnes, l'adoption du wagon de 20 tonnes constituerait, en général, au point de vue commercial, la solution la meilleure, tant qu'on s'en tiendra au matériel à deux ou trois essieux, à l'exclusion du matériel à bogies.

Conclusions.

En résumé, la capacité des véhicules à marchandises a augmenté progressivement depuis plusieurs années, dans la plupart des administrations considérées dans le présent rapport, lesquelles emploient presque exclusivement du matériel à *essieux indépendants*.

Cette augmentation a affecté soit séparément, soit simultanément, les trois éléments dont dépend la capacité d'un wagon, à savoir : le tonnage, le volume de la caisse et la longueur du véhicule. Le tonnage est l'élément sur lequel les accroissements ont été les plus fréquents et les plus considérables : en même temps que les wagons de tonnage inférieur à 10 tonnes tendent à disparaître assez rapidement, le wagon de 10 tonnes, à deux essieux, qui a été longtemps, dans les pays dont nous nous sommes occupés, le wagon-type presque universellement employé, tend à faire place aux wagons à deux essieux de 12, 14, 15 tonnes et même 20 tonnes.

La plus ou moins grande extension donnée à cette augmentation de capacité par chacune des administrations qui l'ont pratiquée, ainsi que le genre des véhicules, wagons découverts, couverts et plats, sur lesquels elle a porté, ont dépendu de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nature du trafic des réseaux considérés, des courants de transport, de la proportion des marchandises pondéreuses ou encombrantes par rapport à l'ensemble des transports qui constituent le trafic de petite vitesse d'un réseau, ainsi que des usages commerciaux et des dispositions des tarifs.

La plupart de ces diverses administrations ont réalisé l'augmentation de capacité à la fois par voie de transformation du matériel existant et plus souvent par la création de types nouveaux lors des constructions neuves.

Les conclusions qui se dégagent de l'étude qui précède nous paraissent pouvoir se résumer comme suit :

« 1° L'augmentation de la capacité du matériel est avantageuse au point de vue technique ;

« 2° Les considérations d'ordre commercial particulières à chaque réseau permettent seules de décider s'il convient de procéder à cette augmentation et de fixer les limites à adopter dans chaque cas. »

Paris, le 20 octobre 1899.

N. B. — Les conclusions qui précèdent ont été déduites de chiffres statistiques qui, en raison du délai nécessaire à la préparation du travail, avaient dû être arrêtés à la date déjà lointaine du 1er janvier 1898. C'est pourquoi les rapporteurs ont cru devoir mentionner à part, dans le rapport qui précède, les modifications qui, à la date du 20 octobre 1899 qui est celle de la remise du rapport, avaient pu être apportées dans les effectifs du matériel à marchandises de fort tonnage de certaines administrations françaises et, en particulier, de la Compagnie du Nord.

Mais depuis cette dernière date il s'est produit, en France, notamment, un mouvement assez prononcé en faveur de l'extension de l'emploi des véhicules à marchandises de fort tonnage et d'importantes commandes de wagons-tombereaux et couverts de 15, 18 tonnes, et le plus généralement même de 20 tonnes, ont été récemment faites par les Compagnies de l'Est, du Midi, de l'Orléans, de l'Ouest et du Nord.

Ces faits ne font donc, en résumé, que confirmer en les accentuant encore les conclusions qui précèdent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE I.

Note sur le matériel à marchandises de 15 tonnes, sur les wagons-tombereaux de 20 tonnes et sur les wagons à bogies de 30 tonnes, de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est français transporte annuellement près de 60 p. c. de marchandises pondéreuses, telles que : houilles, cokes, minerais, pierres de taille, pavés, fontes, lingots d'acier, fers en barres, etc. La proportion relativement considérable de ces transports par rapport à l'ensemble de ceux des marchandises de toutes sortes expédiées en P. V. l'a décidée, dès l'année 1890, à augmenter le tonnage de certaines séries de wagons à marchandises.

Jusqu'à cette époque, en effet, le tonnage moyen maximum de ces véhicules ne dépassait pas 10 tonnes, à l'exception, toutefois, de quelques wagons plats, série P, servant à des transports tout à fait spéciaux et qui, dès leur mise en service, furent construits à 30 tonnes et montés sur trois essieux et même quelques-uns sur bogies. Nous dirons d'ailleurs quelques mots sur ces wagons, à la fin de la présente note.

Il fut donc admis, en principe, que l'emploi de wagons de 15 tonnes pouvait être avantageux, et l'on convint d'appliquer cette augmentation de tonnage à certaines séries de wagons découverts et à plates-formes d'un usage courant.

Les véhicules dont le tonnage fut ainsi porté à 15 tonnes appartenaient :

Pour les wagons découverts ou tombereaux . . . . . à la série L;
— — plats . . . . . à la série S;
— — plats, à traverse pivotante . . . . . à la série SS.

En outre, un certain nombre de wagons découverts de la série H furent portés, à titre d'essai, au tonnage de 20 tonnes et affectés à des transports de briquettes pour locomotives entre les points de production et les dépôts consommateurs.

1° Wagons découverts ou tombereaux, séries H ou L.

Les wagons-tombereaux, séries H et L, constituent les deux grandes catégories de wagons découverts de la Compagnie de l'Est ; ils servent, d'une manière générale, au transport des matières pondéreuses de toute nature désignées ci-dessus, les wagons L étant toutefois plus spécialement affectés au transport des houilles. Ces wagons, dont les dessins schématiques ci-contre représentent les dispositions d'ensemble, sont constitués d'un châssis métallique dont le cadre, formé par les traverses de tête et les deux brancards, est consolidé au moyen de flèches et traverses intermédiaires en fer à T et à ⌴ dont la réunion avec les brancards et traverses extrêmes est assurée au moyen de goussets et d'équerres. Ce châssis repose sur deux essieux indépendants dont l'écartement d'axe en axe varie, suivant les séries, de 2.500 à 2.750 mètres et a même été porté, notamment pour les wagons L de 15 tonnes, à 3.750 mètres, ce dernier écartement leur permettant encore de tourner sur les plaques de 4.500 mètres.

La caisse, que supporte le châssis, est constituée d'une carcasse métallique dont les montants d'angle sont en fer cornière, ceux intermédiaires en fer à ⊥ et ceux des bouts en fer à barrots. Les parois de la caisse sont formées de frises de sapin de 30 millimètres d'épaisseur et le plancher de lames de chêne de 50 millimètres.

Une porte à double vantail et à charnières est placée au milieu de chaque grand côté de la caisse ; en outre, certaines séries de ces wagons sont pourvues d'un frein à vis avec guérite en bout ; ceux qui n'ont pas le frein à vis sont munis d'un frein à levier à main à un sabot.

Enfin, pour reconnaître les nouveaux wagons de 15 et 20 tonnes des anciens de 10 tonnes, on a fait suivre la lettre de série peinte sur le wagon de l'indice T : (HT ou LT).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

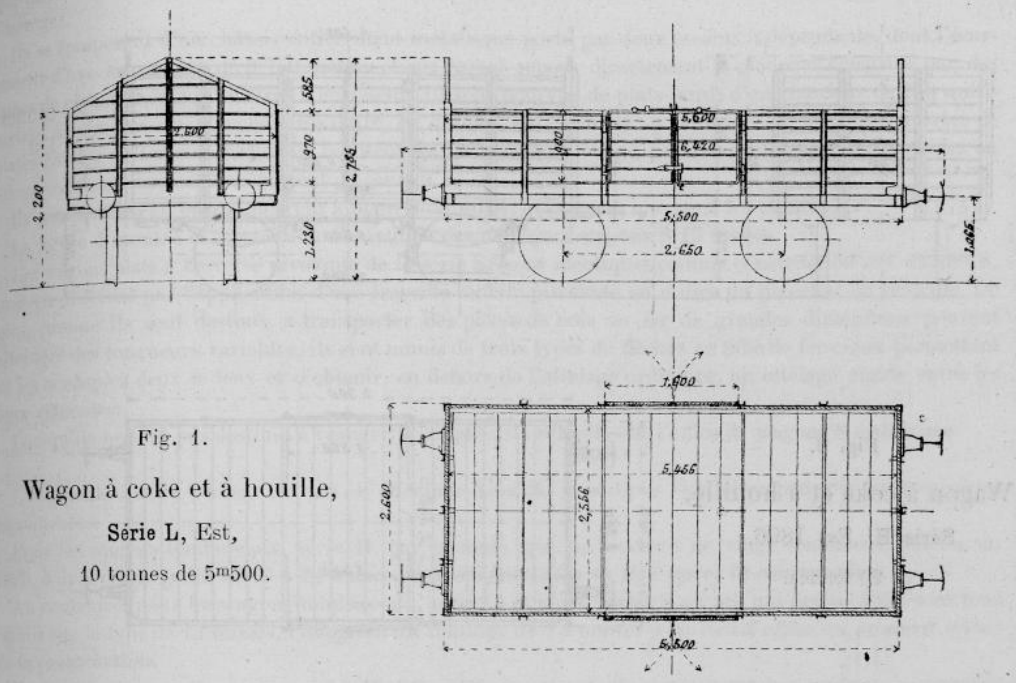
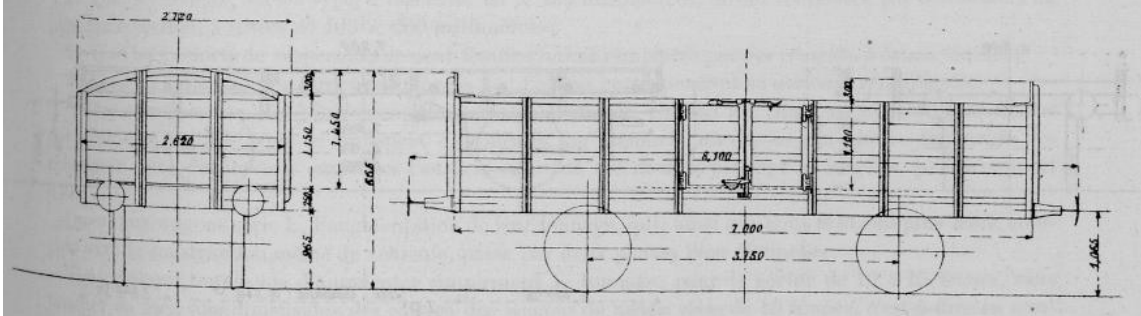


Fig. 1.

Wagon à coke et à houille,

Série L, Est,

10 tonnes de 5m500.



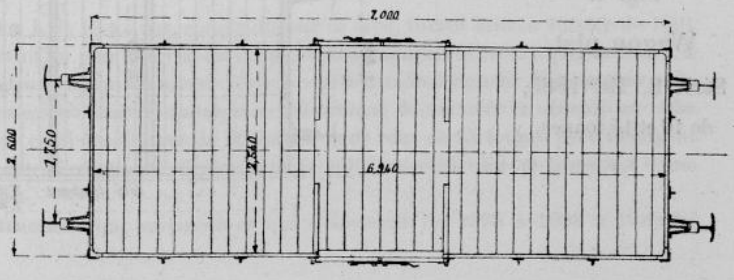


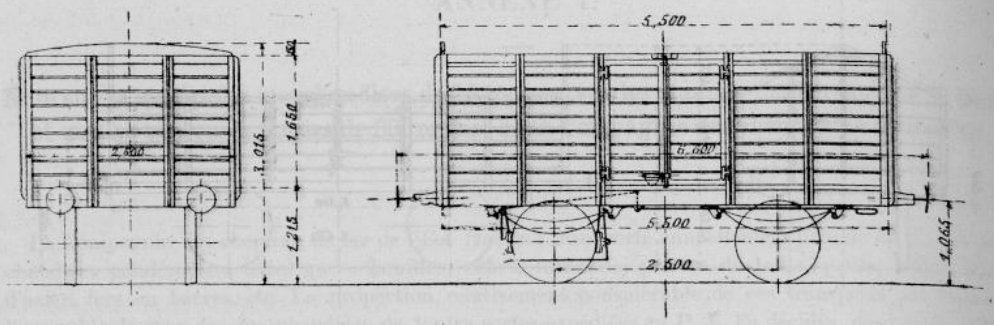
Fig. 2.

Wagon à coke et à houille,

Série LT, Est 1895,

15 tonnes de 7 mètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



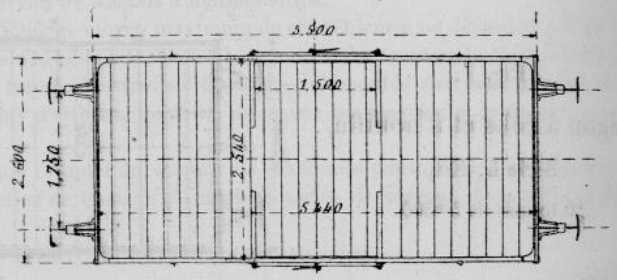
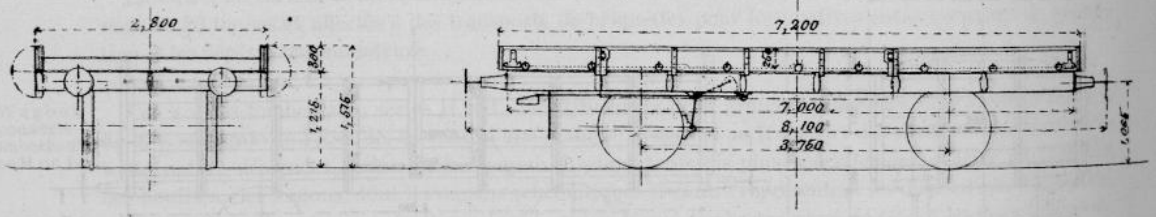


Fig. 3.

Wagon à coke et à houille,

Série H, Est 1896,

de 20 tonnes.



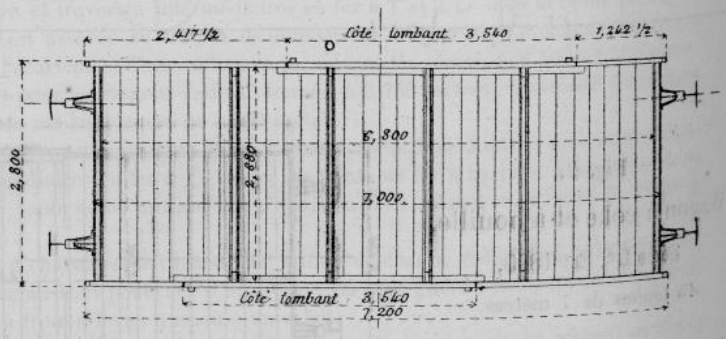


Fig. 4.

Wagon plat,

Série S, Est 1885,

de 10 et 15 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les wagons plats de la série S servent, en général, au transport des grosses masses indivisibles (telles que pierres de taille, bâtis de fonte, etc.) ou de chargements volumineux, tels que ceux des pailles et fourrages.

Ils se composent d'un châssis entièrement métallique porté par deux essieux indépendants, dont l'écartement d'axe en axe est de 3.750 mètres et sur lequel repose directement le plancher constitué par des lames de chêne de 50 millimètres d'épaisseur. Ils sont pourvus de plats-bords d'une hauteur de 250 millimètres au-desssus du plancher. En outre, ce dernier est garni de six traverses en bois recouvertes de plates-bandes en fer sur lesquelles reposent les chargements et qui permettent le passage des cordes ou élingues devant servir à l'enlèvement de ceux-ci.

Ils comportent, en outre, un frein à main à un sabot, qui ne sert que pour les manœuvres.

La figure 4 montre la disposition d'ensemble des nouveaux wagons S 15 tonnes.

Les wagons plats à traverse pivotante de la série SS sont identiques comme construction aux wagons S, mais en diffèrent par l'application d'une traverse mobile pivotante au milieu du plancher du véhicule. De plus, comme ils sont destinés à transporter des pièces de bois ou fer de grandes dimensions pouvant atteindre des longueurs variables, ils sont munis de trois types de flèches en tube de fer creux permettant de les accoupler deux à deux et d'obtenir, en dehors de l'attelage ordinaire, un attelage rigide entre les deux véhicules.

Lorsqu'ils ne sont pas destinés à voyager accouplés, ils remplissent l'office de wagons S ordinaires.

L'augmentation du tonnage n'a pas été effectuée dans des conditions similaires pour ces diverses séries de véhicules.

Pour les wagons-tombereaux, série H, par exemple, qui, au nombre de vingt seulement, ont eu, en 1895, leur tonnage porté de 10 à 20 tonnes, *la modification a eu lieu après la construction*.

Au contraire, pour les wagons-tombereaux, série L, et plats, séries S ou SS, qui depuis 1891 sont tous établis sur le type de 15 tonnes, *l'adoption du tonnage de 15 tonnes a eu lieu d'office au moment même de la construction*.

En ce qui concerne les wagons séries H et S ou SS, on se contenta simplement de remplacer les organes de roulement et de suspension existants par d'autres *renforcés*, c'est-à-dire :

1° Que les essieux, ancien type, à fusées de 90 × 180 millimètres, furent remplacés par des essieux de plus forte section, à fusées de 105 × 200 millimètres;

2° Que les ressorts de suspension de neuf feuilles furent remplacés par des ressorts à douze feuilles;

3° Que les boites à huile furent remplacées par d'autres correspondant au nouveau type d'essieu.

On ne changea rien aux dimensions des caisses ; toutefois, comme les vingt wagons H de 20 tonnes devaient être utilisés pour le transport des menus, on rapporta au-dessus des parois des bouts des rehausses fixes destinées à empêcher l'entrainement de ces menus, pendant la marche, par le courant d'air.

Quant aux wagons série L, l'augmentation de leur tonnage, qui, ainsi que nous le disons plus haut, coïncide avec la construction même du véhicule, passa par deux phases bien distinctes :

Tout d'abord, on décida d'augmenter simplement le tonnage, pour le porter de 10 à 15 tonnes, sans toucher en rien aux dimensions des caisses des wagons de même série de 10 tonnes, c'est-à-dire en remplaçant les organes de roulement et de suspension existants par d'autres renforcés, comme cela a été dit pour les wagons séries H, S ou SS.

Deux cent soixante-quinze wagons L de 15 tonnes, construits sur ce type, furent mis en service de 1891 à 1894, et les résultats qu'on en obtint au point de vue de l'exploitation engagèrent la Compagnie de l'Est à augmenter légèrement, pour d'autres wagons de même série à construire, la longueur du plancher et la hauteur des côtés de caisse, *tout en conservant le tonnage de 15 tonnes*, de manière à obtenir un cube utilisable sensiblement plus fort que celui des wagons de 10 tonnes ou de ceux de 15 tonnes précédemment construits et pouvant, par conséquent, permettre d'affecter dans la suite ces véhicules au transport d'une plus grande variété de marchandises.

En conséquence, pour les constructions qui suivirent et qui s'élevèrent de 1895 à 1898 à l'effectif

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

total de 355 wagons, la longueur du châssis fut portée de 5.500 à 7 mètres, celle intérieure de caisse de 5.440 à 6.940 mètres et la hauteur des côtés de caisse de 0.900 à 1.100 mètre. En résumé, le cube utilisable fut porté de 12.436 à 19.400 mètres cubes.

Le tableau I ci-dessous résume les différences qui caractérisent les organes de roulement et de suspension de ces séries de véhicules à tonnage renforcé, par rapport à ceux des véhicules ancien type de 10 tonnes des mêmes catégories.

Tableau I.

Désignation des organes transformés.		Wagons L, S et H de 10 tonnes.	Wagon L de 15 tonnes.	Wagon S de 15 tonnes.	Wagon H de 20 tonnes.
		Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.
Roues.	Diamètre de l'essieu au milieu du corps. . .	0.120	0.135	0.135	0.140
	— — à la portée de calage . .	0.1403	0.1553	0.1553	0.1603
	— de la fusée.	0.090	0.105	0.105	0.120
	Longueur —	0.180	0.200	0.200	0.220
Ressorts.	Section de l'acier	$^{75}/_{12}$	$^{75}/_{12}$	$^{75}/_{12}$	$^{100}/_{15}$
	Nombre de feuilles.	9	12	12	10
	Longueur de la maîtresse-feuille	1.066	1.025	1.025	1.370
	Flèche de fabrication.	0.140	0.080	0.080	0.125
	Corde de fabrication	1.015	1.007	1.007	1.340
	Flexibilité sans bride	0.0152	0.0088	0.0088	0.0107
Boîtes		Type R.	Type P.	Type P.	Dessous, type C. Dessus, type S.

Le tableau II ci-après donne les principales conditions techniques d'établissement de ces wagons de 15 et 20 tonnes, comparativement à celles des wagons de 10 tonnes du même type.

D'après les prix de revient spéciaux de construction lorsque, pour un wagon neuf aussi bien que pour un wagon existant, on se contente seulement d'augmenter le tonnage sans modifier les dimensions du cube de caisse, comme cela s'est produit pour les vingt wagons-tombereaux série H, les wagons plats série S et les premières séries de wagons L construits d'office à 15 tonnes, le supplément de la dépense de premier établissement, par rapport au wagon primitivement construit à 10 tonnes, est de 90 francs, se décomposant comme suit :

Supplément de prix pour les 2 essieux	50 francs.
— — — les 4 ressorts de suspension	18 —
— — — les 4 boîtes.	22 —
	90 francs.

Cette augmentation de dépense de premier établissement correspond à une augmentation pour cent, sur le prix de construction des wagons 10 tonnes, de 4.50 à 5 p. c.

Les wagons L de 15 tonnes de 7 mètres sont revenus à un prix moins élevé que les wagons L de même tonnage de 5.500 mètres construits antérieurement ; cela tient au cours des matériaux, aux deux époques considérées. Ce fait prouve que l'augmentation du prix de revient, qui doit résulter en principe du chef de l'allongement du véhicule et du plus grand volume de la caisse, n'est en tout cas pas très considérable. Pour le cas des wagons série L de la Compagnie de l'Est, on peut estimer que la majoration résultant de l'augmentation du cube de la caisse est sensiblement du même ordre que celle due à l'accroissement du tonnage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau II.

DÉSIGNATION DES SÉRIES DE WAGONS.	Longueur du wagon entre tampons.	Époques entre lesquelles les wagons ont été construits.	Longueur du châssis.	Nombre d'essieux.	Longueur intérieure de la caisse.	Largeur intérieure de la caisse.	Surface du plancher.	Hauteur des plats-bords.	Cube utilisable.	Poids mort du véhicule.	Poids mort par tonne insérite.	Prix de construction du wagon.	Prix du wagon rapporté à la tonne insérite.	Prix du wagon rapporté au mètre cube utilisable.	Prix du wagon rapporté au mètre carré de superficie.
	Mètres.		Mètres.		Mètres.	Mètres.	Mètres carrés.	Mètres.	Mètres cubes.	Kilog.	Kilog.		Fr. C.	Fr.	Fr.
L de 10 tonnes.	6.600	1888 à 1893	5.500	2	5.440	2.540	13.8176	0.900	12.436	6.300	630	En 1891. . 2,940	294.00	235	...
L' de 15 — .	6.600	1891 à 1894	5.500	2	5.440	2.540	13.8176	0.900	12.436	6.300	630	En 1891. . 3,130	208.00	251	...
L' de 15 — . avec dimensions de caisses agrandies.	8.100	Depuis 1895	7.000	2	6.940	2.540	17.6276	1.100	19.400	7.450	496	En 1896. . 3,000	200.00	155	...
H de 10 tonnes.	6.500	1879 à 1893	5.500	2	5.440	2.540	13.8176	1.600	22.108	6,600	660	En 1893. . 3,135	313.50	142	...
H de 20 — .	6.600	Construits en 1885. Modifiés en 1895.	5.500	2	5.440	2.540	13.8176	1.600 et 1.750 aux bouts	25.500	7,460	373	En 1893. . 3,455	172.00	135	...
S de 10 — .	8.000	1877 à 1893	7.000	2	7.000	2.680	18.760	0.250	...	6,280	628	En 1893. . 2,720	272.00	...	145
S' de 15 — .	8.100	1891 à 1898	7.000	2	7.000	2.680	18.760	0.250	...	6,600	440	En 1897. . 2,770	165.00	...	148

Tableau III.

DÉSIGNATION DES WAGONS.	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	Totaux.	*Observations.*
Wagons-tombereaux L^s de 5^m500 . .	70	90	25	55	20	...	...	...	260	En plus des chiffres indiqués ci-dessus, il y avait en commande, au 1er janvier 1899, 1,023 wagons de 15 tonnes se décomposant comme suit : 113 L^s, 375 L' de 7^m000 et 535 wagons S' de 7^m000. Sur cette quantité, 340 wagons étaient livrés au 1er octobre 1899 (26 L^s et 310 S').
— L^s de 7^m000 . .	...	...	...	...	...	60	50	...	110	
— L' de 5^m500 . .	70	30	...	175	...	...	...	...	275	
— L' de 7^m000 . .	...	...	...	...	140	140	75	...	355	
Wagons plats S' de 7^m000	312	372	287	150	150	...	310	575	2 156	
Total. . .	...	...	...	...	...	...	...	...	3,156	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

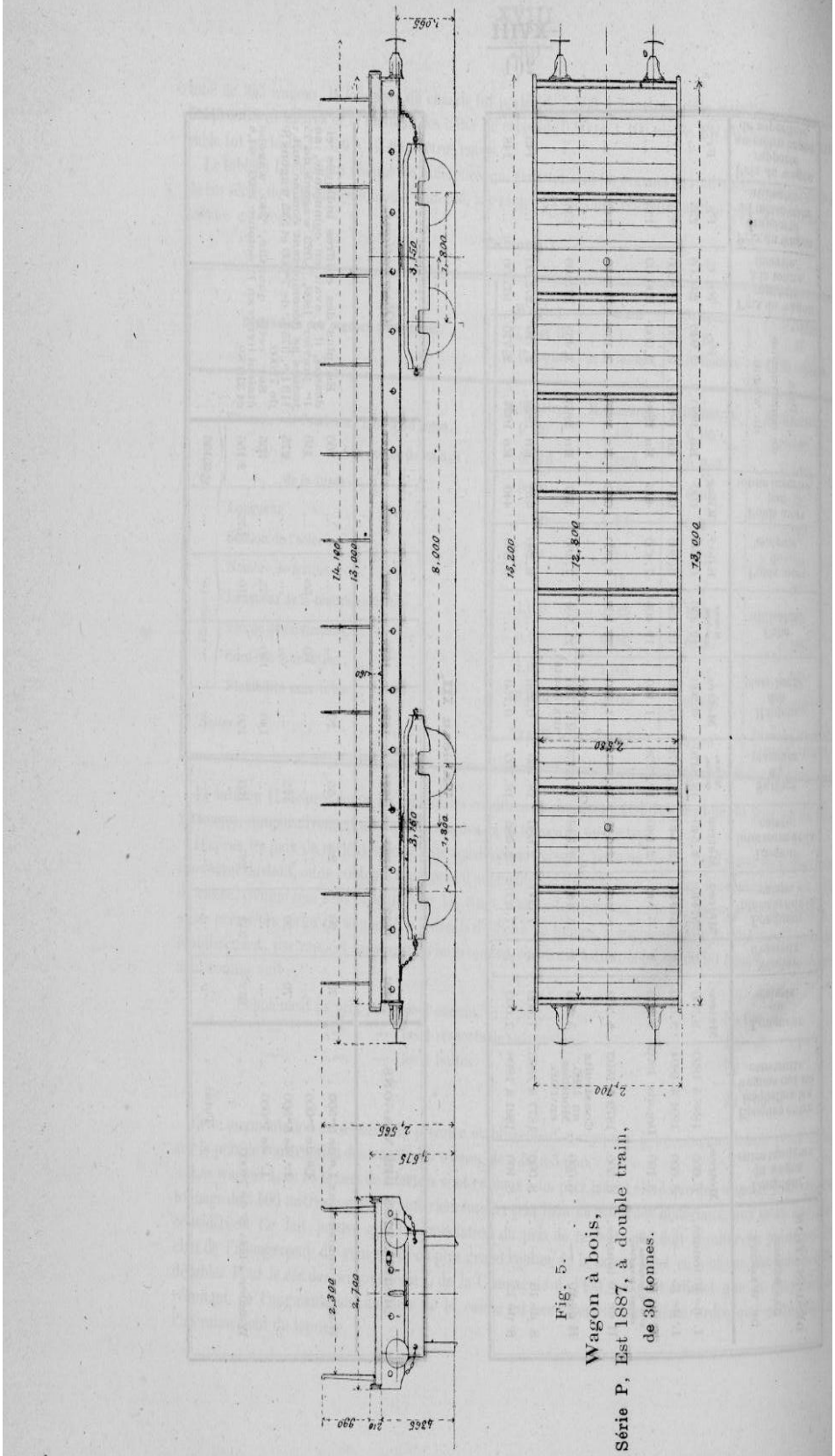


Fig. 5.

Wagon à bois,

Série P, Est 1887, à double train, de 30 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi qu'il est dit plus haut, tous les wagons-tombereaux série L ou à plate-forme, série S, construits depuis 1891, ont eu leur tonnage porté d'office à 15 tonnes.

Le tableau III ci-avant indique, au 1er janvier de chaque année depuis cette époque, les effectifs des véhicules de ces séries construits sur le type de 15 tonnes.

Les effectifs totaux des wagons-tombereaux à houille et des wagons plats de 10 et 15 tonnes de la Compagnie de l'Est étaient respectivement au 1er janvier 1899 de :

10,219 wagons à houille
et 7,145 wagons plats,

il s'ensuit que les quantités totales ci-dessus indiquées de wagons de 15 tonnes représentent des proportions pour cent, par rapport à ces effectifs totaux de :

10 p. c., pour les wagons-tombereaux ;
30 — pour les wagons plats.

Ces proportions s'élèveront progressivement assez vite du fait des constructions neuves prévues.

Wagons à plates-formes, série P, de 30 tonnes et à 3 essieux bogies.

Pour terminer, nous dirons quelques mots sur les wagons à plates-formes, série P, de 30 tonnes et à bogies (*voir* dessin schématique ci-contre), étudié, dès 1884, par la Compagnie de l'Est en vue des transports de longues pièces de charpentes métalliques.

Ces wagons sont montés sur deux bogies de deux essieux dont l'écartement d'axe en axe des pivots est de 8 mètres. Leur châssis, d'une longueur de 13 mètres, est entièrement métallique ; ils sont, comme les wagons S et SS, pourvus de plats-bords dont la hauteur est toutefois un peu moins développée (160 millimètres de hauteur seulement).

Sur les côtés de caisse sont fixés des ranchers mobiles en fer, au nombre de 11 par côté, destinés à maintenir les chargements.

Enfin, l'écartement des roues excédant de beaucoup la dimension des plaques tournantes, on a donné aux bogies une disposition spéciale qui permet cependant le passage du véhicule d'une voie sur l'autre en se servant néanmoins de ces plaques.

Ce type de véhicule n'est représenté seulement que par un effectif de huit wagons, mais la Compagnie de l'Est a actuellement en construction vingt-deux autres véhicules de ce type.

Les principales conditions techniques d'établissement de ces wagons sont les suivantes :

Longueur du wagon entre tampons, en mètres	14.100
Longueur du châssis, en mètres	13.000
Nombre d'essieux	4
Écartement d'axe en axe des pivots des bogies, en mètres	8.000
Longueur intérieure de la plate-forme, en mètres	12.800
Largeur — — —	2.580
Surface du plancher, en mètres carrés	33.020
Hauteur des plats-bords, en mètre	0.160
Poids mort du véhicule, en kilogrammes	16,060
— par tonne inscrite, en kilogrammes	535
— par mètre carré de surface du plancher, en kilogrammes	487
Prix de construction du wagon, en francs	7,720
— du wagon rapporté à la tonne inscrite, en francs	257
— — — à 1 mètre carré de surface de plancher, en francs	233

Les éléments de comparaison d'un wagon de la série P de 30 tonnes avec 3 wagons SS de 10 tonnes ou de 2 wagons SS de 15 tonnes, qui offrent ensemble respectivement la même capacité de tonnage, sont indiqués au tableau IV.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

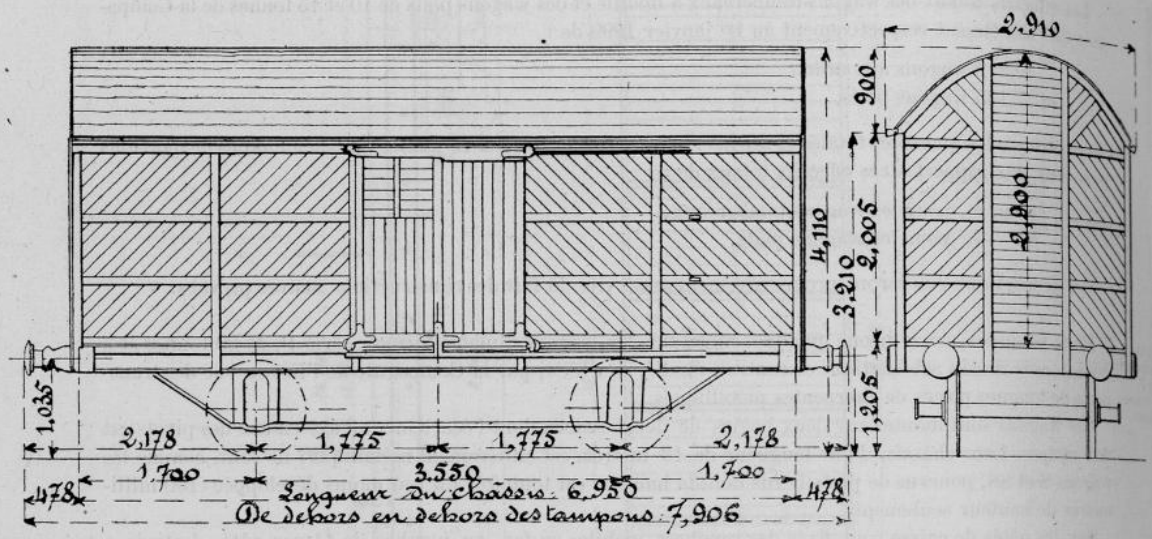


Fig. 6. — Élévation.

Fig. 7. — Vue de bout.

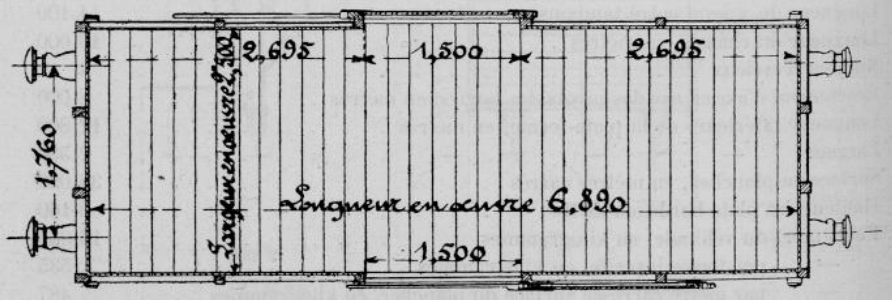


Fig. 8. — Coupe horizontale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

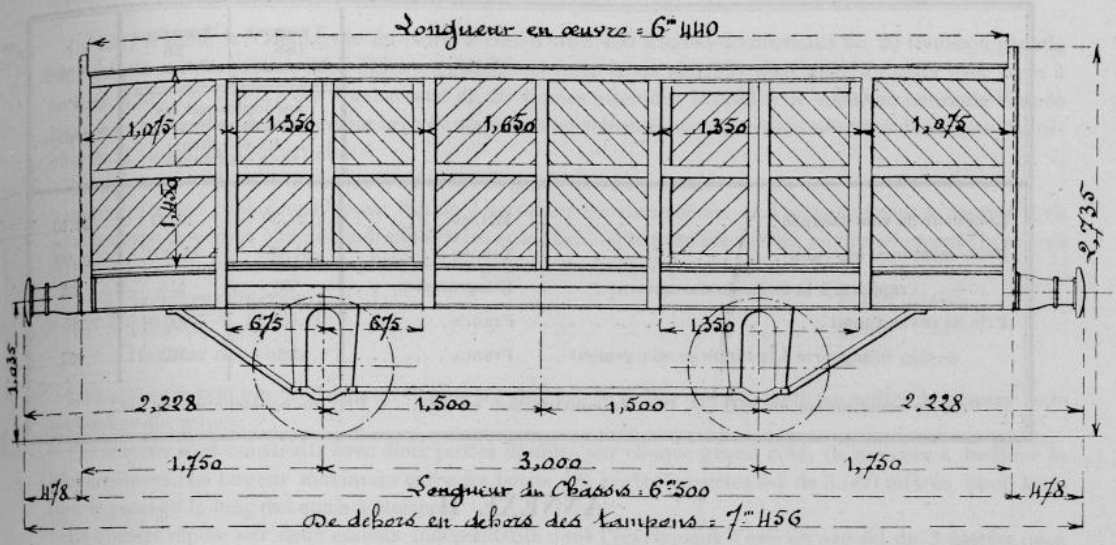


Fig. 9. — Élévation.

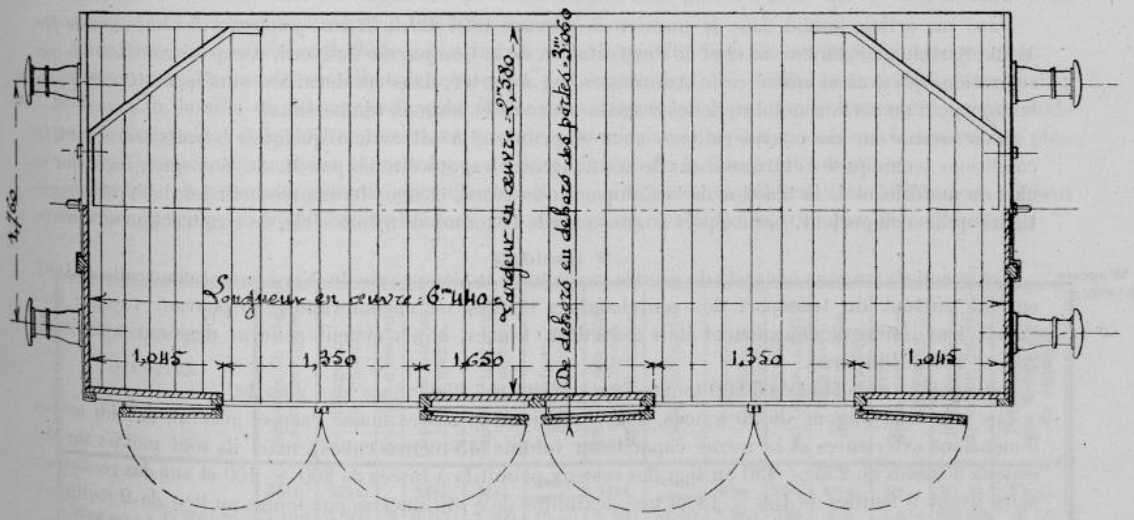


Fig. 10. — Demi-plan et demi-coupe horizontale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau IV.

		3 wagons SS 10 tonnes	2 wagons SS 15 tonnes	1 wagon P 30 tonnes.
		accouplés par les attelages ordinaires, c'est-à-dire sans les flèches.		
Longueur de voie occupée	Mètres	24.30	16.20	14.10
Poids mort total sur rails	Tonnes	21.960	15.400	16.060
— rapporté à la tonne de chargement	Kilogrammes	730	513	535
Prix de revient total	Francs	11,685 (1)	7,600 (2)	7,720 (3)
— rapporté à la tonne de chargement	Francs	389	253	257

(1) Prix de construction en 1890. (2) Prix de construction en 1893. (3) Prix de construction en 1887.

ANNEXE II.

—

Note sur les wagons de vingt tonnes de la Compagnie des chemins de fer du Nord.

Dans un article publié dans le numéro de février 1897 de la *Revue générale des chemins de fer*, M. A. Sartiaux, ingénieur en chef de l'exploitation de la Compagnie du Nord, a exposé en détail les considérations qui avaient amené cette Administration à porter, dans ces dernières années, de 10 à 20 tonnes le tonnage d'un certain nombre de ses wagons couverts et wagons-tombereaux.

Sans revenir sur ces considérations, nous empruntons à cet article quelques extraits concernant les conditions techniques d'établissement de ces nouveaux wagons étudiés par M. du Bousquet, ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie du Nord, et nous ferons ressortir les différences essentielles qu'ils comportent, par rapport aux wagons de 10 tonnes de même série, de construction antérieure.

I. — Wagons couverts.

Les premiers wagons couverts de grande capacité de la Compagnie du Nord furent construits en 1887, en vue surtout du transport des marchandises légères ou encombrantes ne pouvant voyager qu'à l'abri; leur limite de chargement était alors de 10 tonnes, et ils étaient pourvus d'essieux à fusées de 200 × 100 millimètres.

Leur poids à vide était de 6.800 tonnes sans guérite et 7.250 tonnes avec guérite.

Les nouveaux wagons de 20 tonnes, dont la figure 6 ci-contre donne l'aspect général, ont les mêmes dimensions extérieures et la même capacité en volume (45 mètres cubes), mais ils sont montés sur des essieux à fusées de 255 × 130 au lieu des essieux primitifs à fusées de 200 × 100 et sur des ressorts en acier ayant 9 feuilles de 100 × 13 et une flexibilité de 8 millimètres par tonne, au lieu de 9 feuilles en acier de 75 × 12 et une flexibilité de 13 millimètres par tonne.

La caisse a pour longueur intérieure 6.890 mètres et pour hauteur 2.500 mètres; les deux grands côtés ont 2.020 mètres de hauteur et sont surmontés d'un pavillon en plein cintre ayant 880 millimètres de flèche, ce qui donne pour hauteur totale dans l'axe de la caisse, 2.900 mètres (ainsi que le montrent les figures 7 et 8 ci-contre).

Le poids sur rails de ces nouveaux wagons à vide est de 8 tonnes. Ils ne comportent pas de guérite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Compagnie du Nord possédait, au 1er octobre 1899, un effectif de 1,151 de ces wagons qui ont été construits dans la période comprise entre 1888 et 1889 (1).

Wagons-tombereaux.

De 1897 à 1899, la Compagnie du Nord a construit 2,400 wagons-tombereaux de 20 tonnes à grande capacité (24 mètres cubes), dont 517 avec guérite et frein à vis et 1,883 sans guérite, mais avec frein à levier à main. Le nombre des tombereaux de 20 tonnes atteindra le chiffre de 4,000 au cours de l'année 1900. Ces véhicules constituent un type de wagons à marchandises entièrement nouveau dont cette Administration se déclare très satisfaite.

Les figures 9 et 10 ci-avant montrent leurs dispositions d'ensemble.

Après diverses études ayant pour but de déterminer les dimensions et l'aménagement à donner à ce nouveau type de wagon afin de rendre le service aussi facile que possible sur les embranchements houillers et dans les gares, on a adopté les dimensions principales suivantes :

Longueur intérieure	6.440 mètres.
Largeur —	2.580 —
Hauteur des bords	1.450 mètre.

La hauteur maximum des bouts au-dessus du rail est de 2.735 mètres, pour permettre le passage sous le clichage des mines.

Ces wagons sont construits avec deux portes doubles sur chaque grand côté, de manière à faciliter le déchargement. La largeur maximum entre les bords des portes ouvertes est de 3.060 mètres, pour faciliter le passage le long des quais à charbon.

Le châssis repose sur deux essieux indépendants dont l'écartement d'axe en axe est de 3 mètres ; ces wagons peuvent, par suite, tourner sur les plaques de 3.80 mètres de diamètre, encore assez nombreuses sur le réseau du Nord et les raccordements industriels qui s'y rattachent.

Les essieux, roues, boîtes à huile, etc., sont de mêmes dimensions que les pièces similaires du wagon couvert de 20 tonnes, dont il est parlé ci-dessus.

Le poids à vide sur rails du wagon est de 7.600 tonnes sans guérite, alors que le wagon-tombereau similaire de 10 tonnes pèse environ 5,000 kilogrammes.

Pour le wagon-tombereau de 20 tonnes à frein à vis et à guérite, le poids est de 8,180 kilogrammes.

Comme nous l'avons dit au début de cette note, ces wagons ont été établis pour pouvoir transporter 20 tonnes de houille ou 10 tonnes de coke. Robuste, relativement léger, facile à manœuvrer, commode pour le chargement et le déchargement, ce type de véhicule paraît répondre aussi parfaitement que possible aux besoins commerciaux et techniques de l'exploitation de la Compagnie du Nord.

Le tableau ci-après fait ressortir pour chacune de ces catégories de véhicules, les différences existant entre leurs principales conditions techniques, par rapport aux véhicules de 10 tonnes de même série :

Tableau V.

DÉSIGNATION DES TYPES DE WAGONS.	Longueur du wagon entre tampons.	Longueur du châssis.	Nombre d'essieux.	Longueur intérieure de la caisse.	Largeur intérieure de la caisse.	Surface du plancher.	Hauteur des plats-bords ou des côtés de caisse.	Cube utilisable.	Poids mort du véhicule.	Poids mort par tonne inscrite.	Poids mort par mètre cube de capacité.	Prix de construction du wagon.	Prix du wagon par tonne inscrite.	Prix du wagon par mètre cube de capacité.
	Mèt.	Mèt.		Mèt.	Mèt.	Mètres carrés.	Mèt.	Mètres cubes.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Fr.	Fr. C.	Fr. C.
Wagons couverts. 10 tonnes.	7.016	6.100	2	6.000	2.500	15.00	2.200	33.00	7,250	725	219	3.028	302.80	91.75
Wagons couverts. 20 — .	7.906	6.950	2	6.890	2.500	17.22	2.900	45.00	8,070	408	179	3.120	156.00	69.33
Wagons-tombereaux. 10 — .	5.400	4.500	2	4.440	2.250	10.00	1.200	12.00	5,050	505	420	2.375	237.50	197.90
Wagons-tombereaux. 20 — .	7.450	6.500	2	6.440	2.580	16.61	1.450	24.08	7,600	380	315	3.165	158.25	131.43

(1) Cette compagnie poursuit l'augmentation du nombre des wagons de ce type ; elle pourra mettre en service, dans le cours de l'année 1900, après la livraison des commandes en voie d'exécution : 2,161 wagons couverts de 20 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE III.

Questionnaire détaillé relatif à la question XVIII.

A. — Transport des marchandises en P. V.

I. — *Conditions d'établissement du matériel.*

1. Prière de remplir les tableaux ci-annexés, A, B, C, dont les indications relatives aux conditions techniques d'établissement des wagons à marchandises ont pour but de donner une monographie succincte des principaux types en usage.

2. Remplir également le tableau D qui donne la classification de l'ensemble du matériel spécialement au point de vue du tonnage. Établir cette situation d'année en année, en remontant le plus loin possible ou tout au moins de cinq ans en cinq ans et, si possible, à des intervalles plus rapprochés dans les dix dernières années.

3. Établir, s'il y a lieu, des tableaux A', B', C', D' pour les wagons appartenant à des particuliers, mais admis à circuler sur le réseau.

4. Faire ressortir, pour chacune des principales catégories spécifiées par les tableaux A, B, C, les motifs qui ont déterminé les époques à partir desquelles on a cessé de construire des véhicules d'un modèle déterminé pour passer à un véhicule de même catégorie, mais d'une capacité de transport supérieure. Plus-value de la dépense de premier établissement pour passer d'un type au suivant de capacité plus forte.

5. A-t-on augmenté, par voie de transformation, la capacité de transport de certaines séries de véhicules existants? Par quels moyens? Quels organes ont été renforcés, remplacés ou ajoutés? Prix de revient de la transformation. Rapport de cette dépense au prix unitaire du véhicule neuf, défalcation faite des frais d'entretien normalement effectués au moment de la transformation, mais indépendants de cette transformation.

II. — *Conséquences de l'emploi du matériel de grande capacité sur l' « entretien du matériel ».*

6. Indiquer la dépense supplémentaire annuelle d'entretien des wagons de capacité de transport supérieure par rapport aux wagons de même catégorie de capacité moindre.

7. Indiquer les modifications que l'augmentation de capacité de transport a pu motiver pour certaines installations d'ateliers : voies d'accès, plaques, chariots, fosses de visite, bascules de tarage, engins de levage, etc.

8. Les nombres des chauffages de boites, de ruptures d'attelages et autres incidents divers ont-ils augmenté du fait de l'emploi des wagons à grande capacité?

9. Les wagons à grande capacité sont-ils susceptibles de recevoir leur pleine charge dès le premier voyage effectué après une opération de levage ou de revision des organes de roulement? Ou réduit-on au contraire le tonnage pour les premiers voyages effectués sous charge?

10. Les conditions de freinage ont-elles été modifiées pour les wagons de fort tonnage munis soit du frein à vis soit du frein à levier à un ou plusieurs sabots?

Quelle est la proportion usuelle de l'effort d'application des sabots par rapport au poids sur rails à vide et sous charge?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

11. A-t-on éprouvé, depuis l'emploi des wagons de grande capacité, des difficultés particulières de réparation sur place et de remise en état de circulation des wagons réformés sous charge sur les voies de l'exploitation?

III. — *Conséquences de l'emploi du matériel de grande capacité au point de vue du « service de la traction ».*

12. Donner des renseignements sur les expériences ou constatations qui ont pu être faites en vue de comparer, à l'égalité de charge utile, la résistance au roulement, soit de deux wagons de même catégorie, l'un de grande capacité et l'autre de capacité moindre, soit de coupures de trains ou de trains entiers respectivement formés de ces véhicules?

13. Le décompte de la charge des trains a-t-il été modifié depuis l'utilisation du matériel de grande capacité en raison de l'augmentation, à la fois, de la tare moyenne des véhicules et de leur tonnage? Rappeler à ce propos les principales règles en usage relatives à la fixation de l' « unité de charge ».

IV. — *Étude de l'emploi des wagons de grande capacité au point de vue du « service de la voie ».*

14. Quel est le poids sur rails par essieu atteint pour les catégories de wagons propres aux transports spéciaux ou de types exceptionnels qui présentent le plus fort tonnage, y compris le maximum de surcharge admissible?

Le comparer au poids limité sur rails par essieu pour les locomotives et les tenders. Quel est le rapport de ces poids limités?

15. Les progrès réalisés par l'industrie métallurgique, pour le laminage des rails de grande longueur, ont-ils amené à créer des types de wagons particuliers pour le transport des rails? Avantages réalisés par le service de la voie du fait de l'emploi de ces wagons.

V. — *Étude de l'emploi des wagons de grande capacité au point de vue du « service de l'exploitation ».*

16. L'emploi de véhicules à grande capacité a-t-il donné lieu à une meilleure utilisation des installations des gares et a-t-il permis de surseoir à des agrandissements qui auraient été nécessaires avec le matériel de capacité ordinaire?

Indiquer l'importance des économies que l'emploi de ces véhicules a pu permettre de réaliser dans les manœuvres de gare et de triage.

17. Quels sont les avantages pour le public au point de vue de la manutention en gare ou au point de vue des établissements raccordés?

18. Par quel moyen a-t-on remédié aux inconvénients auxquels a pu donner lieu l'augmentation de la capacité de transport :

1° Au point de vue des manœuvres de gare;

2° Au point de vue du passage dans des courbes de très faible rayon ou sur certains travaux d'art et de la facilité d'accès de diverses installations d'usines ou minières;

3° Au point de vue du pesage sur les bascules existantes;

4° Au point de vue de l'arrimage du chargement dans les wagons couverts de grande hauteur et sur les wagons plats à grande superficie pour les matières légères (paille, foin, charbon de bois, etc.)?

19. L'augmentation de tonnage a-t-elle permis de maintenir la même proportionnalité entre la surcharge tolérée et le tonnage nominal du wagon?

20. L'emploi de wagons de grande capacité a-t-il permis de diminuer ou d'augmenter dans de moindres proportions le parc du matériel dans certaines catégories?

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A-t-il rendu des services dans des cas d'insuffisance momentanée de matériel en différents points du réseau, pour certaines natures de trafic?

21. La création du matériel à grande capacité a-t-elle permis d'organiser ou d'améliorer des services directs pour desservir des courants déterminés de transports?

Citer des cas de l'espèce en faisant ressortir les avantages économiques réalisés par l'emploi de matériel de plus grande capacité.

22. Quelle est la vitesse moyenne commerciale et de pleine marche des trains de marchandises directs, omnibus ou locaux?

Quelle est la proportion du nombre des expéditions et du tonnage correspondant entre les transports par expéditions partielles et ceux par wagons complets?

23. Quelle est, par rapport à l'ensemble, la proportion du tonnage kilométrique et du tonnage présenté à l'expédition des marchandises pondéreuses?

24. Quelle est, sur l'ensemble des kilomètres-transports de marchandises, la proportion des trains (qu'on peut dénommer de service direct) organisés pour desservir des courants de transports spéciaux?

Peut-on indiquer la proportion du tonnage transporté par ces trains par rapport à l'ensemble du trafic marchandises?

25. L'emploi de wagons de grande capacité a-t-il influé sur la charge moyenne de l'ensemble des trains de marchandises (évaluée en nombre de wagons, tonnes de poids mort et de poids utile)?

Pourrait-on donner le même renseignement en ne considérant exclusivement que les ou certains trains de service direct organisés pour desservir des courants de transport bien déterminés?

26. Prière de remplir, pour la période des cinq dernières années au moins, le tableau E annexé au présent questionnaire.

En outre des renseignements numériques portés à ce tableau, prière de donner toutes les indications de nature à faire ressortir l'utilisation des wagons ou tout au moins de certaines catégories de wagons.

27. Les règles en usage pour le transport des colis de détail font-elles désirer un accroissement du tonnage ou de la capacité des véhicules? pour quelles catégories de wagons? et pour quelle nature de marchandises?

A partir de quel poids un wagon de colis de détail est-il considéré comme *complet*? Le minimum est-il distinct suivant le sens des courants des wagons chargés et des wagons vides?

Ces limites ont-elles varié? A quelles époques et dans quelles proportions? Résultats donnés par ces variations au point de vue de la charge moyenne par wagon de colis de détail.

VI. — *Étude des wagons de grande capacité au point de vue des « tarifs appliqués ».*

28. De quelle manière le commerce est-il intéressé à la meilleure utilisation de la capacité des véhicules?

29. Lorsque la transformation progressive du matériel a conduit à l'établissement de nouveaux tarifs pour lesquels les conditions de minimums de tonnage, longueur ou volume, ne sont plus parfaitement conciliables avec les conditions d'établissement du matériel préexistant de moindre capacité, des difficultés se sont-elles produites? et comment ont-elles été résolues?

30. Quel est annuellement, depuis quelques années, le nombre d'expéditions d'un poids supérieur à 10, à 15, à 20, à 25, à 30 tonnes et, si possible, leur nature?

31. Quels sont les maximums de tonnage et les tarifs appliqués pour les masses indivisibles?

Quels sont les dimensions maximums et les tarifs appliqués pour les chargements de longueur exceptionnelle?

L'accroissement du tonnage ou de la longueur des véhicules a-t-il ou est-il susceptible d'avoir pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conséquence des modifications dans la tarification des masses indivisibles ou des chargements de longueur exceptionnelle?

32. Quelles sont les dispositions prises dans les tarifs pour inciter les particuliers à réduire le poids mort de leurs véhicules? Nombre des expéditions effectuées sur ce matériel, suivant la nature et le tonnage (10, 15, 20, 25, 30 tonnes et plus)?

B. — Transport des marchandises en G. V.

Donner par analogie; avec les éléments indiqués dans les tableaux A, B, C, les renseignements concernant les conditions techniques d'établissement des véhicules affectés aux transports de marchandises en G. V. : fourgons à bagages, wagons à messageries, wagons pour le transport des denrées, de la marée, trucks à équipages, wagons-écuries, etc.

Quels sont, au point de vue de l'exploitation, les motifs qui ont conduit, pour chacune des catégories de véhicules considérées, à l'augmentation de la capacité? Quels sont les avantages qu'on en a retirés?

N. B. — Les rapporteurs prient instamment les administrations intéressées de vouloir bien ajouter à leurs réponses toutes les indications complémentaires qui leur paraissent devoir se rapporter à la question.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE IV.

Tableaux annexés au questionnaire détaillé.

Tableau A indiquant les conditions techniques d'établissement des wagons découverts de types courants et propres à des transports spéciaux des administrations françaises et étrangères considérées.

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. A frein.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit.	Charge utile.
							Tonnes	Mètres cubes.
			100 L[f]	...	1891	2	10	11,288
			...	615 L	1888 à 1893	2	10	12,6
		Wagons de types courants (transport des houilles, coke, pierres meulières, etc.).	...	1,329 H	1879 à 1893	2	10	12,6
			260 L[ft]	...	1891	2	15	17,220
			...	275 L	1891 à 1894	2	15	17,2
			110 L[ft]	...	1895	2	15	17,220
Est	4,833		...	385 L	1895 à 1898	2	15	17,2
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport des houilles pour le service intérieur des dépôts)	...	20 H	Type 1885 transformé en 1895	2	20	23,2
			...	120	1853 à 1872	2	6	12,6
			...	1,249	1867 à 1877	2	10	11,6
			2,373	...	1853 à 1885	2	10	12,6
			717	...	1879 à 1896	2	10	12,6
		Wagons de types courants	905	...	1848 à 1889	2	10	12,6
			...	3,963	1848 à 1889	2	10	12,6
			...	18,725	1852 à 1899	2	10	12,6
			...	2,125	1854 à 1882	2	10	25,2
Nord	3,736		217	...	1897 à 1899	2	20	24,8
			...	1,103	1897 à 1899	2	20	24,8
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de laines et cotons)	150	...	1891 à 1892	2	15	17,7
			...	450	1891 à 1892	2	15	17,7

ANNEXE IV.

POIDS TOTAL A VIDE SUR RAILS. Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons à frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CUBE UTILISABLE. Wagons à frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CUBE UTILISABLE. Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre cube de capacité utile.	*Observations.*
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Fr. C.	Fr. C.	
...	739	...	628	. .	3,490	349.00	279.00	
6,300	...	630	...	522	2,940	294.00	235.00	
6,600	...	660	...	298	3,135	313.00	142.00	
...	488	...	623	...	3,630	242.00	310.00	Accroissement progressif du tonnage et de la capacité.
6,600	...	440	...	530	3,130	208.00	251.00	
...	533	...	432	...	3,595	240.00	194.00	
7,450	...	496	...	389	3,000	200.00	155.00	
7,460	...	373	...	317	3,455	172.00	135.00	
5,920	...	987	...	493	3,521	586.83	293.41	
5,200	...	520	...	472	2,680	268.00	230.00	
...	592	...	493	...	2,870	287.00	239.00	
...	600	...	500	...	2,816	281.60	234.60	
...	600	...	500	...	3,060	306.00	255.00	Augmentation très sensible du tonnage et de la capacité depuis 1897.
5,200	...	520	...	433	2,393	239.30	199.40	
5,050	...	505	...	420	2,375	237.50	272.90	
5,100	...	510	...	255	2,618	261.80	129.50	
...	409	...	340	...	2,532	176.60	146.67	
7,600	...	380	...	315	3,165	158.25	131.45	
...	530	...	465	...	4,410	294.00	258.35	
7,100	...	473	...	417	3,528	235.20	199.10	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1885. A frein.	Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit. Tonnes.	Kil.	Contenance utile. Mètres cubes.
			...	133 L	1865	2	6		6.50
			447 Lf	...	1858	2	10		10.00
Ouest	5,635	Wagons de types courants.	...	2,929 L	1858	2	10		10.00
			464 Lf	...	1876	2	10		20.00
			...	474 L	1876	2	10		20.00
			...	228 S	1860	2	10		7.20
			...	384 S	1862	2	10		8.00
			4,706 Sf	...	1867 à 1873	2	10		12.20
Paris-Lyon-Méditerranée.	9,005	Wagons de types courants.	...	6,868 S	1863 à 1873	2	10		12.20
			8,504 Sf	...	1877 à 1885	2	10		12.50
			...	5,040 S	1880 à 1885	2	10		12.50
			1,871 Sf	...	1886 à 1889	2	10		12.50
			...	1,842 S	1886 à 1889	2	10		12.50
			...	14 i	1869	2	8		14.30
			1,409 if	...	1860 à 1884	2	10		11.20
Paris-Orléans	6,798	Wagons de types courants (transport des houilles et minerais). . . .	...	3,445 i	1859 à 1884	2	10		11.50
			275 if	...	1891 à 1892	2	10		14.30
			...	425 i	1891 à 1892	2	10		14.30
			8 F	...	1884	2	5		6.50
			10 Sf	...	1875	2	6		6.60
			...	131 U	1854 à 1855	2	10		15.50
Midi	3,423	Wagons de types courants.	1,414 Ufx	...	1871 à 1877	2	10		11.60
			...	1,181 Ux	1863 à 1877	2	10		11.60
			300 Ufs	...	1882 à 1888	2	10		11.50
			...	900 U	1881 à 1892	2	10		11.45
État français	2,813	Wagons de types courants.	638 Hfx	...	1880 à 1884	2	10		11.45
			...	1,480 Hx	1880 à 1884	2	10		11.45

Tableau A. (*Suite.*)

POIDS TOTAL A VIDE SUR RAILS. Wagons à frein.	Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons à frein.	Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CUBE UTILISABLE. Wagons à frein.	Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre cube de capacité utile.	*Observations.*
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
...	3,900	...	650	...	562	3,450	575	496	
...	...	590	...	552	...	3,600	360	337	Maintien du tonnage à 10 tonnes avec tendance marquée à l'augmentation progressive de la capacité.
...	5,000	...	500	...	468	3,300	330	308	
...	...	646	...	309	...	3,700	370	177	
...	5,600	...	560	...	266	3,450	315	151	
...	4,510	...	451	...	601	...	...	...	
...	4,590	...	459	...	522	...	...	...	
...	...	557	...	453	...	...	...	...	
...	5,500	...	550	...	447	...	...	...	Maintien du tonnage à 10 tonnes avec augmentation de la capacité pour les véhicules construits depuis 1863.
...	...	592	...	485	...	...	...	...	
...	5,900	...	590	...	483	...	...	...	
...	...	592	...	493	...	...	...	...	
...	5,900	...	590	...	489	...	...	...	
...	4,900	...	612	...	342	2,808	351	196	
...	...	541	...	542	...	3,685	368	328	Maintien du tonnage à 10 tonnes sans augmentation sensible de la capacité.
...	4,750	...	475	...	419	2,808	281	250	
...	...	601	...	522	...	3,265	326	282	
...	5,415	...	527	...	458	2,864	286	248	
...	...	1,200	...	727	...	3,888	777	565	
...	...	767	...	688	...	3,110	465	452	
...	5,350	...	535	...	343	4,726	472	303	
...	...	555	...	503	...	3,084	308	279	Maintien du tonnage à 10 tonnes.
...	5,000	...	500	...	452	2,527	252	229	
...	...	605	...	546	...	3,555	355	321	
...	5,500	...	550	...	497	3,230	323	292	
...	...	650	...	565	...	4,042	404	352	Maintien du tonnage à 10 tonnes.
...	6,000	...	600	...	522	3,230	322	281	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. A frein.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit.	Cube utilisable.
							Tonnes	Mèt. cubes
État belge	3,250	Wagons de types courants (transport des houilles).	...	2,971	1868 à 1871	2	10	9.6
			1,090	...	1877 à 1879	2	10	12.5
			...	2,046	1882 à 1895	2	10	12.6
			...	3,778	1880 à 1882	2	12	12.5
			2,832	...	1880 à 1882	2	12	13.2
			...	561	1895	2	15	17.6
			...	1,942	1896 à 1898	2	15	19.5
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport du coke).	535	...	1885 à 1889	2	12	22.4
			...	344	1894 à 1896	2	15	22.7
Chemins de fer méridionaux de l'Italie. (Réseau de l'Adriatique)	5,513	Wagons de types courants.	...	165	1862 à 1867	2	8	7.0
			605	...	1862 à 1882	2	10	14.0
			...	465	1862 à 1882	2	10	14.0
			1,310	...	1881 à 1897	2	12	17.0
			...	1,300	1881 à 1897	2	12	17.0
Réseau de la Méditerranée (Italie)	5,225	Wagons de types courants.	...	92	1856 à 1857	2	8	9.2
			...	68	1853 à 1863	2	8	13.3
			222	...	1866 à 1869	2	10	13.6
			1,045	...	1870 à 1871	2	10	14.5
			...	271	1870 à 1871	2	10	14.5
			1,240	...	1881 à 1888	2	12	17.6
			...	1,083	1881 à 1888	2	12	17.6
			463	...	1894 à 1898	2	16	20.0
			...	773	1894 à 1898	2	17	20.0
			100	...	1897 à 1898	4 à bogies.	30	28.6
Koursk-Kharkov-Sébastopol (État russe)	815	Wagons de types courants.	...	308	1869 à 1878	2	10	14.6

Tableau A. (*Suite.*)

Poids total à vide sur rails. Wagons à frein.	Poids total à vide sur rails. Wagons sans frein.	Poids mort par tonne inscrite. Wagons à frein.	Poids mort par tonne inscrite. Wagons sans frein.	Poids mort par mètre cube utilisable. Wagons à frein.	Poids mort par mètre cube utilisable. Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre cube de capacité utile.	*Observations.*
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
...	5,200	...	520	...	550	2,500	250	264	
...	...	630	...	485	....	2,100	210	162	
...	5,900	...	590	...	468	2,170	217	172	
...	6,700	...	558	...	517	2,400	200	185	
...	...	592	...	533	...	2,840	237	213	Accroissement très marqué du tonnage et de la capacité.
...	7,277	...	485	...	411	1,730	115	98	
...	8,250	...	550	...	423	2,650	177	136	
...	...	733	...	393	...	3,200	267	142	
...	7,200	...	480	...	316	2,100	140	92	
...	4,600	...	575	...	657	2,400	300	343	
...	...	640	...	457	...	3,200	320	229	
...	5,800	...	580	...	414	3,000	300	214	Accroissement progressif du tonnage et de la capacité.
...	...	600	...	360	...	4,200	350	210	
...	6,600	...	550	...	330	3,800	317	190	
...	4,150	...	519	...	451	...	...	...	
...	4,320	...	540	...	325	...	...	...	
...	...	540	...	397	...	...	...	...	
...	...	585	...	403	...	...	...	...	
...	5,500	...	550	...	372	...	...	...	Accroissement très marqué du tonnage et de la capacité.
...	...	617	...	420	...	...	...	...	
...	6,900	...	575	...	392	...	...	...	
...	...	556	...	445	...	...	...	...	
...	7,650	...	450	...	382	...	...	...	
...	...	363	...	381	...	...	...	...	
...	5,200	...	520	...	350	4,120	412	281	Maintien du tonnage à 10 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898.		Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit.	Cube utilisable.
			A frein.	Sans frein.			Tonnes.	Mètres cubes.
Kharkov-Nicolaïev (*État russe*)	1,099	Wagons de types courants.	8	...	1878	2	10	10.3
			...	25	1878	2	10	10.3
			38	...	1893	2	13.10	14.8
			...	155	1893	2	13.10	14.8
Nicolas (*État russe*)	645	Wagons de types courants.	160	...	1871	4 à bogies.	10	8.8
			200	...	1876	2	8.2	4.3
Vladicaucase	1.298	Wagons de types courants.	68	...	1874	2	10.8	9.8
			66	...	1888	2	5	12.7
		Wagons de types courants.	...	68	1888 à 1891	2	10	17.5
			60	...	1898	2	12	19.8
État bulgare	530		100	...	1896	2	15	19.2
		Wagons propres à des transports spéciaux	...	33 (1)	1888 à 1891	2	10	27.9
			...	20 (2)	1895	2	15	20.8
			...	88 U	1875	2	8	11.3
			64 Uf	...	1862 à 1864	2	10	12.5
			...	498	1861 à 1887	2	10	15.2
			128	...	1881	2	12	15.8
		Wagons de types courants (transport des houilles).	127	...	1881 à 1884	2	12	15.3
			...	185	1881 à 1884	2	12	15.2
			124	...	1890 à 1891	2	14	15.6
Chemins de fer du Nord de l'Espagne	2,949		...	373	1890 à 1891	2	14	14.3
			30	...	1880	2	15	19.4
			...	239	1880	2	15	6.7
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport du minerai).	50	...	1863	2	8	4.5
			55	...	1873 à 1875	2	10	4.5

Tableau A. (*Suite.*)

POIDS TOTAL A VIDE SUR RAILS.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE.		POIDS MORT PAR MÈTRE CUBE UTILISABLE.		Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre cube de capacité utile.	*Observations.*
Wagons à frein.	Wagons sans frein.	Wagons à frein.	Wagons sans frein.	Wagons à frein.	Wagons sans frein.			
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
4,090	...	409	...	403			265	260	
...	442	...	435	..	Prix moyen : 2,644		265	260	Accroissement progressif du tonnage et de la capacité.
...	404	...	375	...			203	187	
5,000	...	381	...	354			203	187	
...	679	...	790	..	...	...	...	...	Diminution du tonnage et de la capacité.
...	470	...	842	...	1,494	182	327		
...	378	...	455	...	...	...	...		
...	1,000	...	273	...	3,297	659	180		
6,180	...	618	...	346	3,957	395	225		Augmentation progressive du tonnage.
...	547	...	431	..	3,150	210	165		
...	530	...	424	...	3,520	234	179		
6,450	...	645	...	232	4,090	409	150		(1) Transport des bestiaux.
7,350	...	490	...	367	2,860	190	143		(2) Transport des bois.
5,100	...	625	...	434	...	...	...		
...	510	...	334	...	...	...	...		
5,340	...	534	...	351	...	...	...		
...	558	...	515	...	...	...	...		
...	541	...	419	...	...	...	...		Accroissement progressif du tonnage sans augmentation de la capacité.
5,800	...	483	...	372	...	..	...		
...	515	...	466	...	...	...	...		
6,200	...	443	...	400	...	...	...		
...	444	...	443	...	...	...	...		
6,000	...	400	...	414	...	...	...		
...	531	...	633	...	...	...	...		Légère augmentation du tonnage.
...	350	...	556	...	...	...	...		

Tableau B indiquant les conditions techniques d'établissement des wagons couverts de types courants

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. A frein.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit. Tonnes	Cube utilisable. Mèt. cubes
Est	4,833	Wagons de types courants.	...	1,668 NN	1851 à 1858	2	10	22.320
			...	3,451 N	1877 à 1883	2	10	29.700
			743 Nf	...	depuis 1884	2	10	31.000
			...	1,324 N	depuis 1884	2	10	30.440
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de balles de coton)	...	99 NNN	1879	2	10.5	35.200
		Wagons de types courants.	178	...	1847 à 1879	2	6	21.120
			774 lestés	...	1847 à 1879	2	10	21.120
			1,481	...	1872 à 1887	2	10	28.900
			...	5,539	1872 à 1891	2	10	33.000
			824	...	1887 à 1894	2	10	29.210
			...	1,520	1880 à 1897	2	10	33.000
Nord	3,736		...	1,078	1888 à 1899	2	20	45.000
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de fruits et légumes)	...	50	1883	2	6	32.220
			...	15	1893	2	6	36.490
		Wagons de types courants	1,928 Kf	...	1858	2	8	32.500
			...	5,563 K	1858	2	8	32.500
			548 KXf	...	1876	2	10	32.500
Ouest	5,635		...	1,400 KX	1876	2	10	32.500
			280 Kf	...	1893	2	12	32.500
			...	1,069 K	1893	2	12	32.725
			340 Jf	...	1864	2	8	28.240
			...	3,924 J	1867 à 1876	2	8	28.050
			1,160 Jf	...	1885 à 1889	2	12	33.345
Paris-Lyon-Méditerranée	9,005	Wagons de types courants	3,770 Jf	...	1867 à 1883	2	13	28.860
			...	3,586 J	1876 à 1883	2	13	28.050
			...	1,800 J	1893	2	13	33.565

propres à des transports spéciaux des administrations françaises et étrangères considérées.

POIDS TOTAL À VIDE SUR RAILS. Wagons à frein.	POIDS TOTAL À VIDE SUR RAILS. Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons à frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CUBE UTILISABLE. Wagons à frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CUBE UTILISABLE. Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre cube de capacité utile.	*Observations.*
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
—	5,200	...	520	...	233	2,700	270	121	
—	6,430	...	643	...	217	3,365	336	113	
5,700	...	870	...	280	...	4,510	451	145	Maintien du tonnage à 10 tonnes avec augmentation de la capacité.
—	6,690	...	669	...	220	3,210	321	105	
—	6,780	...	645	...	192	3,895	371	110	
5,800	...	967	...	535	...	3,516	586	166	
5,020	...	582	...	277	...	3,428	313	148	
7,000	...	700	...	250	...	3,692	369	128	
—	7,250	...	725	...	219	3,028	303	92	Augmentation très marquée du tonnage et de la capacité.
7,250	...	725	...	250	...	3,778	378	129	
—	6,200	...	620	...	187	3,122	312	94	
—	8,070	...	403	...	179	3,120	156	69	
—	7,330	...	1,221	...	228	4,355	726	134	Augmentation de la capacité.
—	8,500	...	1,616	...	236	6,657	1,109	182	
4,640	...	830	...	204	...	3,650	456	112	
—	6,010	...	751	...	185	3,400	425	105	
7,410	...	741	...	228	...	5,750	575	115	Augmentation progressive du tonnage sans augmentation de la capacité.
—	6,575	...	657	...	202	5,100	510	157	
7,289	...	610	...	225	...	3,450	287	107	
—	6,675	...	556	...	206	3,350	279	102	
4,500	...	812	...	230	...	...	...	...	
—	6,690	...	836	...	238	...	...	...	
5,670	...	739	...	266	...	...	...	...	Augmentation progressive du tonnage et de la capacité.
8,890	...	623	...	288	...	...	...	...	
—	7,630	...	587	...	272	...	...	...	
—	8,570	...	659	...	256	...	...	...	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1896. A frein.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1896. Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit. Tonnes.	Cube utilisable. Mèt. cubes.
Paris-Orléans	6,798	Wagons de types courants	...	3,280 KX	1853 à 1869	2	8	29.72
			...	2,245 KX	1865 à 1873	2	8	31.40
			1,465 KXf	...	1877 à 1886	2	10	31.50
			...	4,172 KX	1877 à 1886	2	10	31.65
			293 DM	...	1869 à 1877	2	6	19.00
			302 Kf	...	1853 à 1857	2	10	31.50
			...	691 K	1855 à 1857	2	10	31.50
Midi	3,423	Wagons de types courants	1,584 KfX	...	1861 à 1875	2	10	26.40
			...	2,623 KX	1861 à 1873	2	10	26.40
			2,017 KfS	...	1876 à 1887	2	10	29.90
			...	2,036 KS	1876 à 1887	2	10	29.90
			250 KfR	...	1896	2	10	30.00
			....	350 KR	1896	2	10	30.00
État français	2,813	Wagons de types courants.	857 GfX	...	1880 à 1884	2	10	31.50
			...	1,990 GX	1880 à 1884	2	10	31.50
			...	202 GX	1883 à 1890	2	10	31.50
			...	250 GX	1892 à 1893	2	10	31.50
État belge	3,250	Wagons de types courants.	1,248	...	1883 à 1888	2	10	33.50
			...	2,538	1882 à 1897	2	10	41.12
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de chevaux et bestiaux).	...	1,300	1867 à 1880	2	10	30.50
			...	688	1883 à 1897	2	10	32.10

Tableau B. (*Suite.*)

Poids total à vide sur rails. Wagons sans frein.	Poids mort par tonne inscrite. Wagons à frein.	Poids mort par tonne inscrite. Wagons sans frein.	Poids mort par mètre cube utilisable. Wagons à frein.	Poids mort par mètre cube utilisable. Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre cube de capacité utile.	*Observations.*
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
5,115	...	639	...	171	3,954	498	132	
5,690	...	711	...	180	3,236	404	103	Tendance à l'adoption du tonnage de 10 tonnes sans augmentation de la capacité.
...	710	...	225	...	3,960	396	125	
6,435	..	643	...	203	3,252	325	102	
...	1,033	...	326	...	3,285	647	173	
...	630	...	200	..	5,486	548	174	
5,800	...	580	...	184	4,858	486	154	
...	605	...	229	...	3,584	358	137	
5,500	...	555	...	212	3,112	311	118	Maintien du tonnage à 10 tonnes sans changement notable de la capacité.
...	675	...	225	...	3,734	373	125	
6,100	...	610	...	204	3,170	317	106	
...	850	...	283	...	3,603	360	120	
7,920	...	792	..	263	3,273	327	109	
...	770	...	246	...	4,710	471	150	
6,800	...	680	...	217	3,950	395	125	Maintien du tonnage à 10 tonnes sans changement de la capacité.
7,100	..	710	...	227	4,240	424	135	
6,800	...	680	...	212	3,910	391	122	
...	830	...	246	..	2,800	280	83	
8,750	...	875	...	210	3,200	320	78	
7,200	..	720	...	234	3,200	320	105	Maintien du tonnage à 10 tonnes avec augmentation progressive de la capacité.
9,400	...	940	...	295	3,700	370	115	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. A frein.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit. Tonnes.	Tonnage inscrit. Mét.
Réseau de la Méditerranée (Italie)	5,225	Wagons de types courants.	94 H	...	1853 à 1858	2	8	19.7
			...	129 H	1853 à 1858	2	8	19.7
			74 H	...	1860 à 1863	2	8	22.8
			...	184 H	1860 à 1863	2	8	22.8
			132 HB	...	1860 à 1883	2	8	22.7
			...	157 HB	1860 à 1883	2	8	22.7
			1,475 H	...	1866 à 1871	2	10	26.9
			...	243 H	1866 à 1871	2	10	26.9
			1,784 HB	...	1872 à 1873	2	10	26.6
			71 H	...	1863	2	10	29.7
			...	191 H	1863	2	10	29.7
			201 HB	...	1880 à 1881	2	12	35.2
			2,659 HB	...	1880 à 1888	2	12	36.2
			...	2,473 HB	1880 à 1888	2	12	36.2
			100 H	...	1894 à 1898	2	12	36.2
			...	160 H	1894 à 1898	2	12	36.2
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport des denrées alimentaires par trains de vitesse)	180 HBd	...	1889 à 1890	2	12	34.6
			...	50 HBd	1889 à 1890	2	12	34.6
Chemins de fer méridionaux de l'Italie. (Réseau de l'Adriatique)	5,513	Wagons de types courants (transport de marchandises et de bestiaux)	170 Q	...	1856 à 1869	2	8	22.2
			...	415 Q	1856 à 1869	2	8	22.2
			440 G	...	1855 à 1872	2	8	24.0
			...	1,160 G	1855 à 1872	2	8	24.0
			1,730 G	...	1863 à 1884	2	10	27.0
			...	910 G	1863 à 1884	2	10	27.0
			1,615 G	...	1880 à 1897	2	12	34.0
			...	365 G	1880 à 1897	2	12	34.0

Tableau B. (*Suite.*)

POIDS TOTAL A VIDE SUR RAILS. Wagons à frein.	POIDS TOTAL A VIDE SUR RAILS. Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons à frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CUBE UTILISABLE. Wagons à frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CUBE UTILISABLE. Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre cube de capacité utile.	*Observations.*
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
5300	...	687	...	279	...	...	...	...	
–	5,200	...	650	...	262	...	...	...	
5300	...	725	...	261	...	...	...	...	
–	5,250	...	669	...	241	...	...	...	
5150	...	769	...	277	...	...	...	...	
–	5,700	...	711	...	253	...	...	...	
5375	...	637	...	243	...	...	...	...	
–	6,090	...	609	...	232	...	...	...	
5100	...	703	...	264	...	...	...	...	Accroissement très marqué du tonnage et de la capacité.
5700	...	570	...	193	...	...	...	...	
–	5,400	...	540	...	183	...	...	...	
5350	...	712	...	244	...	...	...	...	
5400	...	700	...	231	...	...	...	...	
–	7,700	...	641	...	212	...	...	...	
5400	...	783	...	259	...	...	...	...	
–	8,700	...	725	...	240	...	...	...	
5700	...	808	...	280	...	...	...	...	
–	9,200	...	766	...	266	...	...	...	
6000	...	750	...	273	...	3,300	413	150	
–	5,400	...	675	...	245	2,900	363	132	
5400	...	800	...	267	...	3,400	425	142	
–	5,700	...	713	...	238	2,900	363	121	Augmentation progressive du tonnage et de la capacité.
5200	...	750	...	278	...	4,000	400	148	
–	6,700	...	670	...	248	3,500	350	130	
5200	...	625	...	221	...	4,000	333	118	
–	6,800	...	567	...	200	3,500	292	103	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1888. A frein.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1888. Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit.	Cube utilisable.
							Tonnes.	Mèt. cubes.
Chemins de fer méridionaux de l'Italie. (*Réseau de l'Adriatique.*) (Suite.)	5,513	Wagons propres à des transports spéciaux (transport de denrées alimentaires)	1,918 F	...	1881 à 1891	2	12	33.000
			...	1,488 F	1881 à 1891	2	12	33.000
			160 F	...	1895 à 1897	2	12	36.000
			...	24 F	1895 à 1897	2	12	36.000
Koursk-Kharkov-Sébastopol (*État russe*)	815	Wagons de types courants.	939	...	avant 1875	2	10	37.800
			...	775	— 1875	2	10	38.000
			753	...	1893 à 1897	2	12.300	39.000
			...	5,971	1893 à 1897	2	12.300	39.000
Kharkov-Nicolaïev (*État russe*)	1,099	Wagons de types courants.	133	...	1874 à 1879	2	10	35.000
			469	...	1878 à 1888	2	10	36.250
			...	507	1878 à 1888	2	10	39.750
			...	733	1878 à 1889	2	10	41.500
			422	...	1896 à 1897	2	12 500	40.100
			...	1,370	1896 à 1897	2	12.500	40.100
			150	...	1850	2	5	39.200
			1,450	...	1850	4 à bogies.	10	39.100
Nicolas (*Etat russe*).	645	Wagons de types courants.	...	235	1875	2	10	38.500
			1,528	...	1877	2	10	40.000
			2,585	...	1868 à 1869	2	12.300	38.500
			2,698	...	1878	2	12.300	39.600
			768	...	1895 à 1898	2	12.300	40.000
			...	2,065	1895 à 1898	2	12.300	40.000
Vladicaucase	1,298	Wagons de types courants.	47	...	1874	2	10	19.150
			...	147	1874	2	10	19.350
			5,534 divers à frein et sans frein.		1873 à 1892	2	12.300	34.500 à 38.500
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de bestiaux).	50	...	1897	2	10.500	64.000
			...	150	1897	2	9.660	64.000
			...	71	1888 à 1891	2	10	27.500
Etat bulgare.	530	Wagons de types courants.	...	15	1888	2	12	44.500
			...	150	1892 à 1898	2	15	43.250
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de grains).	...	213	1888	2	10	15.500
			...	40	1891	2	12	15.500

Tableau B. (*Suite.*)

POIDS TOTAL A VIDE SUR RAILS. Wagons à frein.	Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons à frein.	Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CUBE UTILISABLE. Wagons à frein.	Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre cube de capacité utile.	*Observations.*
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
7,800	...	633	...	230	...	4,300	358	130	
—	7,000	..	583	...	212	3,800	317	115	Augmentation de la capacité.
8,400	...	700	...	233	...	5,500	458	153	
—	7,500	...	625	...	208	4,800	400	133	
7,400	...	740	...	195	...	5.000	500	144	
—	6,280	...	628	...	162	4,850	485	126	Augmentation modérée du tonnage et de la capacité.
6,500	...	650	...	205	...	6,020	490	154	
—	7,000	...	569	...	179	5,220	424	133	
6,900	...	690	..	200	...	5,180	518	144	
6,210	...	631	...	173	...	5,180	518	142	
—	6,339	...	634	...	160	5,000	500	126	Augmentation modérée du tonnage avec accroissement progressif de la capacité.
—	6,421	...	642	...	153	5,000	500	119	
7,995	...	631	...	196	...	5,180	414	129	
—	6,945	...	556	...	173	5,000	400	124	
7,364	...	1,584	...	198	...	...	...	...	
9,009	...	902	...	230	...	...	...	...	
—	6,650	...	677	...	173	3,075	314	80	
7,800	...	637	...	195	...	3,272	333	82	Accroissement progressif du tonnage.
7,928	...	645	..	204	...	3,300	270	85	
7,977	...	648	..	201	...	4,097	333	104	
7,912	...	644	...	198	...	3,750	305	94	
—	7,027	...	570	...	175	3,325	271	83	
5,542	..	524	...	273	...	...	...	...	
—	4,914	...	491	...	251	...	...	...	
5,892 à 10,450	7,781	475 à 633		150 à 201		...	...	...	Augmentation légère du tonnage avec augmentation très marquée de la capacité.
	...	1,017	...	161	...	...	...	...	
—	9,735	...	995	...	150	..	...	...	
—	6,700	...	670	...	210	4,434	443	130	
—	5,500	...	450	...	200	6,840	570	244	
—	8,920	...	614	...	200	4,443	296	99	Augmentation progressive du tonnage et de la capacité.
—	5,200	...	520	...	337	3,662	366	237	
—	7,800	...	650	...	414	6,213	510	330	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C indiquant les conditions techniques d'établissement des wagons plats de types courants

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. A frein.	Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit.	Surface du plancher utilisable.
							Tonnes	Mèt. carrés
Est	4,833	Wagons de types courants (transport de pierres, pavés, fontes et toutes les matières pondéreuses)	...	1,716 S	1855 à 1867	2	10	14.56
			...	2,528 S	1877 à 1891	2	10	18.76
			...	1,548 St	1891 à 1898	2	15	18.76
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport des longs bois et des longs fers)	...	438 SS	1862 à 1886	2	10	13.20
			...	300 SS	1887 à 1898	2	10	18.76
			...	145 SS'	1887 à 1898	2	15	18.76
		Idem (transport de charpentes métalliques et grosses masses indivisibles)	...	(1) 13 P	1872	4 sans bogies.	20	26.07
			...	7 P	1887	4 à bogies.	30	33.02
Nord	3,736	Wagons de types courants (transport de fers, pavés, pierres, ciment, etc.)	210	...	1868 à 1895	2	10	9.44
			...	920	1866 à 1895	2	10	9.32
			...	2,679	1880 à 1892	2	10	15.84
			...	1,519	1892 à 1896	2	10	18.74
			...	940	1873 à 1883	3	15	14.11
			...	250	1896	3	20	15.84
			...	300	1892 à 1893	4 à bogies.	25	42.45
			...	7	1872 à 1881	4 à bogies.	35	14.10
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de bois)	...	1,488	1867 à 1895	2	10	10.72
Ouest	5,635	Wagons de types courants	...	1,936	1860	2	10	14.19
			...	1,220	1876	2	10	17.78
			...	1,019	1886	2	10	17.55
			...	658	1894	2	12	18.70
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de balles de coton et de matériaux de déblais)	...	159	1864	2	6	13.44
			...	125	1860	2	10	14.19
			...	100	1894	2	12	18.70
			...	90	1894	2	20	18.70

propres à des transports spéciaux des administrations françaises et étrangères considérées.

POIDS TOTAL A VIDE SUR RAILS. Wagons à frein.	Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons à frein.	Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CARRÉ UTILISABLE DU PLANCHER. Wagons à frein.	Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre carré de surface utile.	*Observations.*
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
...	3,640	...	364	...	273	2,660	266	182	Augmentation du tonnage et de la surface du plancher.
...	6,280	...	628	...	335	2,720	272	145	
...	6,600	...	440	...	352	2,770	165	148	
...	5,280	...	528	...	397	2,710	271	203	
...	7,320	...	732	...	391	3,895	389	207	Idem.
...	7,700	...	513	...	411	3,800	253	203	
...	12,600	...	630	...	484	5,575	278	214	(1) Ces 13 wagons P sont constitués par 2 wagons accouplés au moyen d'une flèche en bois.
...	16,060	...	535	...	487	7,720	257	233	
1,150	...	525	...	556	...	2,628	263	278	
...	4,500	...	450	...	482	2,016	202	211	
...	5,230	...	523	...	330	2,155	215	136	
...	5,800	...	580	...	309	2.298	230	122	Augmentation progressive du tonnage et de la surface du plancher.
...	6,500	...	433	...	460	2.924	195	208	
...	7,150	...	357	...	451	2,448	122	154	
...	16,780	...	671	...	398	8,621	345	191	
...	7,600	...	217	...	539	3,322	95	235	
...	5,300	...	530	...	494	2,720	272	253	
...	4,690	...	469	...	330	2,450	245	172	
...	5,480	...	548	...	308	3,500	350	197	Augmentation légère du tonnage avec accroissement progressif de la surface du plancher.
...	6,380	...	638	...	363	4,000	400	228	
...	7,120	...	593	...	380	2,700	225	144	
...	3,560	...	593	...	265	...	...	...	
...	4,690	...	469	...	330	2,750	275	194	Augmentation progressive du tonnage et de la surface du plancher.
...	7,120	...	593	...	381	2,750	229	147	
...	7,600	...	380	...	406	4,200	210	245	

Tableau C. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1888. A frein.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1888. Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit.	Surface du plancher utilisable.
							Tonnes	Met. carrés
Paris-Lyon-Méditerranée.	9,005	Wagons de types courants.	...	535 P	1849 à 1861	2	8	16.80
			...	1,195 M	1866 à 1867	2	10	13.20
			...	3,385 LP	1871 à 1873	2	10	18.27
			...	900 R	1877 à 1880	2	10	11.70
			...	250 M	1882	2	15	17.40
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de pierres)	...	300 PP	1865 à 1866	3	17	13.40
			...	497 PP	1865 à 1866	3	18	10.80
		Wagons de types courants.	...	645 HX	1853 à 1857	2	8	16.60
			200 HfX	...	1871 à 1872	2	10	18.50
			...	1,762 HX	1864 à 1873	2	10	18.50
			350 HfX	...	1877 à 1886	2	11	17.05
			...	1,632 HX	1877 à 1886	2	11	17.02
Paris-Orléans	6,798	Wagons propres à des transports spéciaux (transport de fers et pierres)	...	212 LX	1854 à 1857	2	8	15.54
			...	310 LX	1856 à 1862	2	10	14.56
		Wagons de types courants.	...	2,292 HX	1861 à 1873	2	10	14.20
			...	350 QS	1885 à 1890	2	10	15.50
Midi	3,423		467 JfS	...	1884 à 1892	2	10	17.25
			...	1,620 JS	1876 à 1892	2	10	17.25
			...	350 JR	1896	2	10	17.50
		Wagons de types courants.	100 NfX	. .	1881 à 1882	2	10	17.11
			...	300 NX	1881 à 1882	2	10	17.11
			397 NfX	...	1882 à 1884	2	10	20.00
Etat français	2,813		...	1,032 NX	1882 à 1884	2	10	20.00
		Wagons propres à des transports spéciaux .	...	(1) 492 MfX	1882	2	10	12.45
			...	(2) 130 MX	1881 à 1882	2	10	14.50

Tableau C. (*Suite.*)

...S TOTAL A VIDE SUR RAILS. Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons à frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CARRÉ UTILISABLE DU PLANCHER. Wagons à frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CARRÉ UTILISABLE DU PLANCHER. Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre carré de surface utile.	*Observations.*
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
3,840	...	480	...	227	...	...	...	Augmentation progressive du tonnage sans indication marquée relativement à la surface du plancher.
4,900	...	490	...	371	...	...	...	
5,480	...	548	...	301	...	...	...	
5,930	...	593	...	506	...	...	...	
6,280	...	418	...	360	...	...	...	
6,480	...	381	...	482	...	...	...	
5,750	...	319	...	527	...	...	...	
4,700	...	587	...	283	3,371	421	203	
...	...	...	...	...	3,276	327	177	Augmentation progressive mais lente du tonnage, sans augmentation appréciable de la surface du plancher.
5,000	...	500	...	270	2,746	274	148	
...	...	608	...	391	...	298	191	
5,935	...	539	...	348	2,746	249	147	
4,425	...	553	...	285	3,596	449	232	Légère augmentation du tonnage.
4,450	...	445	...	311	3,028	302	211	
4,450	...	445	...	313	2,576	258	181	
6,100	...	610	...	393	3,428	343	224	Maintien du tonnage à 10 tonnes avec légère augmentation de la surface du plancher.
...	620	...	360	...	3,396	339	197	
5,400	...	540	...	313	2,866	286	166	
6,440	...	644	...	368	2,763	276	157	
...	700	...	409	...	4,290	429	250	Maintien du tonnage à 10 tonnes avec augmentation de la surface du plancher.
6,000	...	600	...	350	3,425	342	202	
...	700	...	350	...	4,177	417	208	
6,000	...	600	...	300	3,350	335	167	
6,500	...	650	...	483	3,580	358	288	(1) Transport de pierres.
5,500	...	550	...	369	3,120	312	209	(2) Transport de pièces de grandes longueurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898.		Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit.	Surface du plancher utilisable.
			A frein.	Sans frein.			Tonnes.	Mèt. carrés.
État belge	3,250	Wagons de types courants.	...	808	1872	2	10	15.90
			...	361	1894 à 1897	2	15	22.16
			...	700	1869 à 1883	4 à bogies.	20	23.38
			...	120	1894 à 1895	4 à bogies.	20	25.38
			...	95	1896 à 1897	4 à bogies.	20	31.20
			...	5	1895	4 à bogies	30	31.20
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de masses indivisibles).	...	150	1883	2	10	15.90
			...	10	1870 à 1879	4 sans bog.	20	12.54
			...	15	1889 à 1892	4 sans bog.	35	13.78
Chemins de fer méridionaux de l'Italie. (*Réseau de l'Adriatique.*)	5,513	Wagons de types courants.	95	...	1853 à 1874	2	8	12.00
			...	200	1853 à 1874	2	8	12.00
			...	460	1856 à 1873	2	8	13.00
			120	...	1862 à 1875	2	8	13.00
			...	320	1862 à 1875	2	8	13.00
			65	...	1873 à 1877	2	10	14.00
			...	150.	1873 à 1877	2	10	14.00
			415	...	1882 à 1896	2	12	17.00
			...	535	1882 à 1896	2	12	17.00
			...	57	1882 à 1884	2	14	18.00
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de longs bois et des masse indivisibles).	...	350	1856 à 1875	2	8	12.00
			...	100	1862 à 1872	2	10	15.00
			...	280	1882 à 1890	2	12	15.00
			25	...	1884 à 1891	4 à bogies.	25	22.00

Tableau C. (*Suite.*)

POIDS TOTAL A VIDE SUR RAILS.		POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE.		POIDS MORT PAR MÈTRE CARRÉ UTILISABLE DU PLANCHER.		Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre carré de surface utile.	*Observations.*
Wagons à frein.	Wagons sans frein.	Wagons à frein.	Wagons sans frein.	Wagons à frein.	Wagons sans frein.				
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
6,000	...	600	...	378	2,500	250	157		
8,000	...	533	...	363	2,480	165	112		
12,500	...	625	...	536	5,000	250	214		
14,200	...	710	...	556	3,910	196	153		Augmentation progressive du tonnage et de la surface utilisable du plancher.
16,300	...	815	...	522	5,000	250	160		
12,660	...	422	...	405	4,200	140	134		
6,000	...	600	...	378	2,290	600	378		
7,460	...	373	...	596	6,000	373	596		
8,645	...	247	...	631	4,900	247	631		
...	588	...	391	...	2,200	275	183		
4,400	...	550	...	367	2,050	256	171		
4,500	...	563	...	346	2,100	263	161		
...	663	...	408	...	2,500	313	192		
4,600	...	575	...	354	2,200	275	169		Augmentation progressive du tonnage et de la surface utilisable du plancher.
...	610	...	436	...	2,800	280	200		
5,600	...	560	...	400	2,600	260	185		
...	533	...	376	...	3,700	308	218		
5,900	...	492	...	393	3,400	283	200		
7,400	...	528	...	411	3,400	243	188		
5.000	...	625	...	417	2,200	275	185		
6,000	...	600	...	400	2,500	250	167		Augmentation progressive du tonnage et de la surface du plancher.
5.900	...	492	...	393	2,700	225	180		
...	565	...	388	...	7,400	296	231		

Tableau C. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. A frein.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1898. Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit.	Surface du plancher utilisable.
							Tonnes.	Mèt. carrés.
Réseau de la Méditerranée (Italie)	5,225	Wagons de types courants	104 N[r]	...	1859 à 1863	2	8	11.400
			...	354 N	1859 à 1863	2	8	11.—
			...	482	1855 à 1859	2	8	12.—
			...	72	1873 à 1874	2	10	14.—
			...	75	1873 à 1874	2	10	14.—
			...	305	1881 à 1888	2	14	17.—
			...	8 NN	1882 à 1887	3	20	31.—
		Wagons propres à des transports spéciaux	...	(1) 74 NB	1856 à 1863	2	8	11.—
			...	100	1868 à 1869	2	10	14.—
			...	130	1884 à 1887	2	12	17.—
			...	(2) 4 NNN	1882 à 1887	4 à bogies	25	36.—
Koursk-Kharkov-Sébastopol (État russe)	845	Wagons de types courants	67	...	1869 à 1873	2	10	—
			...	316	1869 à 1873	2	10	—
			127	...	1869 à 1873	2	11.6	—
			...	402	1869 à 1873	2	11.6	—
			115	...	1893 à 1896	2	12.3	24.—
			...	452	1893 à 1896	2	12.3	24.—
Kharkov-Nicolaïev (État russe)	1,099	Wagons de types courants	115	...	1871 à 1891	2	11.63	de 15.340 à 25.666
			...	326	1871 à 1891	2	11.63	
			100	...	1871 à 1891	2	12.44	de 15.560 à 25.340
			...	307	1871 à 1891	2	12.44	
		Wagons propres à des transports spéciaux (transport de longs bois et rails)	...	260	1894 à 1897	2	20	25.—

Tableau C. (*Suite.*)

POIDS TOTAL A VIDE DES RAILS. Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons à frein.	POIDS MORT PAR TONNE INSCRITE. Wagons sans frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CARRÉ UTILISABLE DU PLANCHER. Wagons à frein.	POIDS MORT PAR MÈTRE CARRÉ UTILISABLE DU PLANCHER. Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre carré de surface utile.	*Observations.*
Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
...	575	...	399	...	...	...	...	
...	4,300	...	537	...	373	...	...	...	
...	4,250	...	541	...	322	...	...	...	
...	5,700	...	570	...	317	...	...	...	
...	6,100	...	610	...	384	...	...	...	Augmentation progressive du tonnage et de la surface utilisable du plancher.
...	7,300	...	521	...	406	...	...	...	
...	7,200	...	360	...	425	...	...	...	
...	4,650	...	581	...	407	...	...	...	
...	4,800	...	480	...	342	...	...	...	
...	8,000	...	666	...	449	...	...	...	(1) Transport de bois.
...	13,850	...	554	...	523	...	...	...	(2) Transport de longs fers.
...	...	...	...	...	...	...	...	...	Cette administration n'a pas fait connaître les conditions techniques d'établissement des wagons plats de 10 tonnes et 11.6 tonnes construits de 1869 à 1873.
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
7,340	...	580	...	286	...	6,220	505	249	On peut cependant déduire des chiffres ci-contre qu'elle a une légère tendance à augmenter le tonnage de ses wagons plats.
...	6,322	...	514	...	253	5,520	431	221	
de 4.840 à 5,140	de 450 à 486	de 416 à 440	de 240 à 340	de 217 à 314	Prix moyen	184	de 91 à 139	Maintien du tonnage moyen de 12 tonnes avec augmentation sensible de la surface du plancher.
de 4,680 à 5,010	de 414 à 418	de 376 à 403	de 266 à 335	de 216 à 303	d'un wagon.	172	172	
7,340	...	367	...	311	3,150	157	133	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C. (*Suite.*)

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Nombre de kilomètres exploités.	DÉSIGNATION DES WAGONS.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1888. A frein.	EFFECTIF DES WAGONS DE CHAQUE TYPE CONSIDÉRÉ AU 1er JANVIER 1888. Sans frein.	Époques entre lesquelles les wagons de chaque type considéré ont été construits.	Nombre d'essieux.	Tonnage inscrit.	Poids total à vide des wagons. Wagons sans frein.	Poids mort par tonne inscrite. Wagons à frein.	Poids mort par tonne inscrite. Wagons sans frein.	Poids mort par mètre carré utilisable du plancher. Wagons à frein.	Poids mort par mètre carré utilisable du plancher. Wagons sans frein.	Prix total du wagon.	Prix du wagon correspondant à 1 tonne inscrite.	Prix du wagon correspondant à 1 mètre carré de surface utile.	*Observations.*
							Tonnes	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Francs.	Francs.	Francs.	
			..	116	1886	2	10	4,537	...	462	...	256	2,660	282	150	
		Wagons de types courants.	240	...	1894 à 1897	2	12 3	...	572	...	294	...	3,751	305	157	Augmentation du tonnage et de la surface utilisable du plancher.
Nicolas (Etat russe)	645		...	900	1894 à 1897	2	12.3	6,224	...	506	...	249	3,139	255	126	
		Wagons propres à des transports spéciaux	...	562	1889	3	14.7	6,274	...	427	...	275	...	...	...	Augmentation du tonnage.
			...	192	1889	4 à bogies	19.6	8,600	...	437	...	405	...	...	...	
			14	...	1873 à 1886	2	11.6	...	408	...	293	...	...	...	...	
Vladicaucase	1,298	Wagons de types courants.	...	45	1873 à 1886	2	11.6	5,078	...	437	...	287	...	...	...	Maintien du tonnage moyen de 12 tonnes avec augmentation sensible de capacité.
			1,398	divers	1873 à 1888	2	12.3	de 6,389	de 573	de 520	de 295	de 275	...	...	...	
			à frein et	sans frein	1873 à 1888	2	12.3	à 6,962	à 600	à 557	à 303	à 279	...	...	...	
			...	24	1888	2	5	4,000	...	800	...	350	2,500	500	219	Augmentation du tonnage et de la surface du plancher.
État bulgare.	530	Wagons de types courants.	...	50	1888 à 1898	2	10	5,960	...	596	...	359	2,767	276	166	
			26 Hf	...	1877	2	8	...	...	630	...	324	...	...	...	
			...	150 H	1874	2	8	5,000	...	625	...	321	...	...	...	
			17 Hf	...	1879 à 1882	2	10	...	...	525	...	337	...	...	...	
			...	995 H	1860 à 1865	2	10	4,250	...	425	...	241	...	...	...	
		Wagons de types courants.	...	235 I	1860 à 1880	2	10	4,915	...	491	...	327	...	...	...	Accroissement progressif du tonnage.
			...	168 I	1883 à 1891	2	10	5,915	...	591	...	292	...	...	...	
			347 Mf	...	1885 à 1888	2	12	...	...	523	...	358	...	...	...	
			...	1,064 M	1884 à 1890	2	12	5,620	...	468	...	326	...	...	...	
Chemins de fer du Nord de l'Espagne	2,449		10 Hf	...	1873	2	15	...	...	346	...	310	...	...	...	
			...	20 H	1873	2	15	5,000	...	333	...	298	...	...	...	
			...	(1) 97 J	1862	2	10	4,750	...	475	...	269	...	...	...	(1) Transport de pierres.
			...	(2) 25 Q	1863 à 1864	2	10	4,100	...	410	...	350	...	...	...	(2) Transport de bois.
		Wagons propres à des transports spéciaux	...	50	1881	2	10	5,200	...	520	...	520	...	...	...	Maintien du tonnage de 10 tonnes.
			...	36	1881	2	10	6,020	...	602	...	365	...	...	...	
			...	10	1889	2	10	5,700	...	570	...	323	...	...	...	

Tableau C. (*Suite.*)

Tableau D indiquant la variation du tonnage moyen des wagons découverts, couverts et plats et de l'ensemble des wagons à marchandises des administrations considérées.

ANNÉES.	WAGONS DÉCOUVERTS.														COUVERTS.				PLATS.				ENSEMBLE.
	Est.	Nord.	Ouest.	Paris-Lyon-Méditerranée.	État français.	Paris-Orléans.	Midi.	État belge.	Chemins de fer méridionaux de l'Italie.	Réseau de la Méditerranée (Italie).	Kharkhov-Nicolaïev (État russe).	Nicolas (État russe).	Kourst-Kharkhov-Sébastopol (État russe).	Vladi-caucase.	État Bulgare.

Tableau B. (Suite.)

WAGONS COUVERTS.

ANNÉES.	Est.	Nord.	Ouest.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Etat Français.	Paris-Orléans.	Midi.	Etat belge.	Chemins de fer méridionaux de l'Italie.	Réseau de la Méditerranée (Italie).	Khartoum-Nicolaïef-Etat russe.	Nicolas Etat russe.	Koursk-Kharkow-Sébastopol-Etat russe.	Vladikaukase.	Etat bulgare.
	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
1870.	...	...	...	7.362	...	7.400	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1871.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1872.	...	...	...	...	...	7.500	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1873.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1874.	...	...	...	...	...	7.600	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1875.	...	...	...	7.740	...	...	9.898	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1876.	...	9.700	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1877.	9.673	9.800	...	...	...	7.600	...	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1878.	9.785	9.900	...	...	...	...	9.843	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1879.	9.853	9.900	...	...	8.425	7.600	...	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1880.	9.881	10.000	...	7.803	8.425	...	...	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1881.	9.915	10.000	...	...	8.648	...	9.854	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1882.	9.931	10.000	...	...	8.950	7.700	...	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1883.	9.937	10.000	...	...	9.090	...	9.868	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1884.	9.943	9.900	...	...	9.208	7.800	...	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1885.	9.947	9.900	...	8.310	9.447	...	...	...	...	...	...	...	...	9.829	...
1886.	9.946	9.800	...	...	9.447	7.800	...	...	9.340	...	...	...	...	9.829	...
1887.	9.977	9.900	...	...	9.416	7.900	...	9.720	9.500	...	...	...	...	10.151	9.593
1888.	9.978	9.800	...	...	9.417	...	...	9.720	9.620	10.641	...	11.154	...	10.272	...
1889.	9.979	9.800	...	...	9.416	...	...	9.750	9.980	...	9.840	...	...	10.573	...
1890.	9.980	9.900	...	9.645	9.416	...	...	9.740	10.160	...	9.840	...	...	10.947	9.812
1891.	9.980	9.900	...	...	9.440	7.900	9.876	9.770	10.230	...	9.840	...	...	11.214	10.667
1892.	9.981	9.900	...	...	9.421	...	9.887	9.770	10.240	...	10.330	...	...	11.416	...
1893.	9.982	9.900	8.185	9.760	9.421	...	9.879	9.840	10.240	...	11.090	...	...	11.518	...
1894.	9.982	9.900	8.330	...	9.468	8.500	9.879	9.860	10.240	...	11.600	...	...	11.835	10.667
1895.	9.983	9.900	8.487	10.185	9.449	...	9.879	9.889	10.270	...	11.760	...	11.500	11.835	10.667
1896.	9.984	9.900	8.659	...	9.452	...	9.880	9.890	10.270	...	11.980	...	11.700	11.835	10.667
1897.	9.984	10.200	8.717	10.139	9.452	...	9.887	9.900	10.300	...	12.120	...	11.900	12.105	...
1898.	9.985	10.800	...	...	9.452	8.800	9.886	9.910	10.320	10.671	12.100	11.520	...	12.147	10.995

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D. (*Suite.*)

ANNÉES.	WAGONS PLATS.														
	Est.	Nord.	Ouest.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Etat français.	Paris Orléans.	Midi.	Etat belge.	Chemins de fer matériaux de l'Italie.	Réseau de la Méditerranée (Italie).	Kharkov-Nicolaïev (Etat russe).	Nicolas. (Etat russe.)	Koursk-Kharkov-Sébastopol (Etat russe).	Vladicaucase.	Etat bulgare.
	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
1870.	...	...	...	8.915	...	8.500	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1871.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1872.	...	...	...	...	...	8.700	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1873.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1874.	...	...	...	...	...	8.900	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1875.	...	...	...	9.651	...	...	10.000	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1876.	...	10.800	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1877.	...	10.800	...	...	...	8.900	...	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1878.	9.718	10.800	...	...	...	...	10.000	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1879.	9.734	10.800	...	...	8.794	9.000	...	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1880.	9.756	10.800	...	10.487	8.794	...	...	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1881.	9.755	10.800	...	...	8.794	...	10.000	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1882.	9.779	11.050	...	...	9.016	9.100	...	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1883.	9.968	10.900	...	...	9.332	...	10.000	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1884.	9.991	10.800	...	...	9.417	9.300	...	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1885.	10.009	10.800	...	...	9.565	...	...	...	...	...	...	...	...	11.467	...
1886.	10.000	10.800	...	10.515	...	9.400	...	...	8.420	...	...	...	...	11.467	...
1887.	10.026	10.800	...	...	9.565	9.400	...	12.260	8.550	...	...	...	...	11.504	...
1888.	10.028	10.800	...	...	9.565	...	...	12.260	8.600	9.197	...	10.214	...	11.730	6.923
1889.	10.049	10.800	...	...	9.565	...	...	12.260	9.000	...	9.840	...	...	11.705	...
1890.	10.077	10.800	...	...	9.565	...	...	12.260	9.110	...	9.840	...	...	11.660	...
1891.	10.092	10.800	...	10.521	9.565	...	10.000	12.260	9.400	...	9.840	...	...	11.660	8.064
1892.	10.151	10.800	...	...	9.544	9.400	10.000	12.260	9.560	...	10.750	...	...	11.660	8.064
1893.	10.369	10.800	...	...	9.545	...	10.000	12.490	9.700	...	10.970	...	...	11.755	...
1894.	10.584	10.700	9.727	10.521	9.545	...	10.000	12.000	9.730	...	11.470	...	...	11.965	...
1895.	10.700	11.050	9.880	...	9.546	9.400	10.000	12.300	9.730	...	11.820	...	11.250	12.450	8.064
1896.	10.873	11.300	10.067	10.530	9.546	...	10.000	12.300	9.730	...	11.830	...	11.600	14.000	8.064
1897.	10.977	11.900	10.070	...	9.547	...	10.000	12.620	9.730	...	11.880	...	11.700	15.125	8.064
1898.	11.015	12.100	10.838	10.531	9.547	...	10.000	12.000	9.830	...	12.000	...	...	14.700	8.064
1899.	11.914	12.100	...	...	9.548	9.400	10.000	12.000	9.830	...	12.000	12.000	...	...	8.064

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

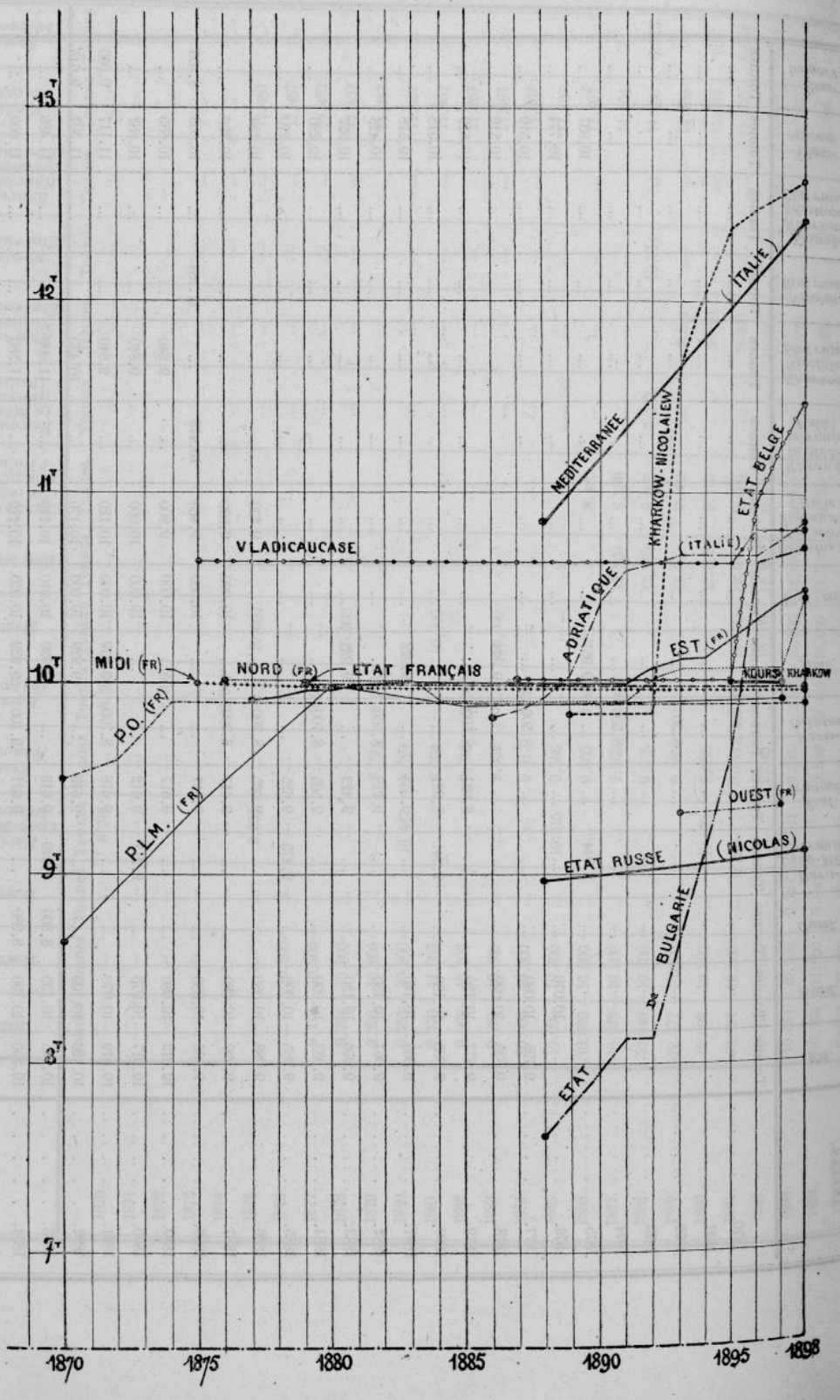
Tableau D. (Suite.)

ENSEMBLE DU MATÉRIEL A MARCHANDISES.

ANNÉES.	Est.	Nord.	Ouest.	Paris-Lyon-Méditerranée.	État français.	Paris-Orléans.	Midi.	État belge.	Chemins de fer méridionaux de l'Italie.	Réseau de la Méditerranée (Italie).	Kharkov-Nicolaïev (État russe).	Nicolaï. (État russe).	Koursk-Kharkov-Sébastopol (État russe).	Vladicaucase.	État bulgare.
	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
1870.	...	...	...	8.329	...	8.200	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1871.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1872.	...	...	...	...	...	8.300	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1873.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1874.	...	...	...	...	...	8.500	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1875.	...	...	...	8.944	...	...	9.957	...	...	...	...	...	...	10.837	...
1876.	...	10.070	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	10.774	...
1877.	9.795	10.080	...	...	...	8.500	...	...	...	...	...	...	...	10.519	...
1878.	9.835	10.090	...	...	...	...	9.924	...	...	...	...	...	...	10.519	...
1879.	9.877	10.130	...	...	8.921	8.500	...	...	...	...	...	...	...	10.519	...
1880.	9.886	10.100	...	9.341	8.921	...	...	...	...	...	...	...	...	10.518	...
1881.	9.965	10.140	...	...	9.053	...	9.929	...	...	...	...	...	...	10.518	...
1882.	9.967	10.130	...	...	9.218	8.500	...	...	...	...	...	...	...	10.423	...
1883.	9.976	10.120	...	...	9.423	...	9.935	...	...	...	...	...	...	10.352	...
1884.	9.983	10.090	...	...	9.505	8.700	...	...	...	...	...	...	...	10.286	...
1885.	9.985	10.090	...	9.475	9.625	...	...	...	...	...	...	...	...	10.270	...
1886.	9.988	10.080	...	...	9.625	8.700	...	...	9.230	...	...	...	...	10.254	...
1887.	9.999	10.080	...	...	9.617	8.700	...	10.000	9.500	...	...	...	...	10.256	...
1888.	9.986	10.080	...	...	9.617	...	...	10.000	9.460	10.478	...	11.164	...	10.608	8.800
1889.	10.013	10.080	...	...	9.617	...	...	10.000	9.800	...	9.840	...	...	10.685	...
1890.	10.017	10.070	...	9.911	9.612	...	...	10.000	10.000	...	9.840	...	...	10.882	...
1891.	10.019	10.070	...	...	9.618	8.700	9.939	10.000	10.120	...	9.840	...	...	11.117	9.060
1892.	10.126	10.100	...	...	9.613	...	9.939	10.000	10.170	...	10.430	...	...	11.307	9.645
1893.	10.195	10.130	8.860	9.949	9.613	...	9.939	10.010	10.210	...	11.090	...	...	11.485	...
1894.	10.250	10.190	8.980	...	9.621	9.100	9.939	10.020	10.210	...	11.580	...	...	11.609	...
1895.	10.324	10.210	9.100	10.096	9.621	...	9.938	10.020	10.230	...	11.800	...	11.400	11.976	10.125
1896.	10.389	10.270	9.205	...	9.621	...	9.939	10.750	10.230	...	11.960	...	11.600	12.569	10.526
1897.	10.429	10.390	9.441	10.082	9.622	...	9.943	10.940	10.300	...	12.090	...	11.700	12.990	...
1898.	10.488	10.750	...	...	9.623	9.300	9.943	11.100	10.340	10.965	12.110	11.620	...	13.038	10.728

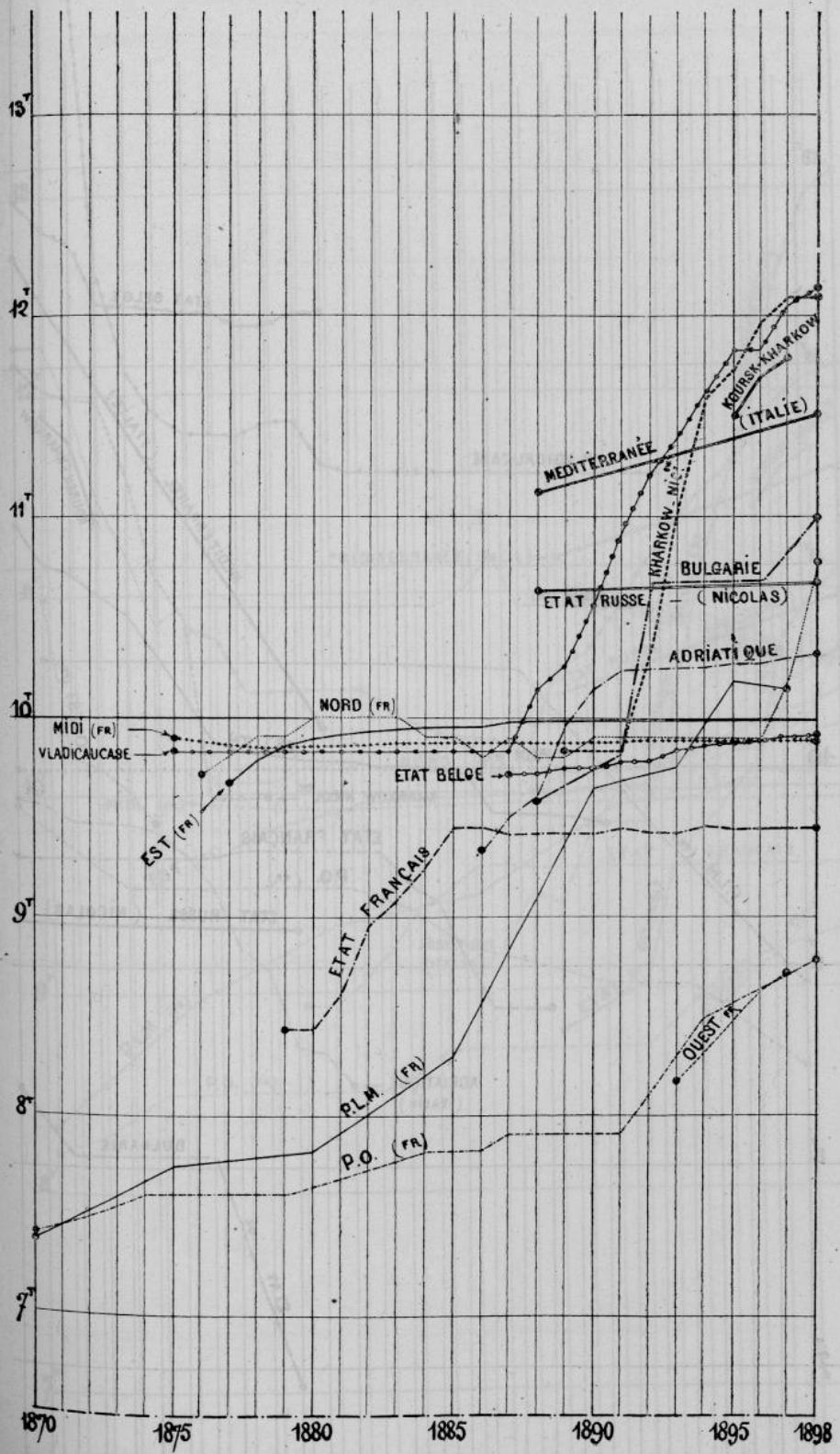
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau graphique D[1] indiquant, pour les wagons découverts, la progression du tonnage depuis 1870.



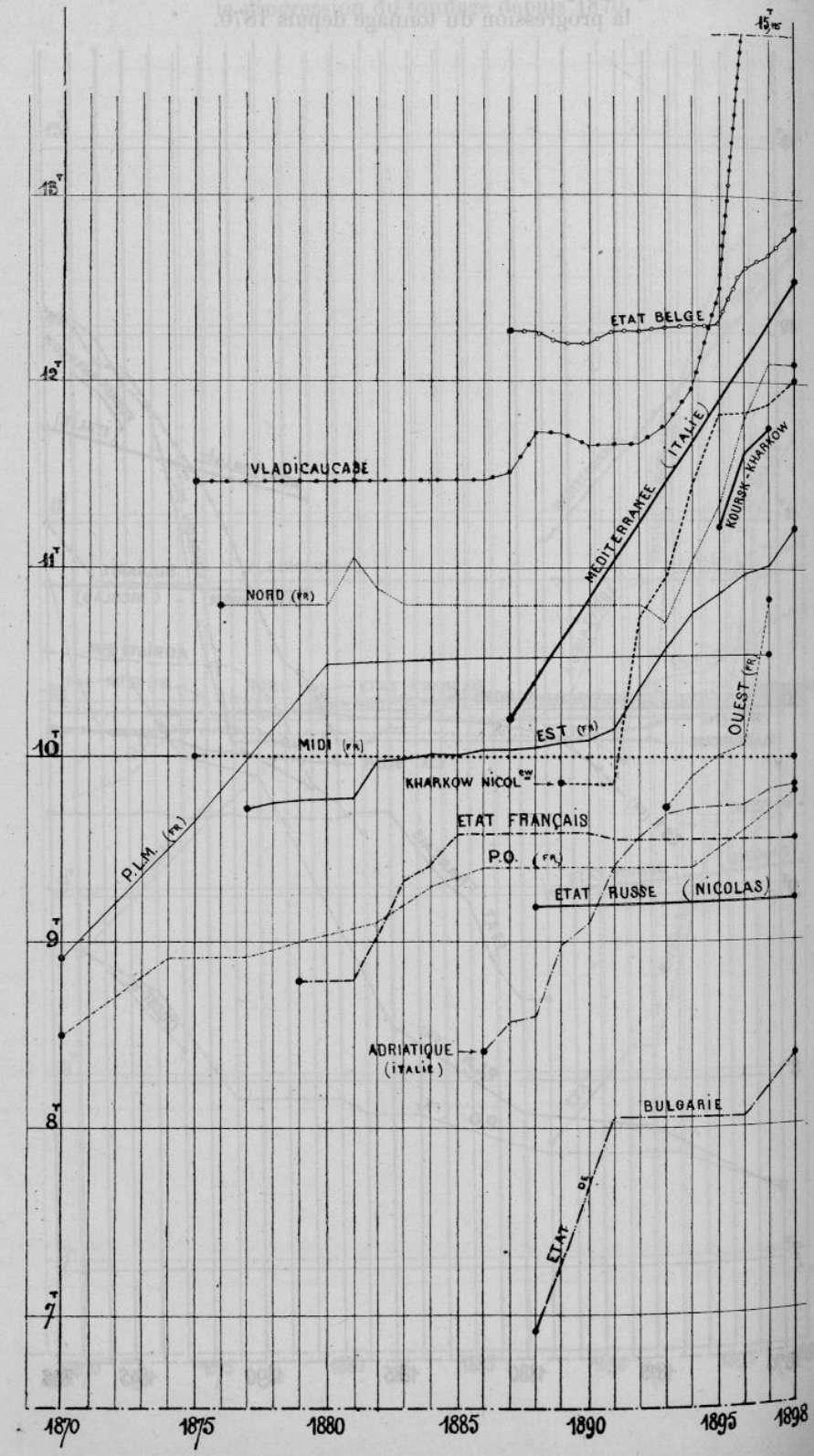
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau graphique D^2 indiquant, pour les wagons couverts, la progression du tonnage depuis 1870.



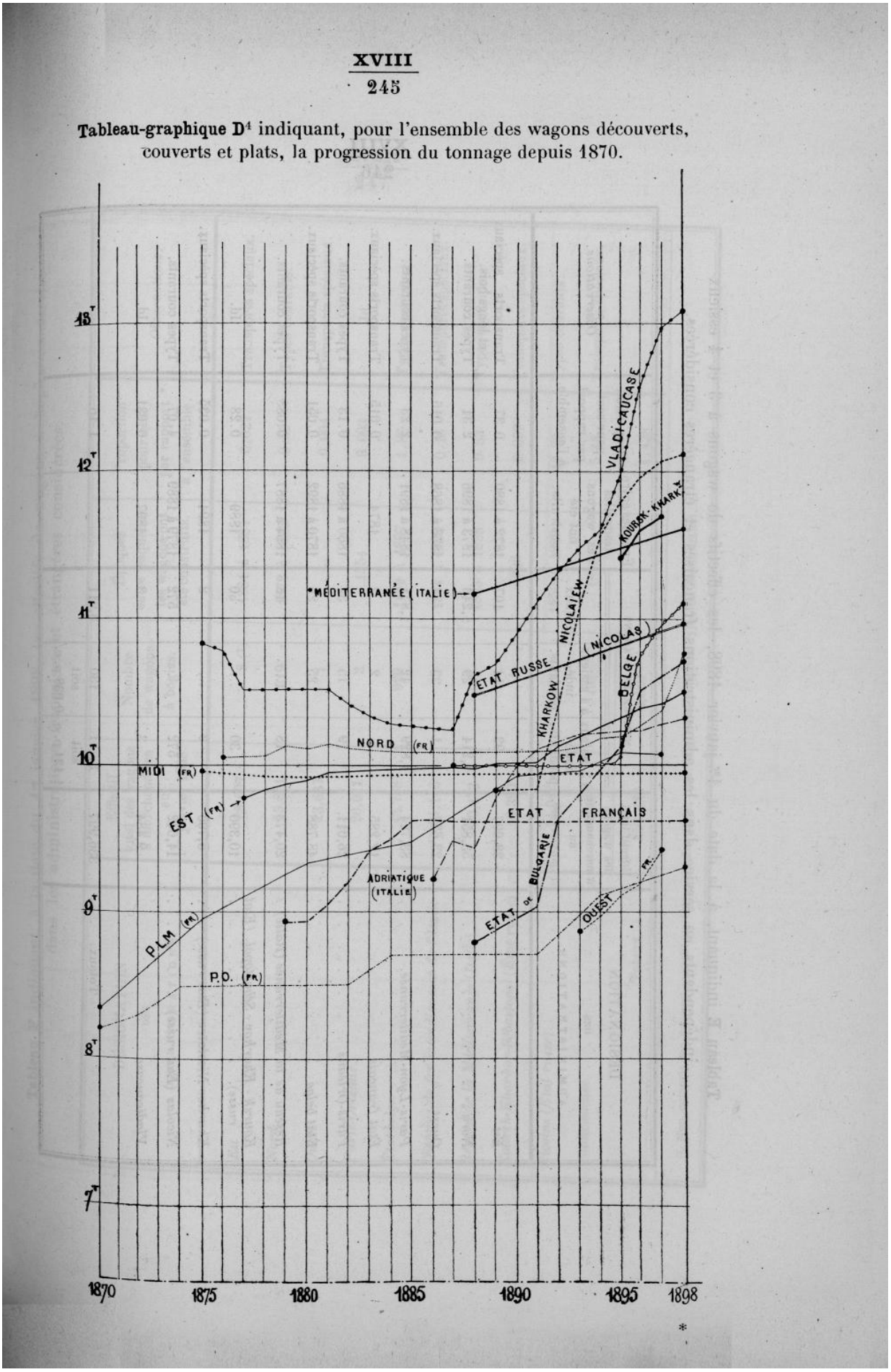
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau graphique D^3 indiquant, pour les wagons plats, la progression du tonnage depuis 1870.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau-graphique D[4] indiquant, pour l'ensemble des wagons découverts, couverts et plats, la progression du tonnage depuis 1870.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau E indiquant, à la date du 1er janvier 1898, les effectifs de wagons à 3 et 4 essieux indépendants en service dans les administrations françaises et étrangères considérées.

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Effectif total des wagons à marchandises au 1er janvier 1898.	NOMBRE DE WAGONS à 3 essieux indépendants.	NOMBRE DE WAGONS à 4 essieux indépendants.	NOMBRE DE WAGONS Totaux.	Époques entre lesquelles les wagons ont été construits.	Proportion pour cent par rapport à l'ensemble.	*Observations.*
Est	28,607	93	14	107	1872 à 1880	0.37	Transports spéciaux et longs bois.
Nord	53,851	1,214	29	1,243	1873 à 1896	2.31	Types courants.
Ouest	23,637	1	3	4	1856 à 1868	0.016	Transports spéciaux.
Paris-Lyon-Méditerranée	83,724	1,829	42	1,871	1848 à 1891	2.23	Types courants.
État français	12,285	...	2	2	1874	0.015	Transports spéciaux.
Paris-Orléans	26,011	19	15	34	1860 à 1886	0.13	Types courants.
État belge	48,788	...	25	25	1870 à 1892	0.051	Transports spéciaux.
Réseau de la Méditerranée (Italie)	20,473	18	...	18	1854 à 1887	0.088	Types courants.
Koursk - Kharkov - Sébastopol (Etat russe)	10,390	30	...	30	1889	0.28	Id.
Kharkov-Nicolaïev (Etat russe)	5,705	2	...	2	1894	0.035	Transports spéciaux.
Nicolas (État russe)	14,042	572	...	572	1879 à 1889	4.07	Types courants.
Vladicaucase	9,484	3	...	3	1897	0.031	Id.
Totaux.	336,997	3,781 soit 1,121 p. c.	130 soit 0.038 p. c.	3,911		1 16	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau F indiquant, à la date du 1er janvier 1898, les effectifs de wagons à bogies en service dans les administrations françaises et étrangères considérées.

DÉSIGNATION DES ADMINISTRATIONS.	Effectif total des wagons à marchandises au 1er janvier 1898.	Nombre de wagons à bogies.	Époques entre lesquelles les wagons ont été construits.	Proportion pour cent par rapport à l'ensemble.	*Observations.*
Est	28,607	8 (1)	1884 à 1887	0.027	Transports spéciaux.
Nord	53,851	319	1872 à 1893	0.59	Types courants.
Ouest	23,637	1	...	0.004	Transports spéciaux.
Paris-Orléans	26,011	2	1854	0.003	Id.
État belge	48,788	920	1869 à 1897	1.88	Types courants.
Chemins de fer méridionaux de l'Italie	21,146	35	1884 à 1892	0.16	Transports spéciaux.
Réseau de la Méditerranée (Italie)	20,473	109	1893 à 1898	0.53	Types courants.
Koursk-Kharkov-Sébastopol (État russe)	10,390	1	1896	0.009	Transports spéciaux.
Nicolas (État russe)	14,042	1,802	1850 à 1889	12.83	Types courants.
Vladicaucase	9,484	492	1895	5.18	Transports spéciaux.
Totaux	256,429	3,689		1.438	

(1) Non compris les wagons servant au transport des rails, plus vingt-deux de même type, en construction.

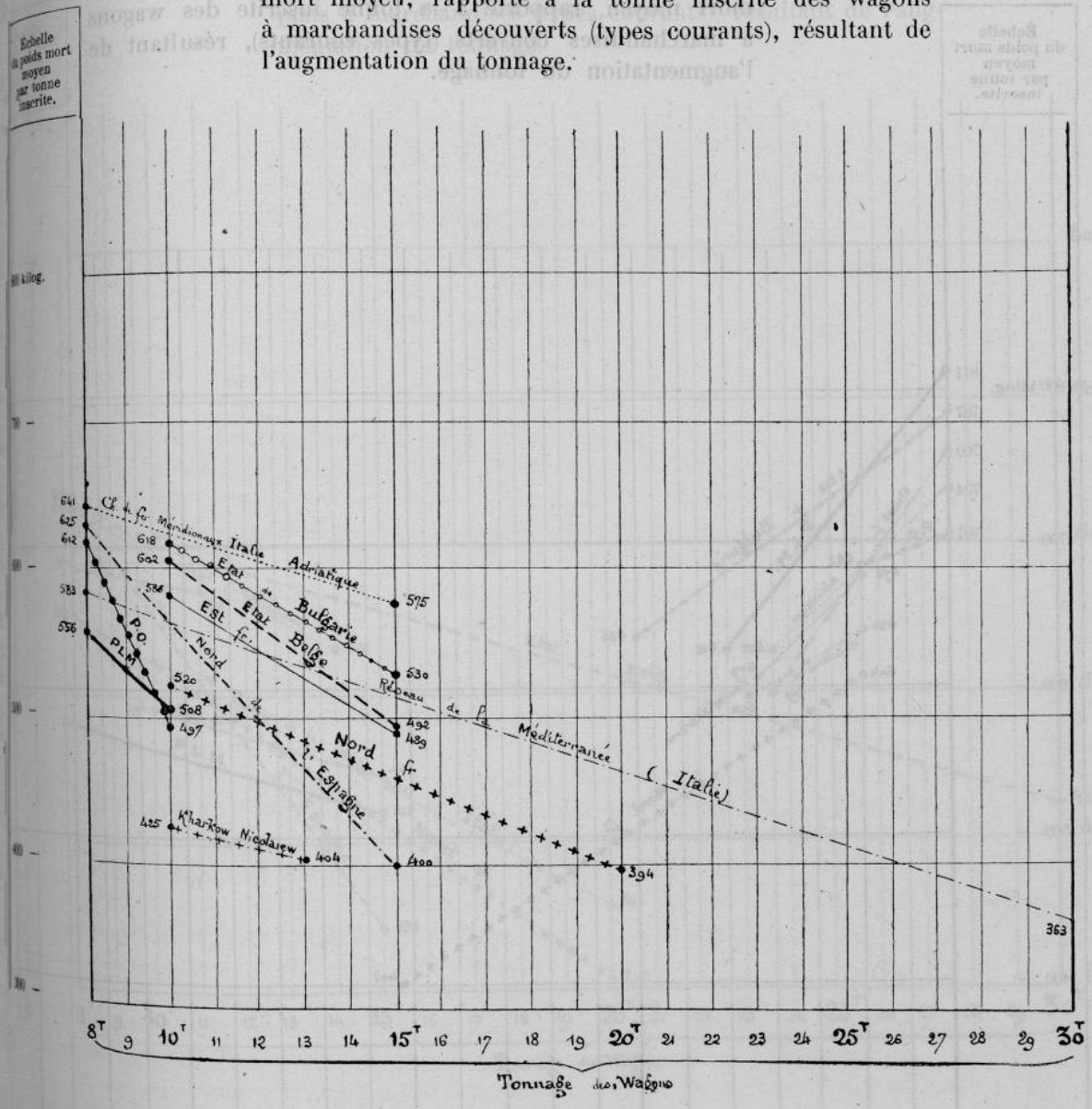
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau G montrant la diminution du poids mort moyen rapporté à la tonne inscrite, des wagons à marchandises de types courants, résultant de l'augmentation du tonnage.

DÉSIGNATION des WAGONS.	Tonnage des véhicules.	Est.	Nord.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Ouest.	Paris-Orléans.	Chemins de fer méridionaux de l'Italie.	Réseau de la Méditerranée (Italie).	Kharkov-Nicolaïev (État russe).	Kourssk-Kharkov Sébastopol (État russe).	État belge.	État bulgare.	Chemin de fer du Nord de l'Espagne.
		Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
Wagons découverts de types courants.	8	...	...	556	...	612	641	583	...	...	...	...	625
	10	586	520	508	...	497	...	...	425	...	602	618	...
	13	...	...	...	...	...	...	...	404	...	...	...	...
	15	489	...	...	...	...	575	...	...	...	492	530	400
	20	...	304	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	30	...	...	...	...	...	...	363	...	...	...	...	...
Wagons couverts de types courants.	8	...	...	811	760	701	734	...	...	...	...	787	...
	10	...	604	...	...	682	...	...	638	678	...	...	...
	12	...	...	...	591	...	622	...	...	...	...	...	...
	12.300	...	...	...	...	...	...	...	594	609	...	...	...
	12.500	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	13	...	...	626	...	...	...	...	...	...	422	...	...
	15	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	635	...
	20	...	403	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Wagons plats de types courants.	8	...	...	480	...	587	625	552	...	...	...	...	630
	10	493	519	...	...	...	...	...	...	...	600	...	...
	11	...	...	...	...	573	...	...	...	...	...	...	...
	14	...	...	...	...	...	528	...	...	...	...	...	...
	15	440	...	418	...	...	...	...	...	...	...	...	333
	20	...	307	...	...	...	...	360	...	...	...	...	...
	30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	422	...	...

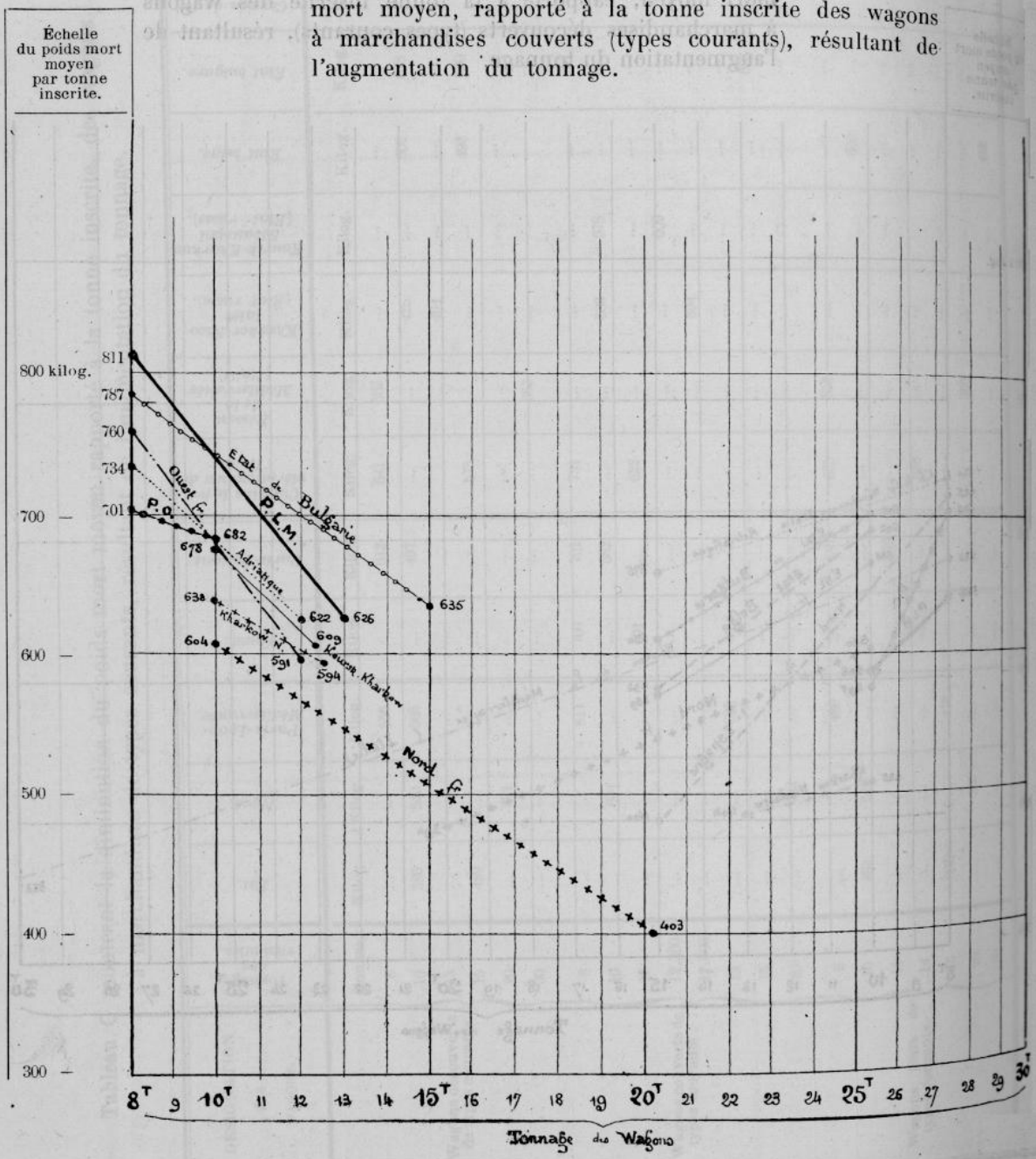
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau graphique G[1] montrant la diminution du poids mort moyen, rapporté à la tonne inscrite des wagons à marchandises découverts (types courants), résultant de l'augmentation du tonnage.



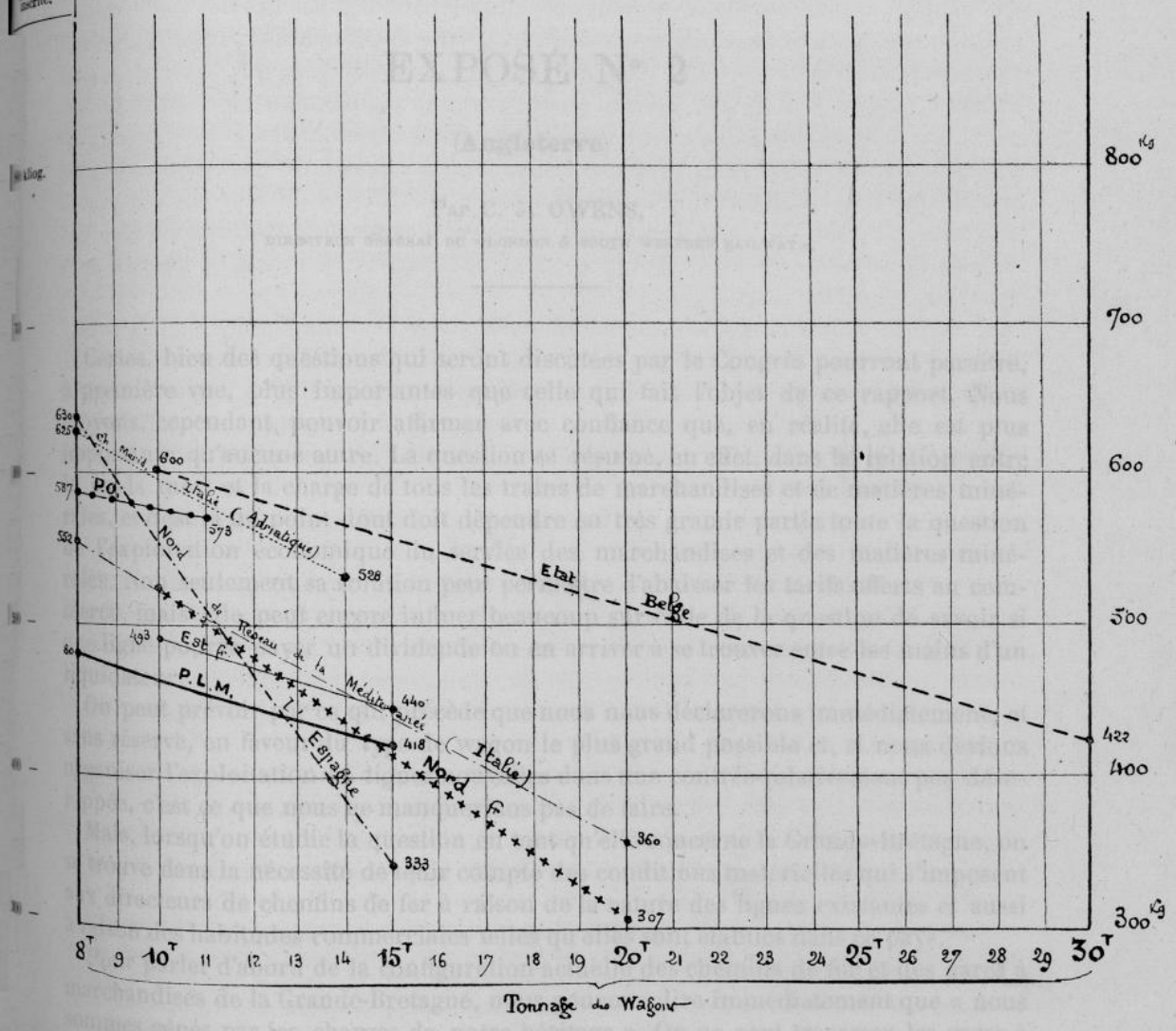
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau graphique G² montrant la diminution du poids mort moyen, rapporté à la tonne inscrite des wagons à marchandises couverts (types courants), résultant de l'augmentation du tonnage.

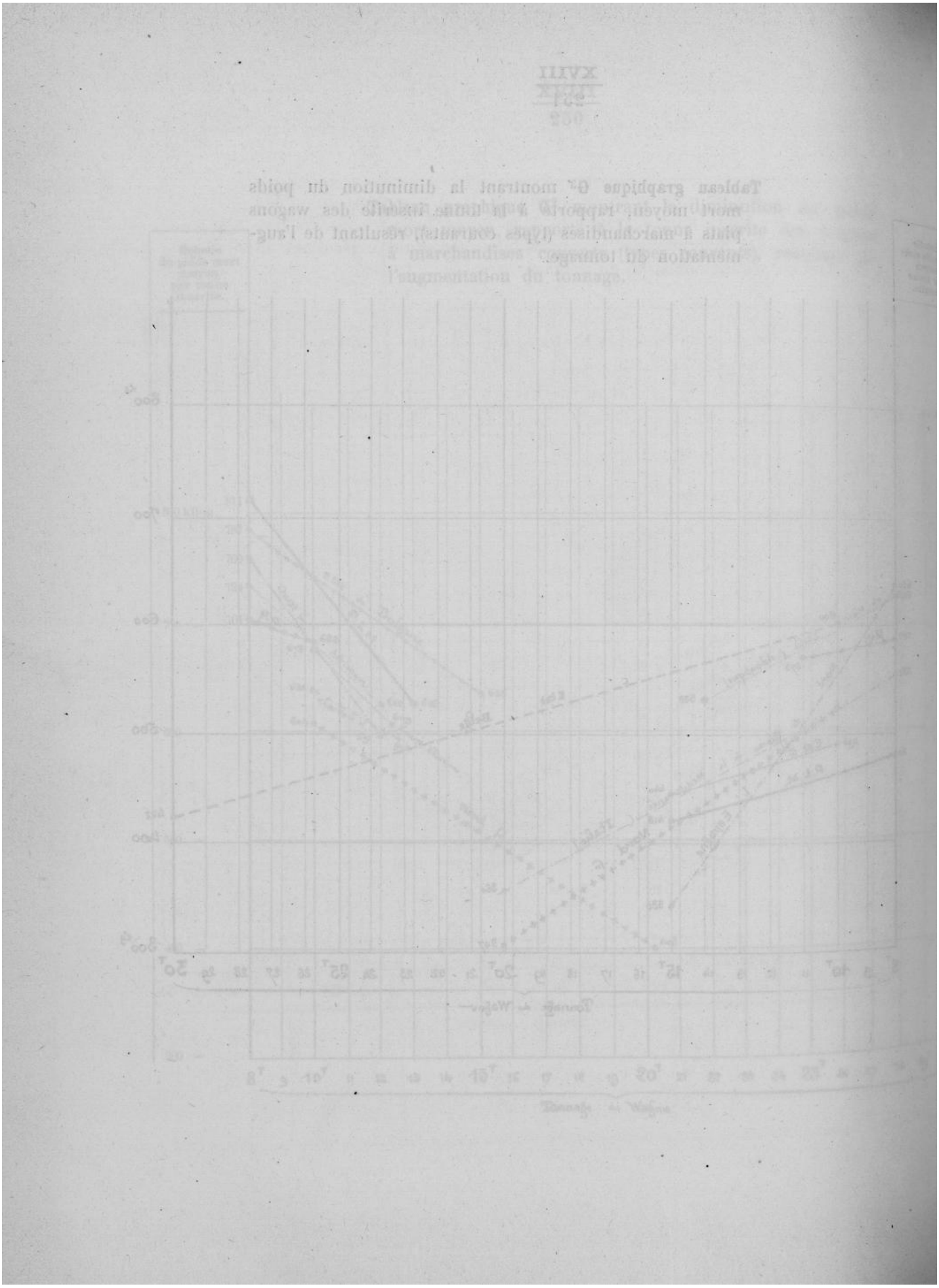


Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau graphique G³ montrant la diminution du poids mort moyen, rapporté à la tonne inscrite des wagons plats à marchandises (types courants), résultant de l'augmentation du tonnage.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[625 .24 (01]

EXPOSÉ N° 2

(Angleterre)

Par C. J. OWENS,

DIRECTEUR GÉNÉRAL DU « LONDON & SOUTH WESTERN RAILWAY ».

Certes, bien des questions qui seront discutées par le Congrès pourront paraître, à première vue, plus importantes que celle qui fait l'objet de ce rapport. Nous croyons, cependant, pouvoir affirmer avec confiance que, en réalité, elle est plus importante qu'aucune autre. La question se résume, en effet, dans la relation entre le poids mort et la charge de tous les trains de marchandises et de matières minérales, et c'est là un point dont doit dépendre en très grande partie toute la question de l'exploitation économique du service des marchandises et des matières minérales. Non seulement sa solution peut permettre d'abaisser les tarifs offerts au commerce, mais elle peut encore influer beaucoup sur celle de la question de savoir si une ligne pourra payer un dividende ou en arriver à se trouver entre les mains d'un liquidateur.

On peut prévoir par ce qui précède que nous nous déclarerons immédiatement, et sans réserve, en faveur du type de wagon le plus grand possible et, si nous devions organiser l'exploitation de lignes nouvelles dans une contrée relativement peu développée, c'est ce que nous ne manquerions pas de faire.

Mais, lorsqu'on étudie la question en tant qu'elle concerne la Grande-Bretagne, on se trouve dans la nécessité de tenir compte des conditions matérielles qui s'imposent aux directeurs de chemins de fer à raison de la nature des lignes existantes et aussi à raison des habitudes commerciales telles qu'elles sont établies dans ce pays.

Pour parler d'abord de la configuration actuelle des chemins de fer et des gares à marchandises de la Grande-Bretagne, nous pouvons dire immédiatement que « nous sommes gênés par les charges de notre héritage ». On ne peut traverser les gares à marchandises de Londres et de toutes les grandes villes sans être obligé de remarquer que, dans bien des cas, leurs dispositions générales ont été arrêtées en tenant compte de la surface limitée ou de l'espace de forme particulière dont on disposait.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ainsi que des coins à angles aigus entraînèrent la nécessité de nombreuses plaques tournantes. Mais les wagons à marchandises de plus de 16 à 18 pieds (4.877 à 5.486 mètres) de longueur ne pourraient être transbordés sur ces plaques tournantes à moins de reconstruire entièrement celles-ci, et même alors il faudrait apporter aux installations des changements considérables avant de pouvoir employer des wagons d'une capacité plus grande. Nous en trouvons un exemple frappant dans les hangars à marchandises et magasins appartenant à plusieurs des plus importantes compagnies dont les lignes desservent la ville de Manchester, installations qui se trouvent absolument à angle droit avec les voies courantes, ce qui fait que tous les wagons, chargés ou à vide, doivent passer sur une plaque tournante. Dans les cas cités, les plaques tournantes sont trop rapprochées les unes des autres pour qu'il soit possible de les agrandir et, par conséquent, l'utilisation de wagons plus grands entraînerait la modification complète ou la reconstruction de tous ces hangars et magasins. Il y a aussi sur la Tamise des jetées où il serait impossible de recevoir des wagons de plus de 18 pieds (5.486 mètres) de longueur, à moins de relever et de reconstruire toute la ligne.

Une autre difficulté réside dans les ponts à peser. Les compagnies de la Grande-Bretagne ont l'habitude, pour sauvegarder leurs intérêts, de peser un grand nombre des wagons à charge complète. De plus, pour une taxe insignifiante et parfois même gratuitement, les compagnies entreprennent le pesage des wagons des négociants qui désirent avoir le poids exact des véhicules qu'ils expédient ou qu'ils reçoivent. Mais tous les ponts à peser qui existent actuellement n'ont que juste la longueur suffisante pour peser un wagon ordinaire et ils deviendraient inutilisables si l'on construisait des wagons plus longs.

Il y a, ensuite, les très nombreux raccordements privés des usines, carrières, briqueteries et charbonnages, qui sont reliés par des plaques tournantes à des voies de garage parallèles aux voies principales, et les autres raccordements qui sont reliés directement aux voies principales, mais qui ont, en un point ou en un autre, de nombreuses plaques tournantes. Dans tous ces cas, ces dernières n'ont que des dimensions limitées.

L'adoption générale d'un type de wagon à marchandises de dimensions plus grandes soulèverait certainement les clameurs d'un très grand nombre d'industriels, que cette mesure obligerait à modifier leurs raccordements et leurs gares privés et à supporter, de ce chef, une dépense considérable de premier établissement (1).

(1) Postérieurement à la rédaction de ce rapport, le passage suivant a paru dans un important journal de la province, *The Western Morning News* : « Lorsque nous comparons un wagon à marchandises anglais à un wagon américain en acier, pouvant transporter 100,000 livres (45,360 kilogrammes), il nous est facile, » dit un ingénieur de Chicago écrivant dans *Engineering*, « de comprendre la différence entre les taxes des marchandises aux États-Unis et celles des lignes anglaises. Une importante compagnie anglaise avait songé sérieusement à augmenter sensiblement les dimensions de ses wagons à marchandises, ses observations l'ayant convaincue que c'était dans cette voie qu'on pouvait arriver le plus rapidement à la réduction des tarifs. Dans ce but, elle consulta ses principaux clients, qui se trouvaient être des charbonnages, mais ils protestèrent unanimement en disant : « Non, ne le faites pas, car sinon, nous devrons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Telles sont quelques-unes des considérations dont il faut tenir compte lorsqu'on examine la question de la capacité la plus économique des wagons à marchandises.

Voyons maintenant quels sont actuellement les usages du commerce en Angleterre. Nous trouvant, il y a quelque temps, en Amérique, nous demandâmes au président d'une des plus importantes lignes américaines de nous expliquer pourquoi, pour certaines catégories de marchandises, les tarifs anglais étaient tellement plus élevés que les tarifs américains. Il nous mena alors à une fenêtre, d'où il nous montra quelques grands wagons fermés portant le nom d'une compagnie d'expédition par exprès bien connue et nous dit : « Ajoutez les taxes perçues par la compagnie d'expédition à vos propres taxes, et les deux, combinées, permettront d'établir une comparaison plus juste avec les tarifs des compagnies anglaises. »

En réalité, le chemin de fer anglais est à beaucoup de points de vue un détaillant, tandis qu'en Amérique l'ensemble des transports représente plutôt une affaire en gros, presque tout le travail de détail étant laissé aux mains des agences d'expédition. Cette différence dans les usages demande une explication et l'on peut en trouver la raison dans ce fait que les chemins de fer anglais furent, en somme, les premiers et que, lorsqu'ils furent créés, ils eurent à reprendre un trafic qui existait déjà dans un pays à population très dense. Le fait doit donc être en très grande partie attribué à l'adaptation naturelle d'un nouveau mode de transport aux nécessités existantes du commerce.

Avant l'établissement des chemins de fer anglais, le transport des marchandises ordinaires, en dehors des transports par eau, était effectué par les voituriers. Ceux-ci allaient prendre de petites quantités de marchandises chez un grand nombre d'expéditeurs de nos grandes villes pour les distribuer à un grand nombre de destinataires dans les petites villes et les villages. Lorsque les chemins de fer anglais furent créés, le wagon remplaça simplement la carriole du voiturier et transporta à peu près dans les mêmes conditions les mêmes marchandises hétéroclites. Ce qui prouve que ce fut là très généralement le cas, c'est qu'une certaine partie d'une station à marchandises de Londres est encore appelée le « hangar des voituriers ».

Mais on peut se demander comment tout cela affecte la dimension des wagons à marchandises. C'est que les négociants de détail ont naturellement demandé le maintien et l'extension des facilités dont ils jouissaient déjà pour le transport de leurs marchandises par expéditions relativement peu considérables, permettant de satisfaire aux besoins hebdomadaires ou journaliers. Mais la rapidité du transport et la promptitude de la remise ne pouvaient s'obtenir qu'en réservant un wagon séparé pour chaque station en destination de laquelle on pouvait compter qu'une quantité raisonnable de marchandises serait expédiée chaque jour. Et c'est ainsi qu'à l'origine le wagon de petites dimensions fut adopté.

---

modifier nos raccordements, nos installations de chargement pour le charbon, etc., ce qui nous coûtera une masse d'argent.» La compagnie fut donc obligée de renoncer à ses projets. « Ce n'est pas là », ajoute *Engineering*, « la réponse qu'un directeur d'une compagnie américaine recevrait de ses clients s'il leur proposait un projet permettant d'arriver à une réduction des tarifs. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le maintien de ce type est nécessité par le fait que, loin de disparaître, l'habitude de commander de petites quantités et d'en exiger la prompte livraison, ne fait que s'implanter de plus en plus, tous les directeurs de chemins de fer pouvant se convaincre par leur expérience journalière que l'importance moyenne des expéditions diminue constamment. Il en résulte que, sur les diverses lignes anglaises, le chargement moyen des marchandises ordinaires, dans un wagon pouvant transporter 8 à 10 tonnes, varie entre 25 et 40 quintaux (1,270 et 2,030 kilogrammes) seulement.

Alors que des parcours de 100 à 300 milles (161 à 483 kilomètres) doivent être effectués par les trains de marchandises en un temps assez court et que les marchandises doivent être livrées dans les douze ou quatorze heures après leur réception, ce qui est très généralement réalisé, il serait évidemment impossible d'avoir beaucoup de wagons contenant des expéditions en destination de différentes stations, ce qui entraînerait une grande perte de temps pour le déchargement aux divers arrêts en cours de route. Cette difficulté reçoit une solution satisfaisante par l'emploi des petits wagons qui peuvent être rapidement garés, ce qui permet au train de continuer immédiatement son voyage.

Un autre avantage du petit wagon, c'est la plus grande chance qu'il offre d'avoir un fret de retour rémunérateur, l'avantage du grand wagon à l'aller pouvant souvent être plus que compensé par le désavantage du retour avec une très faible charge.

On soutient donc que le wagon relativement petit, si largement en usage actuellement sur les chemins de fer anglais, peut être considéré comme l'unité la plus commode pour le trafic général ou de détail auquel les compagnies anglaises doivent faire face.

Mais on peut à bon droit se demander pourquoi, mettant un instant de côté les difficultés au point de vue des plaques tournantes, des ponts à peser, etc., des wagons plus grands ne sont pas utilisés pour le transport des grains, des bois, etc., entre les localités où leur emploi est possible? Il faut ici avoir égard à la catégorie des transports et au volume des expéditions et l'on peut répondre à la question en disant que les wagons actuellement en usage sur les chemins de fer anglais sont parfaitement suffisants pour les expéditions moyennes, la capacité de charge des wagons ordinaires étant généralement fixée à 8 à 10 tonnes, ce dernier chiffre étant très fréquent.

La capacité à transporter ce poids varie naturellement d'après le volume des expéditions. On peut cependant dire que l'on peut facilement transporter 6 tonnes de grains et de beaucoup d'autres produits agricoles. Mais combien souvent de telles quantités sont-elles offertes au transport en Grande-Bretagne?

Pour les grains, l'expédition moyenne se rapproche plus de 2 tonnes que de 6, bien que des tarifs considérablement plus bas soient offerts pour les expéditions de 4 ou de 6 tonnes. Une compagnie anglaise a récemment mis en vigueur un tarif spécial pour les transports agricoles par expéditions de 6 tonnes, tarif basé sur des taxes exceptionnellement basses et permettant de former les expéditions de marchandises de nature différente. Cet essai était fait en vue de venir en aide aux agriculteurs et d'obtenir des charges complètes de wagons, mais l'expérience fut en somme un insuccès, les fermiers et les négociants n'ayant guère répondu à l'appel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La question est en grande partie entre les mains du public. Si même l'on ne faisait que tirer raisonnablement parti de la capacité actuelle des wagons à marchandises, la question de l'agrandissement des wagons pour le trafic ordinaire rentrerait dans les limites de la politique pratique. Sans doute on peut dire à bon droit qu'une direction énergique est en avance sur son temps et doit montrer la voie au commerce et à l'industrie. Cela a été fait et cela se fait tous les jours, mais l'appât offert par une réduction des taxes ne semble pas jusqu'à présent pouvoir amener le public à former, par l'effort individuel ou par l'association, les expéditions nécessaires pour un véhicule plus grand. Cependant, pour être juste envers les compagnies anglaises comme envers les expéditeurs, il ne faut pas perdre de vue ce fait important que, par suite de la faible étendue du territoire et des courts parcours qui en sont la conséquence ainsi que de la nature des produits du pays, il n'existe pas et n'existera probablement jamais la même nécessité de construire et d'employer de grands wagons qui se présente naturellement aux États-Unis et dans certaines autres contrées.

Quelle sera donc notre conclusion? Ce ne sera certainement pas que les chemins de fer de la Grande-Bretagne doivent ne rien faire à ce point de vue. Nous admettons très franchement l'énorme avantage de la réduction du poids mort par rapport au poids *payant* des wagons chargés. Nous reconnaissons pleinement l'avantage de cette réduction au point de vue de la voie et l'économie de traction que permet de réaliser l'emploi du long truck sur bogies comparé à celui du petit wagon ordinaire à empattement rigide.

Il y a beaucoup de points entre lesquels il y a un courant constant de trafic lourd dans les deux sens et, dans ces cas, il semble certain que les wagons de grande capacité pourraient et devraient même être essayés à titre d'expérience. Le « Caledonian Railway » est sur le point de tenter un tel essai et va construire des wagons de dimensions exceptionnelles pour le transport du minerai de fer. Un essai analogue est entrepris entre Southampton et Londres, points entre lesquels il y a un courant constant de très lourdes expéditions pour l'exportation par mer. Un wagon pouvant transporter une charge de 25 tonnes et offrant environ deux fois et demie la capacité cubique des wagons ordinaires a été construit et a donné pleine satisfaction, la compagnie pouvant facilement obtenir des chargements complets dans les deux directions. Après un essai suffisamment prolongé, on compte se pourvoir d'un nombre suffisant de ces wagons pour transporter entre ces deux points la masse de ce trafic d'exportation. Ce ne sont là que deux exemples pris entre beaucoup d'autres.

Il convient de se rappeler que partout où, d'après la nature spéciale du trafic, la nécessité s'en présentait, des types spéciaux de wagons, dont quelques-uns de très grande capacité, ont été depuis longtemps adoptés. C'est ainsi que ce que l'on appelle les « trucks pour machines » (*machine trucks*), placés bas sur roues et pouvant porter un poids très lourd, sont d'usage constant dans les régions manufacturières. Les compagnies desservant les villes où l'on fabrique les glaces de grandes dimensions, ont pour ces transports des types spéciaux de wagons. Il existe des wagons d'environ 40 pieds (12.20 mètres) de longueur pour le transport, d'un port de la côte méridio-

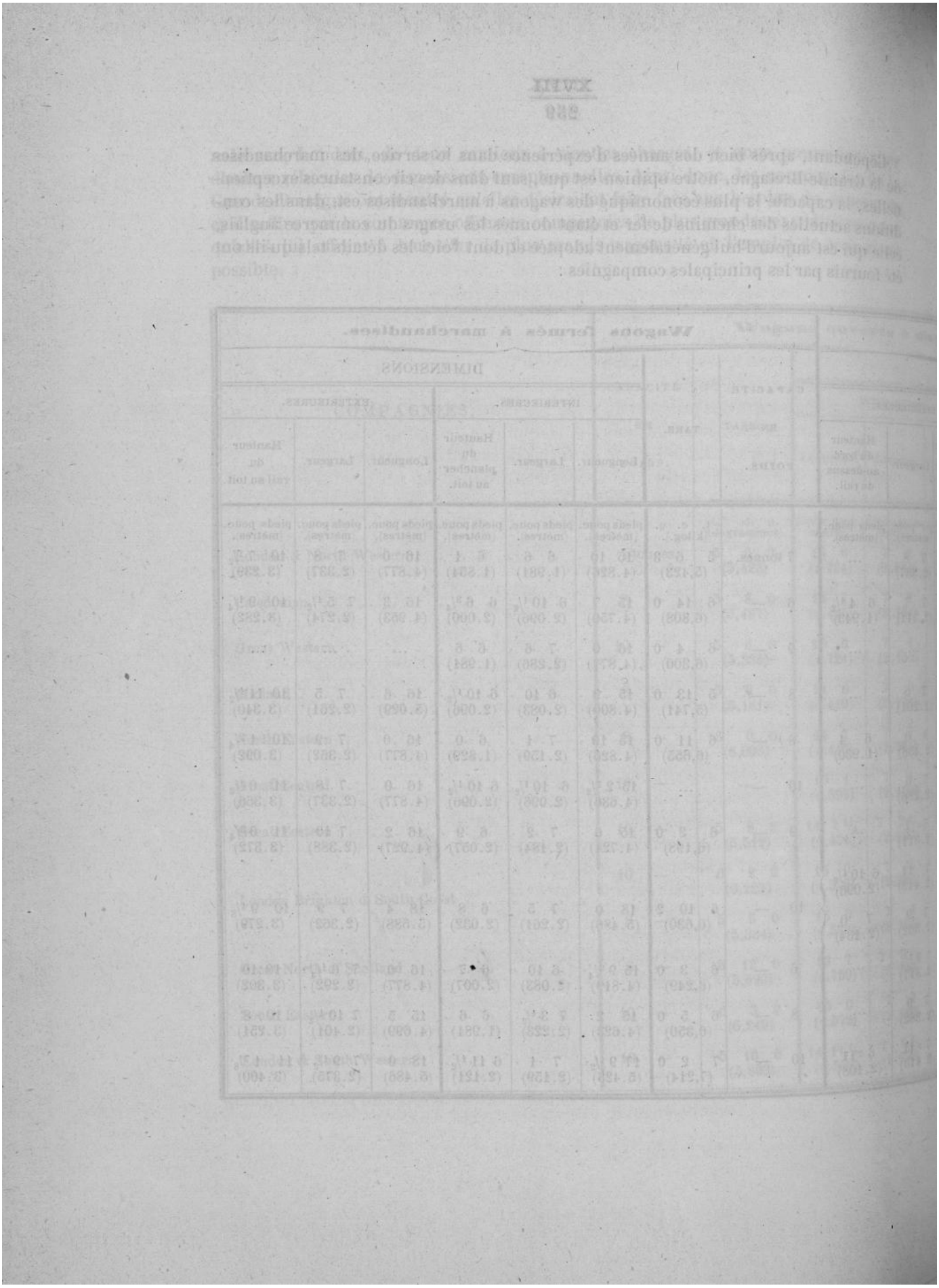
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nale vers Londres, de deux camions à viandes chargés, et nous pourrions citer d'autres véhicules de dimensions exceptionnelles. Ainsi donc, les compagnies de la Grande-Bretagne ont montré qu'elles désiraient faire face aux besoins du commerce et il suffira que le commerce offre aux compagnies de plus grandes expéditions pour qu'elles lui offrent à leur tour de plus grands wagons là où l'emploi de ceux-ci est possible.

Cependant, après bien des années d'expérience dans le service des marchandises de la Grande-Bretagne, notre opinion est que, sauf dans des circonstances exceptionnelles, la capacité la plus économique des wagons à marchandises est, dans les conditions actuelles des chemins de fer et étant donnés les usages du commerce anglais, celle qui est aujourd'hui généralement adoptée et dont voici les détails tels qu'ils ont été fournis par les principales compagnies :

COMPAGNIES.	Wagons ouverts à march…					Wagons fermés à marchandises.					
	CAPACITÉ EN POIDS.	TARE.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur des…	CAPACITÉ EN POIDS.	TARE.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur du plancher au toit.	DIMENSIONS EXTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur du rail au toit.
		t. c. q. (kilogrammes).	pieds pouc. (mètres).	pieds pouc. (mètres).	pieds pouc. (mètres).		t. c. q. (kilog.).	pieds pouc. (mètres).	pieds pouc. (mètres).	pieds pouc. (mètres).	pieds pouc. (mètres).	pieds pouc. (mètres).	pieds pouc. (mètres).
London & North Western	7 tonnes.	5 6 3 (5,423)	15 6 (4.724)	7 2 (2.184)	3 …	7 tonnes.	5 6 3 (5,423)	15 10 (4.826)	6 6 (1.981)	6 1 (1.854)	16 0 (4.877)	7 8 (2.337)	10 7 1/2 (3.239)
Caledonian	8 —	5 8 0 (5,487)	14 7 (4.445)	7 2 (2.184)	2 …	6 —	6 14 0 (6,808)	15 7 (4.750)	6 10 1/2 (2.096)	6 6 3/4 (2.000)	16 3 (4.953)	7 5 1/2 (2.274)	10 9 1/4 (3.282)
Great Western	10 —	5 6 0 (5,385)	15 6 (4.724)	7 1 (2.159)	2 …	9 —	6 4 0 (6,300)	16 0 (4.877)	7 6 (2.286)	6 6 (1.984)	…	…	…
Midland	8 —	5 2 0 (5,181)	14 6 (4.419)	7 0 (2.134)	2 …	8 —	5 13 0 (5,741)	15 9 (4.800)	6 10 (2.083)	6 10 1/2 (2.096)	16 6 (5.029)	7 5 (2.261)	10 11 1/2 (3.340)
North Eastern	8 —	6 0 0 (6,096)	14 7 (4.445)	7 7 (2.311)	2 …	8 —	6 11 0 (6,655)	15 10 (4.826)	7 1 (2.159)	6 0 (1.829)	16 0 (4.877)	7 9 (2.362)	10 1 3/4 (3.092)
Great Central	10 —	…	15 1 (4.597)	7 1 (2.159)	3 …	10 —	…	15 2 1/2 (4.636)	6 10 1/2 (2.096)	6 10 1/2 (2.096)	16 0 (4.877)	7 8 (2.337)	11 0 1/2 (3.366)
Great Eastern	10 —	5 8 2 (5,512)	14 7 1/4 (4.454)	7 2 1/4 (2.190)	2 …	9 —	6 2 0 (6,198)	15 6 (4.724)	7 2 (2.184)	6 9 (2.057)	16 2 (4.927)	7 10 (2.388)	11 0 3/4 (3.372)
London Brighton & South Coast	10 —	6 2 2 (6,223)	15 0 (4.572)	7 6 (2.286)	2 …	10 —	6 10 2 (6,630)	18 0 (5.486)	7 5 (2.261)	6 8 (2.032)	18 4 (5.588)	7 9 (2.362)	10 9 1/8 (3.279)
	8 —	5 5 0 (5,334)	15 0 (4.572)	7 4 (2.235)	2 …								
Great North of Scotland	8 —	5 12 0 (5,690)	15 7 (4.750)	7 2 1/4 (2.190)	2 …	6 —	6 3 0 (6,249)	15 9 3/4 (4.819)	6 10 (2.083)	6 7 (2.007)	16 0 (4.877)	7 6 1/4 (2.292)	10 10 (3.302)
South Eastern	10 —	6 3 0 (6,249)	15 0 (4.572)	7 4 (2.235)	2 …	8 —	6 5 0 (6,350)	15 2 (4.623)	7 3 1/2 (2.225)	6 6 (1.981)	15 5 (4.699)	7 10 1/2 (2.401)	10 8 (3.251)
London & South Western	10 —	5 16 0 (5,893)	14 11 1/2 (4.554)	7 6 1/2 (2.299)	…	10 —	7 2 0 (7,214)	17 9 1/2 (5.423)	7 1 (2.159)	6 11 1/2 (2.124)	18 0 (5.486)	7 9 1/2 (2.375)	11 1 7/8 (3.400)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[625.24(01)]

EXPOSÉ N° 1

(Australasie)

Par CHARLES OLIVER,

CHIEF COMMISSIONER, NEW SOUTH WALES GOVERNMENT RAILWAYS.

D'après la liste des rapporteurs désignés pour la sixième session du Congrès international des chemins de fer — liste qui ne m'est parvenue qu'il y a quelques jours, — le sujet sur lequel j'aurais à faire rapport est la question de la capacité la plus économique des wagons à marchandises *dans les colonies anglaises*. J'avais cependant compris d'abord que mes recherches se limiteraient aux réseaux de l'Australasie comprenant les colonies de la Nouvelle-Galles du Sud, de Victoria, de l'Australie méridionale, de l'Australie occidentale, de la Tasmanie et de la Nouvelle-Zélande, et il est maintenant trop tard pour qu'il me soit possible de les étendre au delà.

Les lignes australiennes, à part quelques exceptions, sont la propriété des différents gouvernements. Les lignes appartenant à des compagnies ne représentent au total qu'une longueur d'environ 700 milles (1,127 kilomètres), dont près de la moitié dans l'Australie occidentale. Le matériel roulant de ces lignes a peu d'importance au point de vue de l'influence qu'il pourrait avoir sur l'étude de la question générale que je traite et je n'en ai pas tenu compte.

Je me suis mis en rapport avec les diverses administrations des chemins de fer d'État des colonies australiennes qui ont bien voulu me fournir un grand nombre de renseignements. Ceux-ci sont résumés dans l'annexe à ce rapport auquel est également jointe une carte indiquant le tracé des lignes de chacun des réseaux.

Les chemins de fer d'État de l'Australasie sont construits à trois écartements différents :

COLONIES.	ÉCARTEMENT.	LONGUEUR DE LIGNE EXPLOITÉE.
Nouvelle-Galles du Sud	4 p^{ds} 8 1/2 p^{ces} (1^{m}435)	2,648 milles (4,261.5 kil.)
Victoria et partie de l'Australie méridionale	5 — 3 — (1^{m}600)	3,611 — (5,811.2 —)
Australie méridionale, Queensland, Australie occidentale, Tasmanie et Nouvelle-Zélande	3 — 6 — (1^{m}067)	7,601 — (12,232.4 —)
		13,860 milles (22,305.1 kil.)

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que, dans l'Australie méridionale, il y a des lignes de deux écartements, l'un de 5 pieds 3 pouces (1.600 mètre), l'autre de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre). Le premier se rapporte surtout à la portion de la ligne principale qui se relie à la colonie voisine de Victoria où toutes les lignes sont construites à cet écartement.

Les lignes de la Nouvelle-Galles du Sud sont reliées à celles du Queensland au nord et à celles de Victoria au sud; cette dernière colonie est à son tour reliée par chemin de fer à l'ouest à l'Australie méridionale : les capitales de ces colonies, Sydney, Brisbane, Melbourne et Adelaïde, sont donc mises en communication par le chemin de fer. La question de l'unification de l'écartement a fait l'objet d'un examen et il est probable que l'écartement de 4 pieds 8 $^1/_2$ pouces (1.435 mètre) sera un jour adopté par la colonie de Victoria pour la partie de la ligne de l'Australie méridionale située entre Adelaïde et la frontière de Victoria.

Les relations par les lignes à l'écartement de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre) ne sont possibles qu'entre le Queensland, l'Australie méridionale et l'Australie occidentale, et il se passera encore bien des années avant que ces lignes soient en situation de pouvoir faire des échanges de matériel.

Nature et direction du trafic.

Les produits des colonies consistent généralement en matières premières qui sont expédiées par chemin de fer de l'intérieur du pays vers la côte pour être traitées sur place, exportées ou distribuées entre les centres de population.

Le trafic de la côte vers l'intérieur du pays consiste principalement en articles manufacturés, soit importés, soit fabriqués dans les villes de la côte où est fixée la plus grande partie de la population; dans quelques colonies, il y a cependant aussi dans ce sens un mouvement considérable de combustible, de machines et d'autres articles nécessaires aux industries extractives de l'or, de l'argent et du cuivre établies dans l'intérieur du pays.

A l'exception de l'Australie occidentale où les produits de l'agriculture et de l'élevage ne représentent pas un trafic aussi important que dans les autres colonies, le mouvement de l'intérieur vers la côte représente un poids beaucoup plus fort que dans l'autre sens, et il s'opère surtout pendant les saisons de la tonte de la laine et de la récolte des blés, soit pendant les mois d'été, de septembre à mars.

Description du matériel roulant.

Ce matériel se compose au total de 38,524 véhicules servant au transport des marchandises et d'une capacité totale de 303,847 tonnes anglaises (308,723 tonnes métriques). On peut d'une manière générale les ranger en deux catégories : 1° wagons à deux essieux d'une capacité maximum de 10 tonnes anglaises (10.160 tonnes métriques), et 2° wagons sur bogies d'une capacité variant de 7 tonnes anglaises (7.112 tonnes métriques) sur la voie de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre), à 43 tonnes anglaises (43.690 tonnes métriques) sur la voie de 5 pieds 3 pouces (1.600 mètre).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les wagons à marchandises à deux essieux représentent au total un effectif de 34,601 véhicules et leur capacité est de 81 p. c. de la capacité totale. Les wagons à bogies représentent un effectif de 3,923 véhicules et leur capacité est de 19 p. c. de la capacité totale. On voit donc que les wagons à deux essieux, dont la capacité ne dépasse pas 10 tonnes anglaises (10.160 tonnes métriques), sont ceux que l'on utilise de préférence.

Les wagons servant au transport des marchandises peuvent encore être classés en wagons découverts et wagons fermés. Ces derniers sont généralement à deux essieux et leur capacité représente 9 p. c. de la capacité totale.

COMPARAISON DES DIFFÉRENTS TYPES.

Wagons découverts à deux essieux.

Pour faire cette comparaison, il faut écarter bon nombre de wagons encore en usage, mais de modèles qui ont été remplacés par d'autres plus modernes adoptés aujourd'hui comme types. Bien que, dans beaucoup de cas, par suite de l'adoption récente de ces types, le nombre des wagons de l'espèce ne soit pas considérable, il montre que, dans la plupart des colonies, on s'est préoccupé de la question du choix du type de wagon répondant le mieux aux nécessités générales.

La comparaison des modèles-types est compliquée par l'existence des différents écartements. Pour les wagons à deux essieux, la charge maximum la plus élevée est celle admise sur les voies de 4 pieds 8 $^1/_2$ pouces (1.435 mètre) et de 5 pieds 3 pouces (1.600 mètre), où les wagons sont construits pour porter 10 tonnes anglaises (10.160 tonnes métriques). Sur les voies à l'écartement de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre), la charge maximum est de 6 à 6 $^3/_4$ tonnes anglaises (6.096 à 6.858 tonnes métriques).

Cependant, beaucoup d'articles transportés en grandes quantités ont un volume si considérable que la charge réelle que l'on peut mettre sur un wagon est de beaucoup inférieure à la charge maximum de ce wagon, et il est par conséquent important d'obtenir la plus grande surface possible de plancher. A ce point de vue, la plus grande surface de plancher est offerte par le wagon-type de Victoria (voie de 5 pieds 3 pouces [1.600 mètre]) qui a 7 pieds 6 $^1/_2$ pouces (2.299 mètres) de largeur et offre une surface de plancher de 136 pieds carrés (12.64 mètres carrés); le wagon-type de la Nouvelle-Galles du Sud (voie de 4 pieds 8 $^1/_2$ pouces [1.435 mètre]) construit spécialement en vue des transports de laine, est de 2 pieds 4 $^5/_8$ pouces (727 millimètres) plus court que celui de Victoria, mais il a 8 pieds 4 pouces (2.540 mètres) de largeur et offre une surface de plancher de 130 pieds carrés (12.08 mètres carrés). La laine s'expédie en grandes balles, et le wagon de la Nouvelle-Galles du Sud peut en transporter un plus grand nombre que celui de Victoria, tout en pouvant, d'autre part, contenir autant de grains ou d'autres marchandises pondéreuses. Parmi les wagons de la voie de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre), le wagon de la Tasmanie, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

offre une surface de plancher de 102 pieds carrés (9.48 mètres carrés) donne les meilleurs résultats; on y est parvenu également en donnant à ce wagon une largeur plus grande que celle des wagons des autres lignes de même écartement.

Le meilleur résultat, au point de vue du rapport entre la charge maximum et le poids du wagon vide sur rail pour les voies de 4 pieds 8 $^1/_2$ pouces et de 5 pieds 3 pouces (1.435 et 1.600 mètre), est fourni par le wagon en acier de Victoria, qui pèse 11 $^3/_4$ quintaux par tonne anglaise (587.5 kilogrammes par tonne métrique) de charge, poids qui, en cas d'adoption générale d'un modèle nouveau, pourrait être réduit à 10 quintaux (500 kilogrammes par tonne métrique). Pour la voie de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre), le wagon du Queensland (construit entièrement en bois) ne pèse que 9 $^2/_4$ quintaux par tonne anglaise (465 kilogrammes par tonne métrique) de charge.

Wagons découverts sur bogies.

Les wagons découverts sur bogies des modèles-types pour les voies de 4 pieds 8 $^1/_2$ pouces et de 5 pieds 3 pouces (1.435 et 1.600 mètre) sont construits pour porter des charges de 22, 24 et 26 tonnes (22.353, 24.385 et 26.417 tonnes métriques); pour la voie de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre), la capacité de transport est de 12, 12 $^1/_2$ et 16 tonnes (12.193, 12.701 et 16.257 tonnes métriques).

Le wagon à bogies adopté comme type sur les chemins de fer de la Nouvelle-Galles du Sud (voie de 4 pieds 8 $^1/_2$ pouces [1.435 mètre]) est construit en bois avec châssis mixte, en bois et en fer; il a 31 pieds 7 pouces (9.626 mètres) de longueur, et 8 pieds 4 pouces (2.540 mètres) de largeur, ce qui donne une surface de plancher de 263 pieds carrés (24.43 mètres carrés), et sa charge maximum est de 24 tonnes (24.385 tonnes métriques).

Le wagon sur bogies de Victoria (voie de 5 pieds 3 pouces [1.600 mètre]), construit en bois avec châssis en acier, a une capacité maximum de 26 tonnes (26.417 tonnes métriques) et une surface de plancher de 279 pieds carrés (25.92 mètres carrés). Ce wagon est plus long qu'aucun autre véhicule-type du même modèle, la longueur totale entre les extrémités des tampons étant de 38 pieds 5 $^1/_4$ pouces (11.715 mètres). Cette longueur est cependant dépassée dans quelques autres véhicules; c'est ainsi que les wagons en acier sur bogies et à trémies pour les transports de charbon, que l'on construit actuellement pour les lignes de Victoria, ont une longueur totale entre les extrémités des tampons de 51 pieds 4 $^7/_8$ pouces (15.668 mètres), pèsent 17 tonnes (17.273 tonnes métriques) et ont une capacité de transport de 43 tonnes (43.690 tonnes métriques), le poids à vide sur rail n'étant ainsi que de 8 quintaux par tonne anglaise (400 kilogrammes par tonne métrique) de charge. Ce wagon est d'un modèle exceptionnel et il est construit en vue de satisfaire aux nécessités du trafic du charbon dans la colonie de Victoria, trafic limité au transport du charbon consommé par le service des locomotives ou nécessaire pour les besoins domestiques ou industriels, le charbon ne donnant pas lieu à un commerce d'exportation. Dans la Nouvelle-Galles du Sud, où une grande partie du charbon transporté doit être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mise à bord des navires, on emploie des wagons à trémies avec caisse mobile que l'on peut enlever avec une grue et vider par les écoutilles; mais la plus grande partie du trafic d'exportation du charbon est transportée dans des wagons particuliers. Le charbon pour locomotives est transporté dans des wagons sur bogies munis d'un dispositif de déversage.

Pour la voie de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre), le wagon à bogies de 12 tonnes (12.193 tonnes métriques) de la Tasmanie est le plus grand, la surface offerte de plancher atteignant 248 pieds carrés (23.04 mètres carrés) et la longueur totale entre les extrémités des tampons étant de 35 pieds 3 pouces (10.744 mètres). C'est là le plus long wagon de modèle-type pour la voie de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre) et sa largeur, qui est de 7 pieds 9 pouces (2.362 mètres), est aussi supérieure à celle d'aucun autre modèle.

Wagons fermés.

Sauf dans l'Australie occidentale, on n'emploie les wagons fermés pour les usages courants que dans une mesure limitée. Ils sont surtout utilisés pour le transport des fruits, des produits de la laiterie, des viandes fraîches et des explosifs. Beaucoup d'articles transportés en grandes quantités ne réclament pas de protection et, de l'avis général, les wagons découverts dont le chargement peut au besoin être protégé au moyen de bâches sont plus commodes et plus économiques.

Parmi les wagons à deux essieux, le wagon couvert de Victoria, qui a une capacité de 975 1/3 pieds cubes (27.617 mètres cubes) et qui porte 10 tonnes (10.160 tonnes métriques), donne les meilleurs résultats; pour la voie de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre), c'est le wagon de l'Australie occidentale pouvant transporter 6 tonnes (6.096 tonnes métriques) et offrant une contenance totale de 668 pieds cubes (18.915 mètres cubes) qu'il faut préférer.

Parmi les grands wagons, le plus commode est le wagon à châssis tubulaire de la Nouvelle-Galles du Sud qui a une capacité de 2,040 pieds cubes (57.763 mètres cubes) et qui peut porter 19 tonnes (19.305 tonnes métriques), et, sur la voie de 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre), le wagon de la Nouvelle-Zélande qui a une capacité de 1,380 pieds cubes (39.075 mètres cubes) et qui porte 12 tonnes (12.193 tonnes métriques).

Mode de construction.

Dans la plupart des colonies, on trouve en abondance sur place des bois convenables pour la construction des wagons, tandis que, dans la plupart des cas, on doit importer le fer et l'acier. Sauf dans la colonie de Victoria où un certain nombre de wagons en acier sont maintenant en service, l'usage est d'utiliser le bois pour la caisse des wagons. On emploie généralement des châssis en fer, en acier, ou des châssis mixtes, en bois et en fer.

Il est impossible de tirer aucune conclusion sérieuse de la comparaison du coût de premier établissement des wagons, le mode de construction, ainsi que le prix des matériaux différant d'une colonie à l'autre. Voici cependant quelques chiffres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indiquant le coût de construction de petits et de grands wagons dans chaque colonie. Ce coût comprend les roues et les essieux, mais non le prix des appareils de freinage automatiques lorsqu'on en fait usage.

COLONIES.	COUT DE CONSTRUCTION.			COUT.			
	Petits wagons.	Grands wagons.	Rapport des grands aux petits wagons.	Par tonne anglaise (tonne métrique) de charge maximum.		Par pied carré (mètre carré) de surface de plancher.	
				Petits wagons.	Grands wagons.	Petits wagons.	Grands wagons.
	£ (Francs.)	£ (Francs.)		£ s. d. (Francs.)	£ s. d. (Francs.)	£ s. d. (Francs.)	£ s. d. (Francs.)
Nouvelle-Galles du Sud .	139 (3,475)	245 (6,125)	1.763	13 18 0 (342.01)	10 4 2 (251.18)	1 1 5 (288.16)	0 18 8 (251.13)
Victoria	152 (3,800)	374 (9,350)	2.461	15 4 0 (374.00)	14 7 8 (353.90)	1 2 4 (300.54)	1 6 10 (361.03)
Queensland	56 (1,400)	100 (2,500)	1.786	8 6 0 (204.22)	8 0 0 (196.84)	0 11 4 (152.53)	0 9 4 (125.62)
Australie occidentale . .	81 (2,025)	233 (5,825)	2.877	13 10 0 (332.17)	19 8 4 (477.75)	0 16 8 (224.22)	1 2 2 (298.28)
Tasmanie.	91 (2,275)	200 (5,000)	2.198	15 3 4 (373.18)	16 13 4 (410.09)	0 17 10 (239.94)	0 16 2 (217.55)
Nouvelle-Zélande . . .	90 (2,250)	220 (5,500)	2.444	15 0 0 (369.08)	13 15 0 (338.32)	0 19 2 (257.91)	1 1 3 (285.90)

Dans tous les cas, sauf dans la Nouvelle-Galles du Sud et le Queensland, le coût de construction des grands wagons est plus que double de celui des petits. Dans l'Australie occidentale et la Tasmanie, le coût par tonne de charge maximum est plus élevé pour les grands wagons; le coût par pied carré de surface de plancher est plus élevé dans la colonie de Victoria, l'Australie occidentale et la Nouvelle-Zélande.

Le coût de construction du wagon en acier à deux essieux de Victoria, qui est de £ 152 (3,800 francs) est le plus élevé; celui du wagon du Queensland construit complètement en bois est le plus bas. Pour les grands wagons, le coût de construction varie entre £ 100 (2,500 francs), pour les wagons en bois du Queensland (voie de 3 pieds 6 pouces [1.067 mètre]), et £ 374 (9,350 francs) pour les wagons à caisse en bois et châssis en acier de Victoria (voie de 5 pieds 3 pouces [1.600 mètre]).

Sur les lignes de la Nouvelle-Galles du Sud, la durée moyenne d'un wagon en bois ordinaire est de vingt ans et cette durée peut être admise en général pour les wagons en bois. On compte que les wagons à châssis en fer, en acier ou mixte auront une durée plus longue, mais le temps qui s'est écoulé depuis l'introduction de ces modèles ne permet pas encore de la fixer.

Dans la colonie de Victoria, 171 wagons en fer construits de 1869 à 1873 sont encore en service, mais, depuis l'année dernière, ils n'ont pas été dénombrés. Depuis deux ans, cette colonie a adopté l'acier pour la construction de ses wagons. La principale raison en est sans doute la rareté des bois de construction convenables et,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par conséquent, l'économie de l'emploi de l'acier au point de vue tant du coût de construction que des dépenses d'entretien.

Dans la Nouvelle-Galles du Sud et le Queensland, on trouve en abondance des bois de construction convenant pour la confection des wagons, et il y a donc moins de raison d'adopter le type en acier. Le Queensland n'a même pas jugé utile d'adopter des châssis en fer, en acier ou mixtes.

L'Australie méridionale et l'Australie occidentale, pour leurs wagons-types, emploient respectivement des châssis en fer et des châssis mixtes avec caisses en bois.

En général, cependant, il y a tendance croissante à l'adoption de l'acier, mais son adoption prochaine n'est pas à prévoir dans les régions où le bois de construction est en abondance, étant donné que cette adoption nécessiterait d'importants changements dans l'outillage des ateliers et le remplacement d'artisans habiles par d'autres de métiers différents.

Comparaison entre la capacité de transport et le poids mort des différents types de wagons découverts à haussettes, à deux essieux et sur bogies.

Voici la comparaison entre les types de wagons du petit et du grand modèle au point de vue de la charge maximum et de la surface de plancher :

Ecartement.	COLONIES.	TONNAGE INSCRIT.			SURFACE DE PLANCHER.		
		Petits wagons.	Grands wagons.	Rapport des grands aux petits wagons.	Petits wagons.	Grands wagons.	Rapport des grands aux petits wagons.
Pds Pces (Mètres.)		T. angl. (T. mét.)	T. angl. (T. mét.)		Pds carrés (M. car.)	Pds carrés (M. car.)	
4 8 1/2 (1.435)	Nouvelle-Galles du Sud	10 (10.160)	22 (22.353)	2.200	130 (12.08)	263 (24.43)	2.023
			24 (24.385)	2.400			
5 3 (1.600)	Victoria	10 (10.160)	26 (26.417)	2.600	136 (12.63)	279 (25.92)	2.051
3 6 (1.067)	Queensland	6 3/4 (6.858)	12 1/2 (12.701)	1.852	99 (9.20)	214 (19.88)	2.162
	Australie occidentale	6 (6.096)	12 (12.193)	2.000	97 (9.01)	210 (19.51)	2.165
	Tasmanie	6 (6.096)	12 (12.193)	2.000	102 (9.48)	248 (23.04)	2.431
	Nouvelle-Zélande	6 (6.096)	16 (16.257)	2.666	94 (8.73)	207 (19.23)	2.202

Sauf dans le Queensland, la charge maximum des grands wagons est soit double de celle des petits, soit plus que double ; dans tous les cas, la surface de plancher des grands wagons est plus que double de celle des petits, bien que, dans la Nouvelle-Galles du Sud, la colonie de Victoria et la Nouvelle-Zélande, la proportion de l'augmentation ne soit pas aussi forte que celle de la charge maximum.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La comparaison entre la capacité des petits et des grands wagons-types et le poids sur rail à vide est la suivante :

Écartement.	COLONIES.	POIDS SUR RAILS A VIDE.			
		PAR TONNE ANGLAISE (TONNE MÉTRIQUE) DE CHARGE MAXIMUM.		PAR PIED CARRÉ (MÈTRE CARRÉ) DE SURFACE DE PLANCHER.	
		Petits wagons.	Grands wagons.	Petits wagons.	Grands wagons.
Pds Pces		Quint. Quarts. Livres. (Kilogrammes.)	Quint. Quarts Livres. (Kilogrammes.)	Quarts. Livres. (Kilogrammes.)	Quarts. Livres. (Kilogrammes.)
4 8 1/2	Nouvelle-Galles du Sud	12 0 22 (610)	9 1 8 (466) / 9 2 9 (479)	3 21 (512.60)	3 3 (424.76) / 3 14 (478.47)
5 3	Victoria	11 2 22 (585) / 10 0 0 (500)	9 3 11 (492)	3 12 (468.68) / 2 26 (400.32)	3 19 (502.91)
	Queensland	9 2 14 (481)	12 0 0 (600)	2 18 (356.41)	2 23 (385.68)
3 6	Australie occidentale	12 2 0 (625)	12 1 0 (650)	3 3 (424.76)	2 22 (380.73)
	Tasmanie	12 2 19 (633)	13 1 9 (667)	2 27 (405.28)	2 16 (351.56)
	Nouvelle-Zélande	11 1 9 (567)	9 0 21 (455)	2 25 (395.48)	2 24 (390.53)

Sauf dans la Tasmanie et le Queensland, le rapport entre le poids sur rail à vide et la charge maximum est en faveur des grands wagons; mais cette supériorité ne se maintient pas lorsqu'on compare la surface relative de plancher des petits et des grands wagons. Il s'ensuit donc que, pour tirer tout le parti possible des grands wagons, il faut qu'ils soient utilisés au transport d'articles pouvant fournir un chargement répondant à leur capacité maximum de transport.

En supposant une quantité de marchandises pesant 500 tonnes (508.024 tonnes métriques) et de nature à permettre de charger les wagons à leur capacité maximum, voici les résultats que l'on obtiendrait respectivement avec les petits et les grands wagons-types, au point de vue du poids des véhicules utilisés et de la longueur de voie occupée par eux :

CHEMINS DE FER.	500 TONNES DE MARCHANDISES CHARGÉES DANS DE					
	PETITS WAGONS.			GRANDS WAGONS.		
	Poids des véhicules.	Nombre de véhicules.	Longueur de voie occupée.	Poids des véhicules.	Nombre de véhicules.	Longueur de voie occupée.
	T. angl. (T. mét.)		Yards. (Mètres.)	T. angl. (T. mét.)		Yards. (Mètres.)
Nouvelle-Galles du Sud	305 (310)	50	328 (300)	242 (246)	21	250 (229)
Victoria	293 (298)	50	356 (326)	256 (260)	20	257 (235)
Nouvelle-Zélande	286 (291)	84	490 (448)	235 (239)	32	347 (317)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que, pour l'expédition de 500 tonnes de marchandises, l'emploi des grands wagons permettrait de réaliser une économie sur le poids total remorqué de 63 tonnes (64.011 tonnes métriques) dans la Nouvelle-Galles du Sud, de 37 tonnes (37.594 tonnes métriques) dans la colonie de Victoria et de 51 tonnes (51.818 tonnes métriques) dans la Nouvelle-Zélande, et qu'il faudrait moins de la moitié du nombre des véhicules, ce qui serait une très grande facilité au point de vue des manœuvres et ce qui, étant donné le faible espace occupé, réduirait au minimum la longueur de voie de garage nécessaire aux stations d'expédition et de destination et, sur les lignes à simple voie, la longueur de voie d'évitement nécessaire en cours de route.

Cependant, le trafic venant de la côte consistant surtout en articles manufacturés, denrées alimentaires, vêtements, etc., ne permet pas de charger les wagons-types sur bogies au maximum de leur capacité ; quant au trafic intérieur, le plein chargement de ces wagons n'est possible que pendant la saison de la laine et celle de la récolte des blés. Pendant ces périodes, on ne peut éviter que les wagons fassent à vide le voyage de la côte vers l'intérieur du pays, et il est, par conséquent, plus avantageux d'utiliser de grands wagons qui peuvent au retour recevoir leur pleine charge que de petits. Cependant cet avantage est considérablement réduit, à raison du nombre limité de grands centres d'expédition comparé au grand nombre de petites stations et de haltes où le chemin de fer doit aller récolter des produits.

En dehors du grand nombre de stations et de haltes dont nous venons de parler, il faut encore que le chemin de fer tienne compte des besoins du petit producteur. Sans doute, les produits de celui-ci sont, en règle générale, souvent charriés en quantités limitées vers la ligne sur une certaine distance et il éprouve donc de la difficulté à fournir le chargement complet même d'un petit wagon pendant le délai qui lui est accordé. Le cas est si fréquent, qu'il y a, dans la Nouvelle-Galles du Sud, un tarif tout particulièrement bas pour les expéditions de 6 tonnes (6.096 tonnes métriques) de produits agricoles. Un tarif analogue s'applique aux expéditions de 3 et de 6 tonnes (3.048 et 6.096 tonnes métriques). Dans l'Australie du Sud et l'État de Victoria, ainsi que dans les autres colonies, on accorde aussi des tarifs réduits pour les produits agricoles en vue d'encourager les expéditions complètes. Il faut également tenir compte des petits négociants qui expédient de petites quantités, dont les affaires sont ordinairement limitées et qui ne sont pas à même de traiter par grandes expéditions.

Pour donner un exemple des chargements actuellement obtenus, on peut dire que, sur les chemins de fer de la Nouvelle-Galles du Sud où la capacité maximum de la plupart des wagons en usage est de 6 à 10 tonnes (6.096 à 10.160 tonnes métriques), le poids moyen transporté par wagon chargé de l'intérieur du pays vers Sydney est de 5 tonnes 10 quintaux 3 quarts (5,626 kilogrammes), tandis que de Sydney vers l'intérieur, le poids moyen par wagon est de 3 tonnes 15 quintaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(4,572 kilogrammes). Sur les chemins de fer de Victoria, le poids moyen transporté en wagons chargés de l'intérieur à ou vers la côte est d'environ 5 tonnes (5.080 tonnes métriques), tandis que pour les wagons voyageant dans l'autre sens, de Melbourne vers l'intérieur, la moyenne n'est que de 2 tonnes 13 quintaux (2,693 kilogrammes). Sur les chemins de fer de la Tasmanie, où la charge maximum de la plupart des wagons est de 6 tonnes (6.096 tonnes métriques), le chargement moyen est de 3 tonnes 18 quintaux (3,963 kilogrammes).

Pour obtenir, au point de vue du poids remorqué, le même résultat que celui qui est obtenu avec les petits wagons des chemins de fer de la Nouvelle-Galles du Sud, les grands wagons de cette colonie devraient arriver à avoir pendant toute l'année un chargement moyen de 10 $^1/_4$ tonnes (10.414 tonnes métriques de l'intérieur du pays vers Sydney et de 7 tonnes (7.112 tonnes métriques) de Sydney vers l'intérieur.

En supposant que tous les petits wagons fussent remplacés par des grands sur les chemins de fer de la Nouvelle-Galles du Sud, les 6,831 wagons découverts à deux essieux étant remplacés par des wagons-types à bogies de 24 tonnes (24.385 tonnes métriques) d'une capacité totale de transport ne dépassant pas celle des wagons actuellement en usage, il en résulterait que le nombre des wagons serait réduit à 1,930 et comme, sur ces chemins de fer, il y a 569 stations et haltes expédiant et livrant les marchandises, la réduction du nombre des véhicules présenterait une difficulté insurmontable au point de vue de la distribution du matériel dans la saison des forts transports.

Les administrateurs des chemins de fer de la Nouvelle-Galles du Sud ont cherché à étendre l'emploi des grands wagons, parce qu'il est bien reconnu qu'il y aurait de grands avantages à faire face au trafic en utilisant des wagons du modèle à bogies, surtout en tenant compte de la nature des lignes au point de vue des fortes rampes et des courbes raides. On a cependant trouvé qu'il était impraticable d'utiliser avec profit une proportion considérable de ces wagons et l'on s'est résolu à augmenter là où c'est possible, de 6 et 7 tonnes à 8 tonnes (6.096 et 7.112 à 8.128 tonnes métriques), la capacité des wagons à deux essieux en renforçant les essieux, et à adopter comme petit wagon-type un wagon à deux essieux pouvant porter 10 tonnes (10.160 tonnes métriques); 200 wagons de ce modèle ont été récemment ajoutés au matériel et l'on en construit encore 400.

Dans la colonie de Victoria, l'effectif des wagons de 10 tonnes a aussi été augmenté et la proportion des wagons à bogies en usage sur les lignes de cette colonie est bien inférieure à ce qu'elle est dans la Nouvelle-Galles du Sud; elle atteint, en effet, 9 p. c. seulement de la capacité totale, tandis que dans cette dernière colonie elle est de 17 p. c.

On peut conclure de ce qui précède que, dans la construction de wagons à marchandises destinés aux usages ordinaires, il faut chercher tout d'abord à avoir un véhicule pour lequel on puisse obtenir, à toutes les époques de l'année et dans les deux sens, une charge se rapprochant dans une mesure raisonnable de sa capacité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

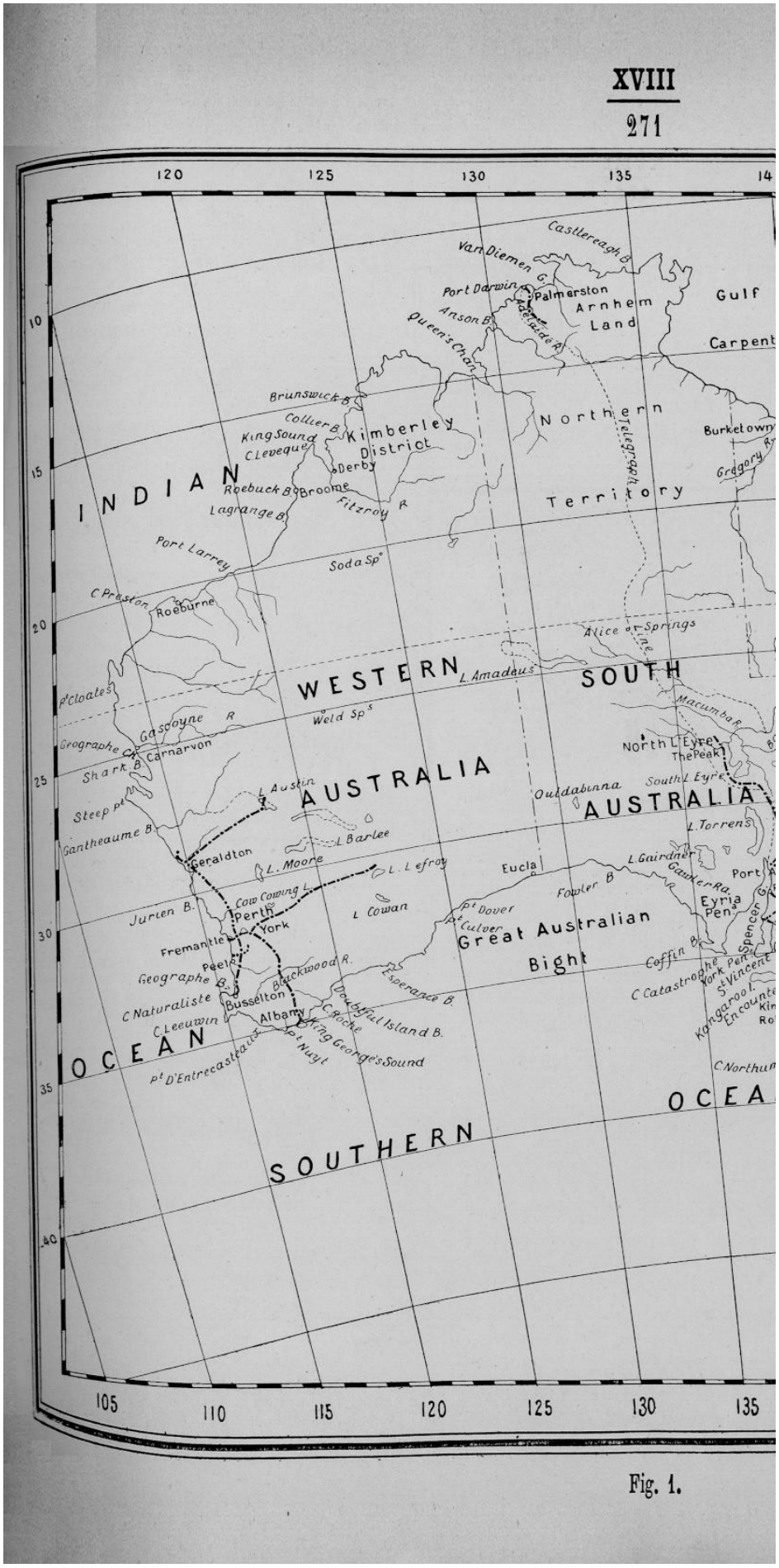


Fig. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

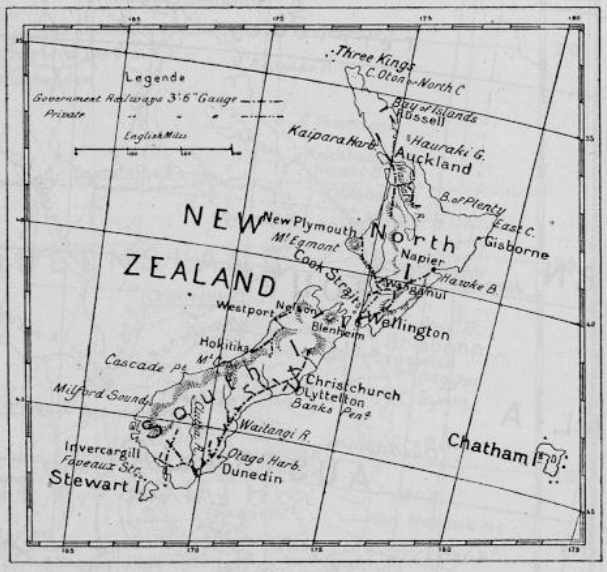


Fig. 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maximum de transport, et que les conditions actuelles du trafic sur les chemins de fer australiens sont en faveur du maintien d'une proportion importante de wagons d'une capacité de 6 à 10 tonnes (6.096 à 10.160 tonnes métriques), cette dernière répondant au type adopté dans la Nouvelle-Galles du Sud et la colonie de Victoria.

Sydney, le 8 juillet 1899.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXES.

Réponses au questionnaire détaillé.

Tableaux donnant la description des véhicules en service, etc.

Tableau nº 1. — Nouvelle-Galles du Sud.
— nº 2. — Colonie de Victoria.
— nº 3. — Australie méridionale.
— nº 4. — Queensland.
— nº 6. — Australie occidentale.
— nº 5. — Australie occidentale.
- nº 7. — Tasmanie.
— nº 8. — Nouvelle-Zélande.
— nº 9. — Effectif et capacité de transport des wagons employes pour chaque espèce de marchandises.
— nº 10. — Effectif et capacité totale des wagons à marchandises en service sur les voies de divers écartements.
— nº 11. — Effectif des véhicules des différentes capacités en service.
— nº 13. — Wagons à marchandises découverts des modèles-types.
— nº 14. — Wagons à marchandises couverts des modèles-types.
— nº 12. — Nature, capacité et effectif des wagons couverts.
— nº 15. — Tonnage moyen par wagon des marchandises transportées. Chemins de fer de la Nouvelle-Galles du Sud.
— nº 16. — Tonnage moyen par wagon des marchandises transportées. Chemins de fer de la Tasmanie.
— nº 17. — Tonnage du mouvement des marchandises et des animaux vivants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTIONS.	RÉPONSES. Nouvelle-Galles du Sud.	Colonie de Victoria.	Australie méridionale.
1. *Nom du chemin de fer* . . .	Chemins de fer de l'État de la Nouvelle-Galles du Sud.	Chemins de fer du gouvernement de Victoria	Chemins de fer de l'Australie méridionale.
2. *Longueur totale de la ligne au 31 décembre 1897.*			ÉCARTEMENT DE 5 p. 3 p^ces (1^m600) / 3 p. 6 p^ces (1^m067)
A simple voie	2,476 milles (3,984.7 kilomètres)	2,835 milles (4,562.4 kilomètres)	472 milles (759.6 k.) 1,375 1/4 m. (2,211
A double voie	172 — (276.8 —)	294 — (473.1 —)	10 1/4 — (16.5 —) (1) 12 1/4 — (19
Total. . .	2,648 milles (4,261.5 kilomètres)	3,129 milles (5,035.5 kilomètres)	482 1/4 m. (776.1 k.) 1,387 1/2 m. (2,232
			(1) Écartement mixte, 5 pieds 3 pou et 3 pieds 6 pouces.
3. *Écartement*	4 pieds 8 1/2 pouces (1^m435).	5 pieds 3 pouces (1^m600).	Voir ci-dessus.
4. *Caractères généraux des lignes au point de vue du profil.*	Les grandes lignes du sud et de l'ouest présentent des rampes fréquentes de 1/30 (33 millimètres) jusqu'à 70 milles (112.7 kilomètres) de la côte et de 1/38 (30 millimètres) jusqu'au sommet de la grande chaîne de partage; mais ailleurs et sur toutes les lignes, sauf celles construites depuis dix ans, les rampes dominantes sont de 1/40 (25 millimètres). Sur les lignes récemment construites, les rampes dominantes ont été réduites à 1/75 (13 millimètres) et 1/100 (10 millimètres) et les anciennes lignes ont été améliorées en certains points en réduisant les rampes de 1/40 (25 millimètres) à 1/50 (14 millimètres) et 1/75 (13 millimètres) là où l'économie sur le parcours des trains suffisait pour compenser la dépense encourue.	Rampes de 1/30 . . . . 16 milles (33 mill.) . . . (25.7 kilom.) 1/40 . . . . 127 milles (25 mill.) . . . (204.4 kilom.) 1/50 . . . . 310 milles (20 mill.) . . . (498.9 kilom.) 1/60 . . . . 73 milles (17 mill.) . . . (117.5 kilom.) 1/70 . . . . 94 milles (14 mill.) . . . (151.3 kilom.) 1/80 . . . . 81 milles (12.5 mill.) . . (130.4 kilom.) 1/90 . . . . 72 milles (11 mill.) . . . (115.9 kilom.) 1/100 . . . . 44 milles (10 mill.) . . . (70.8 kilom.) plus de 1/100 . . 2,312 milles. (3,720.7 kilom.) Total 317 milles (1,314.9 kilomètres) ou 1/4 environ de la longueur totale des lignes.	Les rampes sur les chemins de fer de l'Australie méridionale sont en général favorables, la plupart variant entre 1/300 et 1/1000 5 et 1 millimètres; quelques-unes plus faibles existent. Dans quelques cas de lignes traversant une contrée légèrement accidentée, les rampes varient entre 1/60 et 1/100 (17 et 10 millimètres). Les deux cas de lignes s'élevant sur le flanc de chaînes de montagnes, les rampes vont de 1/45 (22 millimètres) à 1/70 (14 millimètres) sur une longueur totale de ligne d'environ 60 milles (96.6 kilomètres).
5. *Charge moyenne remorquée par les locomotives.*	*Poids du train, machine et tender non compris.* Machines Classe B. / Classe T. Rampe — Tonnes anglaises, (Tonnes métriques.) / Tonnes anglaises, (Tonnes métriques.) 1/30 (33 m.). . 135 (137) / 220 (235) 1/40 (25 —). . 230 (234) / 350 (356) 1/70 (14 —). . 375 (381) / 600 (610)	Le poids moyen du train, machine et tender non compris, pour les locomotives à marchandises types variant entre 210 et 270 tonnes (213 et 274 tonnes métriques) sur les longues rampes de 1/30 (30 millimètres).	*Poids du train derrière le tender.* Machines Classe R. / Classe 5 p. 3 p^ces (1^m600) / 3 p. 6 p^ces (1^m Rampe — Tonnes anglaises, (Tonnes métriques.) / Tonnes angl (Tonnes mét 1/45 (22 m.). 170 (173) / — 1/60 (17 —). 300 (305) / 22 1/80 (13 —). ... / 270 1/100 (10 —). ... /

RÉPONSES. Queensland.	Australie occidentale.	Tasmanie.	Nouvelle-Zélande.
Chemins de fer du Queensland.	Chemins de fer de l'État de l'Australie occidentale.	Chemins de fer de l'État de Tasmanie.	Chemins de fer de l'État de la Nouvelle-Zélande.
2 milles (4,061.9 kilomètres) 2 — 53.1 —) 2 milles (4,115.0 kilomètres).	1,152 milles (1,853.9 kilomètres) 24 — (38.6 —) 1,176 milles (1,892.5 —)	424 3/4 milles (683.6 kilomètres) ... 424 3/4 milles (683.6 kilomètres)	2,049 1/2 milles (3,298.3 kilomètres) 6 1/4 — (10.1 —) 2,055 3/4 milles (3,308.4 kilomètres)
3 pieds 6 pouces (1^m067).	3 pieds 6 pouces (1^m067).	3 pieds 6 pouces (1^m067).	3 pieds 6 pouces (1^m067).
...ques les plus fortes sont de 1/30 (33 millimètres), mais n'existent que ...ques embranchements ou lignes ...ndaires; sur toutes les grandes ...es la rampe prédominante est ...0 millimètres).	Les rampes les plus fortes sont généralement de 1/40, 1/60 et 1/75 (25, 17 et 13 millimètres).	Les rampes maximums sont de 1/40 (25 millimètres), le rayon minimum des courbes, 5 chaînes (100 mètres). Longueur des rampes de 1/40 à 1/50 (25 à 20 millimètres), 82 milles 7 chaînes (131.104 kilomètres). Longueur des rampes de 1/50 à 1/100 (20 à 10 millimètres), 101 milles 8 chaînes (162.701 kilomètres).	Varie depuis la voie en palier jusqu'à 1/30 (30 millimètres). Une rampe de 1/75 (67 millimètres) d'une longueur de 3 milles (4.8 kilomètres).
...ines (152 tonnes métriques), ...ais dans quelques cas elle s'élève ...à 400 tonnes (406 tonnes ...riques).	*Poids du train derrière le tender.* Machines Classe O. / Classe U Rampe — Tonnes anglaises, (Tonnes métriques.) / Tonnes anglaises, simple expansion. (Tonnes métriques.) 1/40 (25 m.). . 166 (169) / 187 (190) 1/60 (17 —). . 251 (255) / 282 (287) 1/75 (13 —). . 309 (314) / 348 (354)	Machines à voyageurs, 135 tonnes (137 tonnes métriques); machines à marchandises, 200 tonnes (203 tonnes métriques) brutes.	Les charges varient d'après l'alignement et le profil de la section et le type de locomotive utilisé. La puissance de traction des locomotives d'usage courant varie entre 4,015 et 12,165 livres (1,817 et 5,457 kilogrammes).

QUESTIONS.	RÉPONSES. Nouvelle-Galles du Sud.	Colonie de Victoria.	Australie méridionale.
6. *Classes-types de wagons en usage et dimensions de chacune ?*			
7. *Tare ?*			
8. *Capacité de transport (en tonnes de 2,240 livres [1.016 tonne métrique?])*			
9. *Nombre de wagons de chaque classe en usage ?*			
10. *Prix des wagons de chaque classe ?*			
11. *Espèces de transports auxquelles chaque classe de wagons est utilisée ?*	*Voir* tableau n° 1.	*Voir* tableau n° 2.	*Voir* tableau n° 3. On remarquera qu'il n'y a pas coup de différence entre les de wagons que nous emploi néralement aux transports chaudières, la plus grande pa nos transports consistant e rais de plomb argentifère, laines, cokes, charbons, pom terre, bois à brûler, etc.
12. *Importance du trafic ?* . . .	[*Voir* tableau n° 17	*Voir* tableau n° 17.	*Voir* tableau n° 17.
13. *Economie d'exploitation ou de traction et autres avantages présentés par chaque classe de wagons ?*	Le chargement moyen le plus élevé (tableau n° 15) n'étant que de 5 tonnes 10 quintaux 3 quarts (5,626 kilogrammes), le wagon découvert d'une capacité ne dépassant pas 10 tonnes (10.160 tonnes métriques) est le plus économique que pour les besoins courants. Nous avons cependant 4,941 wagons découverts d'une capacité de 6 tonnes (6,096 tonnes métriques), 605 d'une capacité de 8 tonnes (8,128 tonnes métriques) et seulement 546 d'une capacité de 10 tonnes (10.160 tonnes métriques) actuellement en service.	*Voir* tableau n° 2.	Les wagons des différentes cla ressemblent beaucoup.

RÉPONSES. Queensland.	Australie occidentale.	Tasmanie.	Nouvelle-Zélande.
s classes-types comprennent des gons à bogies fermés et découverts à huit roues, ainsi que des gons à quatre roues fermés et découverts pour les petites expédi- ons. Voir tableau n° 4.	*Voir* tableau n° 5.	*Voir* tableau n° 7.	*Voir* tableau n° 8.
Voir tableau n° 4.	Idem.	Idem.	Idem.
Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
5,202.	Idem.	Idem.	Idem.
Voir tableau n° 4.	Idem.	Idem.	Idem.
ues, grains, foin, paille menue. rchandises et marchandises générales.	*Voir* tableaux n°s 5 et 6.	Wagons à petites haussettes, à haussettes moyennes et à haussettes élevées employés pour le charbon, le bois à brûler, les produits agricoles, etc.; wagons fermés pour la laine, les marchandises classées, etc.; wagons de 32 pieds (9m753) plats tubulaires de Church et Ellinger pour le bois de charpente, les produits agricoles, etc.	Wagons classe G : chevaux ; classe H : bétail et chevaux ; classe J : moutons et porcs ; classe K : marchandises diverses, laines et grains; classe L : marchandises diverses, laines, grains, produits agricoles, bois de charpente, bois à brûler et minéraux ; classe M : marchandises diverses, laines, grains, bois de charpente et minéraux ; classe N : bois de charpente ; classes O, P et Q : charbon ; classe R : marchandises diverses, laines, grains, bois à brûler et minéraux ; classe S : moutons et porcs ; classe T : bétail et chevaux ; classe U : bois de charpente ; classes V et W : viandes congelées ; classe X : produits de laiterie et viandes fraîches ; classe Y : ballast ; classe Z : petites marchandises recueillies en route.
Voir tableau n° 17.	*Voir* tableaux n°s 6 et 17.	*Voir* tableau n° 17.	*Voir* tableau n° 17.
wagons découverts peuvent être ployés plus économiquement que wagons fermés et peuvent transporter par essieu plus de laine, de ain, etc., que ces wagons.	En ce qui concerne la traction, voir note imprimée incluse. En ce qui concerne les avantages relatifs, les wagons à bogies sont généralement considérés comme préférables aux wagons à deux essieux, surtout au point de vue du trafic direct. Mais les wagons à deux essieux sont évidemment préférables pour les petites expéditions.	Aucune classe de wagons ne présente d'avantages particuliers dans l'exploitation, mais avec des charges pleines, les wagons à bogies et à châssis tubulaire peuvent prendre une plus forte charge avec un minimum de tare ; de plus, les wagons à bogies sont mieux adaptés à nos voies.	Quand le trafic est faible et où l'on n'obtient que des chargements de 6 tonnes au maximum, les wagons à deux essieux sont incontestablement les plus économiques ; mais quand il y a un grand volume de trafic et que l'on trouve des charges de 12 à 16 tonnes (12,193 à 16.257 tonnes métriques), les wagons à bogies sont plus économiques que ceux à deux essieux. Pour le démontrer immédiatement, il suffit de signaler que les wagons à deux essieux et à grandes haussettes de la classe L qui pèsent à vide 3 tonnes 8 quintaux 5,455 tonnes métriques), ne prennent qu'un chargement de 6 tonnes (6,096 tonnes métriques), tandis que les wagons à bogies et à grandes haussettes de la classe R, qui pèsent à vide 7 tonnes 7 quintaux (7,468 tonnes métriques), prennent une charge de 16 tonnes (16,257 tonnes métriques). Le volume du trafic offert résout donc la question d'économie et détermine quelles classes de wagons doivent être utilisées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTIONS.	RÉPONSES. Nouvelle-Galles du Sud.	Colonie de Victoria.	Australie méridionale.
14. *Y a-t-il économie ou avantage appréciable, au point de vue de la voie à employer des wagons à bogies, plutôt que des wagons à deux essieux rigides ?*	Les véhicules à bogies seraient plus économiques que les wagons à quatre roues à empattement rigide, sauf peut-être sur les lignes en alignement droit ou dans les régions où les courbes sont de très grand rayon. Sur les courbes de faible rayon, comme l'empattement rigide du matériel à bogie n'est que de 5 pieds 6 pouces (1m676), tandis que celui des wagons à empattement rigide est de 8 pieds 6 pouces ou de 9 pieds (2m591 ou 2m743), ceux-ci grippent beaucoup plus que ceux-là et il y a, par suite, une plus grande usure du métal, tant des rails que du bourrelet des roues. En réalité, ces conditions se présentent sur toutes les lignes à moins que leur construction ne soit absolument parfaite, car les inégalités de la voie produisent des oscillations beaucoup plus fortes avec les wagons à quatre roues qu'avec les wagons à bogies, ce qui a pour conséquence une usure plus grande.	Non.	Nous n'utilisons pas de wagons à bogies dans l'Australie méridionale, mais nous admettons parfaitement que leur emploi présenterait de grands avantages non seulement au point de vue de la voie, mais aussi là où il y a de lourds transports à faire à grande distance.
15. *Voyez-vous un avantage à employer pour les wagons des châssis en acier plutôt qu'en bois ?*	Oui ; les châssis en acier sont plus économiques au point de vue des frais de réparation, mais de bons résultats ont été obtenus avec les châssis mixtes dans lesquels les longerons latéraux sont formés de pièces d'acier en U et les traverses de tête et pièces intermédiaires sont en bois.	Oui, nous y trouvons avantage au point de vue de la légèreté, du prix d'achat, de l'entretien et de la durabilité. Nous construisons maintenant tous les châssis en acier et aussi les caisses si c'est possible.	L'acier présente certainement l'avantage d'être plus durable.
16. *Croyez-vous préférable d'employer des wagons fermés ou des wagons découverts avec bâches, lorsque la nature des marchandises réclame cette protection ?*	Les wagons découverts sont les plus utiles et les plus commodes, parce que le chargement et le déchargement s'opèrent avec la plus grande facilité. Les dimensions du chargement peuvent atteindre la hauteur et la largeur maximum admises et l'on ne doit employer des bâches que lorsque c'est nécessaire. Les wagons couverts sont inutiles pour les transports spéciaux, mais il y a nécessairement une certaine perte de place et la difficulté du chargement et du déchargement, par suite des dimensions limitées des portes, ne permet pas de les utiliser pour les grandes pièces ou les chargements lourds qui nécessitent l'emploi d'une grue.	Sauf pour les expéditions spéciales, nous employons des wagons découverts et fournissons des bâches lorsqu'il est nécessaire. Chaque wagon découvert est muni à chaque extrémité d'un montant qui peut s'abaisser et se relever ; au milieu de la bâche est cousue une corde munie d'un côté d'un crochet et pouvant, de l'autre, se fixer au montant, la bâche formant alors toit à double versant. Les wagons fermés ne sont, en général, mis à la disposition du public que pour transporter les fruits, les produits de laiterie, les viandes et les transports spéciaux.	Nous employons beaucoup de wagons fermés, mais par suite des grandes variations de température, les toitures de ces wagons sont exposées à se détériorer et, en général, nous employons des wagons découverts avec bâches.
17. *Trouvez-vous plus commode et plus économique dans la pratique journalière un wagon de grande capacité ou un wagon de capacité moyenne ?*	Les wagons de grande capacité ont sur les wagons de capacité moyenne et leurs équivalents wagons de nombreux avantages, notamment de pouvoir transporter une plus lourde charge relativement à la tare, d'occuper moins de longueur de voie et d'offrir plus de facilité dans les manœuvres ; mais, à raison de la difficulté de trouver toujours des charges complètes dans les deux sens, ces wagons ne sont utilisés que dans une mesure limitée et nous considérons le wagon à quatre roues d'une capacité de 8 à 10 tonnes (8.128 à 10.160 tonnes métriques) comme plus avantageux pour les besoins courants.	Pour notre trafic, les wagons à quatre roues sont généralement plus économiques, la capacité en lourd étant de 8 à 10 tonnes (8.128 à 10.160 tonnes métriques), la capacité en volume pour beaucoup d'espèces de transports étant inférieure. Nous employons utilement une faible proportion de bogies ; capacité variable allant jusqu'à 26 tonnes (26.417 tonnes métriques).	Nous employons généralement des wagons d'une capacité de 6 à 10 tonnes (6.096 à 8.128 tonnes métriques). Voir la réponse relative à l'emploi de wagons à bogies (n° 14).

RÉPONSES. Queensland.	Australie occidentale.	Tasmanie.	Nouvelle-Zélande.
[illegible] à bogies sont plus flexibles et, par conséquent, fatiguent moins la voie que les wagons à empattement rigide.	Oui, les wagons à bogies causent une usure moindre de la voie.	Lorsque la masse du trafic est assez grande pour donner des charges complètes, de wagons sur bogies conviennent établis sont certainement économiques. Ils sont moins lourds sur les voies et peuvent, en proportion de la tare, transporter de plus fortes charges que les wagons plus petits.	Une grande économie dans l'usure de la voie en courbe résulte certainement de l'emploi des wagons à bogies et, par conséquent, au point de vue de la voie, plus on utilise de wagons à bogies et mieux cela vaut.
[illegible] dans le Queensland, où l'on trouve en abondance du bois de construction de première qualité.	Les châssis en acier sont incontestablement les meilleurs, à raison de leur plus grande rigidité et parce qu'ils résistent mieux à tous les mauvais traitements. Mais nous avons en abondance, dans le pays, des bois de construction convenant tout particulièrement, tandis que le fer et l'acier doivent être importés, et nous trouvons une économie à construire nos châssis en bois, sauf les longerons qui sont des fers en U.	Oui ; bien que les wagons avec châssis en acier puissent couter davantage, il y a certainement une économie considérable dans les frais de réparation.	Oui ; lorsqu'on éprouve de la difficulté à se procurer de bon bois dur. (N. B. — On verra par la carte que les lignes ferrées s'étendent dans les deux îles, nord et sud, de la Nouvelle-Zélande, dans quelques régions le bois de construction est rare.)
[illegible] découverts avec bâches sont plus économiques. Les wagons fermés sont utilisés pour les transports spéciaux tels que le lait, les viandes gelées, etc.	Nous croyons préférable, en général, d'employer des wagons fermés plutôt que des wagons découverts avec bâches.	Nous trouvons préférable d'employer des wagons découverts pour les produits agricoles et les marchandises de même nature en utilisant des bâches en cas de besoin.	Nous trouvons préférable, en général, d'employer des wagons découverts avec bâches pour toutes les marchandises, sauf pour le bétail, les produits de la laiterie, les viandes et les petites expéditions chargées et déchargées des fourgons en cours de route, ces expéditions ne représentant pas un chargement complet.
[illegible] à quatre roues sont les plus utiles au point de vue de la simplicité du matériel dans les petites stations, pour amener leurs marchandises à la station, les transporter sur de longues distances, par exemple sur de longues distances, comme cela est évident que les wagons à plus grande capacité sont les plus économiques lorsque l'on peut former des chargements pondéreux.	Pour tous les transports lourds, les wagons à bogies sont supérieurs aux petits wagons, surtout dans notre colonie, et nous les trouvons très commodes pour les grosses expéditions directes du port de mer vers les mines d'or. Nous trouvons aussi les wagons à bogies plus utiles pour le transport des bois indigènes qui représentent une partie importante de notre trafic. Comme nous l'avons déjà dit, les petits wagons sont sans doute plus utiles et plus économiques quand le trafic est peu volumineux et quand les chargements doivent être reformés en cours de route.	Pour le trafic ordinaire, sauf pour les minerais qui nous donnent des chargements complets, nous trouvons plus économiques les wagons de capacité moyenne. Les wagons de 6 tonnes 6.096 tonnes métriques), voyagent fréquemment avec des chargements de 1 et 2 tonnes (1.016 et 2.032 tonnes métriques seulement, lorsqu'il serait nécessaire de retenir les wagons trop longtemps pour avoir un chargement complet, mais, lorsque la chose est possible, nous formons des chargements complets de laine, de grain, de bois de construction et de matières minérales. A mon avis, les grands wagons sont plus économiques lorsque le volume du trafic justifie leur emploi.	*Voir* notre réponse à la question n° 13.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTIONS.	RÉPONSES. Nouvelle-Galles du Sud	Colonie de Victoria.	Australie méridionale.
18. *Quel est le parcours moyen annuel d'un wagon à marchandises ?*	Nous ne dressons pas le relevé du parcours des véhicules.	Nous ne dressons pas le relevé du parcours des wagons; autant qu'il soit possible de le savoir ce parcours total est d'environ 7,500 milles (12,070 kilomètres).	...
19. *Pouvez-vous signaler quelques faits exceptionnels au point de vue du trafic des marchandises, tels que l'existence d'un trafic spécial important à transporter pendant une saison déterminée et dans un sens ?*	Oui; le trafic à longue distance le plus lourd s'effectue de l'intérieur du pays vers la côte et consiste en laines transportées principalement du commencement de septembre à la fin de décembre, et en blés transportés de décembre à mars.	Oui; pendant la saison, nous transportons de l'intérieur vers Melbourne de grandes quantités de grain et de laine ainsi que le beurre, les fruits et les viandes gelées.	Pendant certaines saisons de l'année nous devons transporter, des régions de production vers les ports de mer de grandes quantités de laines et de blé.
20. (a) *Y a-t-il un courant important de marchandises ordinaires entre des stations déterminées ? ou (b) le courant général des transports part-il d'un grand centre de distribution, les stations de destination ne recevant chacune que des quantités relativement faibles ?*	La masse du trafic général des marchandises s'opère des ports de mer de Sydney et de Newcastle vers l'intérieur du pays, et la distribution s'effectue de telle sorte que les stations de destination n'ont jamais à traiter d'expéditions importantes.	D'une manière générale, les courants de transports existants se dirigent vers Melbourne et les autres ports de mer ou partent de ces ports, mais la plus grande portion du trafic est en destination de Melbourne plutôt qu'au départ de ce port.	(a) Oui; d'un côté des minerais de plomb argentifères, de l'aurifères, de cokes, des charbons, des bois pour travaux miniers et des approvisionnements. (b) La laine, les grains, etc., constituent un courant de transports vers les ports de mer ou ces marchandises doivent être embarqués.
21. *Quel est en général votre système d'exploitation en ce qui concerne les marchandises à destination de stations intermédiaires et expédiées dans des wagons directs (marchandises dites « out-of ») ?*	Les expéditions de 2 tonnes (2,032 tonnes métriques) et plus sont ordinairement envoyées à destination dans des wagons directs; celles pesant entre 1 et 2 tonnes (1,016 à 2,032 tonnes métriques) sont autant que possible chargées avec d'autres marchandises en destination des gares intermédiaires; lorsque les marchandises pour les gares intermédiaires ont été déchargées, ce qui reste continue dans le même wagon. Les expéditions moins importantes sont chargées ensemble dans un wagon qui porte une étiquette spéciale; cette étiquette indique à quelle station chaque lot de marchandises doit être déchargé; le garde reçoit de plus une feuille de route portant les mêmes indications.	Plusieurs petits lots à destination de différentes stations sont chargés dans un wagon. Lorsque l'expédition pèse moins d'une tonne, elle est déchargée pendant que le train attend; sinon le wagon est détaché et poursuit son voyage par le train suivant. Il s'agit ici des trains mixtes mis en marche sur les embranchements et dont le parcours est d'environ 50 p. c. supérieur à celui des trains de marchandises proprement dits.	...

RÉPONSES. Queensland.	Australie occidentale.	Tasmanie.	Nouvelle-Zélande.
...ons pas de statistique à ce sujet.	Nous n'avons pas de statistique à ce sujet.	En moyenne 7,557 milles (12,161.6 kilomètres) par an.	4,215 milles (6,783.3 kilomètres).
...particularités à signaler ...ansports de laines qui ...plus forts depuis septembre ...n janvier, et les transports ...à sucre et de sucre depuis ...juillet jusqu'à décembre.	Non, notre trafic est assez régulier pendant toute l'année. L'agriculture et l'élevage n'ont pas encore pris dans la colonie une extension suffisante pour nécessiter des mesures spéciales pour le transport du bétail, des viandes congelées, de la laine, du grain, etc.	Oui, la saison agricole dure environ trois mois en automne et les produits ne sont transportés que dans une seule direction. Le trafic est le plus fort pendant les mois d'automne, mais il y a pendant toute l'année un trafic de matières minérales.	Oui, les grains et les laines. Pendant la saison s'étendant de février à juillet, la plus grande partie des céréales est transportée vers les ports de Lyttelton, Timaru, Oamaru, Dunedin et Bluff, situés tous sur la côte orientale de l'île sud. Presque toutes les laines sont transportées vers les principaux ports des deux îles pendant les mois de novembre, décembre et janvier. La plus grande partie des transports de moutons se fait pendant la période de décembre à avril, un grand nombre de bêtes tondues étant à cette époque transportées par chemin de fer vers les ports où les viandes sont gelées et exportées. Le transport des moutons pour l'exportation se poursuit pendant le reste de l'année, mais sur une moindre échelle.
...des courants principaux de ...et vers les ports de la côte; ...en sens, les transports consistent ...produits alimentaires, articles ...vêtements, etc., dans l'autre, ...produits du sol.	Nous avons un grand trafic de nôtre principal port, Freemantle, vers les mines d'or ou notre réseau se termine, mais le trafic de retour est faible.	Les courants de trafic partent des ports de Hobart, Launceston et Devonport et, à part le trafic échangé entre Hobart et Launceston, il n'y a pas de fort trafic entre des stations déterminées, sauf sur la côte occidentale entre Strahan et Zeehan.	Il n'y a pas, en Nouvelle-Zélande, de grand centre de distribution unique, mais, par suite de la grande étendue des côtes, il y a de nombreux centres de distribution. De ces centres situés dans tous les cas à proximité de la côte, les marchandises sont distribuées aux stations intérieures par petites expéditions fréquentes. Les produits agricoles sont expédiés par charges complètes des stations rurales vers ces centres. Le trafic des régions agricoles vers les principaux ports (Auckland, Wellington, Christchurch, Dunedin et Bluff) et *vice versa*, dépasse considérablement le trafic entre les autres stations.
...ploie des wagons directs dans ...les cas où c'est possible.	Les petites expéditions de marchandises en destination de stations intermédiaires sont chargées dans des wagons appelés *out-of*. On n'emploie pas de wagon spécial. Chaque wagon est accompagné d'une feuille de route qui indique au garde à quelles stations le chargement doit être distribué. Au déchargement, le garde fait signer cette feuille de route par les déchargeurs ou les agents recevant la marchandise. Ces feuilles de route sont retournées à la station d'expédition par le bureau de comptabilité aussitôt après la clôture de la gare où la dernière expédition mentionnée sur la feuille de route a été livrée.	Autant que possible, on forme pour les différentes stations des chargements complets, mais sur les lignes principales, on a pour les petites expéditions un wagon que le train emporte jusqu'au bout de son voyage. Ce wagon est accompagné d'une feuille de route et le garde y inscrit toutes les marchandises qu'il prend aux stations dépourvues de bureaux.	On intercale dans certains trains des wagons dits *roadside* ou « intermédiaires » et les marchandises en destination des stations intermédiaires qui peuvent être déchargées pendant l'arrêt réglementaire du train sont transportées dans ces wagons s'il n'y a pas d'autre moyen de les expédier. Le poids maximum des marchandises que l'on peut ainsi charger dans ces fourgons au départ ou en destination d'une station intermédiaire est fixé à 7 quintaux (355.6 kilogrammes). Dans tous les autres cas, les marchandises sont expédiées directement à destination ou aux stations de transbordement. Il n'est pas permis aux stations intermédiaires, si ce n'est aux stations de transbordement, de manœuvrer des wagons directs pour en décharger des marchandises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTIONS.	RÉPONSES. Nouvelle-Galles du Sud.	Colonie de Victoria.	Australie méridionale.
22. *Y a-t-il un délai fixé aux expéditeurs et aux destinataires pour le chargement et le déchargement des wagons ? Quelles sont les dispositions adoptées quant aux amendes pour conservation des wagons et retard dans la prise de livraison des marchandises ?*	Le règlement accorde douze heures ouvrables pour le chargement et le déchargement lorsque c'est l'expéditeur ou le destinataire qui procède à cette opération, sauf pour les marchandises à embarquer pour lesquelles le délai est de trente-six heures; passé ce délai on perçoit une amende de retard fixée comme suit : Wagons à 4 roues 5 sh. (fr. 6.25) par jour. — 8 — 10 — (fr. 12.50) — Cette disposition du règlement n'est pas strictement appliquée, sauf pendant la saison d'«cuivité; pendant cette période, les wagons sont, au besoin, déchargés par l'administration aux frais du destinataire qui doit en outre supporter un droit de magasinage de 6 pence par tonne et par jour (61.5 centimes par tonne métrique et par jour) pour les marchandises qui n'ont pas été enlevées dans les vingt-quatre heures de leur arrivée.	Voir un extrait des conditions générales des tarifs des marchandises : 29. MAGASINAGE. — L'emmagasinage des marchandises dans les limites des installations que possède l'administration, donne lieu à la perception des taxes suivantes : Toutes les marchandises de la première, de la seconde et de la troisième classe, les grains et autres produits provenant des stations de l'intérieur du pays déchargés dans les hangars à marchandises de Melbourne d'avril à décembre inclus, pourront, si les circonstances le permettent, être emmagasinés pendant trois jours ouvrables sans frais. En janvier, février et mars de chaque année et à toute époque où les circonstances ne permettront pas d'accorder l'emmagasinage gratuit pendant trois jours, toutes les marchandises des première, seconde et troisième classes devront être enlevées endéans les deux jours ouvrables, et les marchandises des classes Divers, Froment, A, B, C, et autres, dans les douze heures ouvrables après leur arrivée. Si l'enlèvement n'a pas été effectué dans ce délai, il sera perçu, pendant les mois de janvier, février et mars, un droit de magasinage de 1 shilling par tonne (1,23 franc par tonne métrique) le premier jour, de 9 pence par tonne (92,3 centimes par tonne métrique) le second jour et de 6 pence par tonne (61,5 centimes par tonne métrique) pour chaque jour suivant jusqu'à enlèvement des locaux du chemin de fer, et pendant les mois d'avril à décembre inclusivement, un droit de 6 pence par tonne et par semaine, toute fraction de tonne comptant pour une tonne et toute fraction de jour pour un jour entier; à moins que le chef de l'administration des chemins de fer ne préfère envoyer les marchandises à l'entrepôt, auquel cas les taxes autorisées seront perçues. Aux stations rurales, les marchandises des première, seconde et troisième classes et des classes Divers, Froment, A, B, C et autres, devront être enlevées dans les trois jours du déchargement. En cas de non enlèvement, un droit de magasinage sera perçu comme suit : (Voir tableau ci-dessous) 30. — RETARD AU CHARGEMENT OU AU DÉCHARGEMENT. — Dans tous les cas où, suivant les dispositions de la le chargement doit être effectué par l'expéditeur, celui-ci aura deux heures ouvrables pour cette opération ; passé délai, il aura à acquitter une taxe de retard de 5 shillings (6.25 francs) par wagon à deux essieux et par jour ou fra de jour ; dans tous les cas où le déchargement doit être opéré par le destinataire, celui-ci aura huit heures ouvra pour effectuer cette opération à moins que l'administration ne doive disposer plus tôt des wagons ; passé ce délai sera perçu une taxe de 5 shillings (6.25 francs) par wagon à deux essieux et par jour ou fraction de jour ; à moins que chef de l'administration ne préfère faire effectuer le chargement ou le déchargement aux risques de l'expéditeur ou destinataire, les frais en résultant s'ajoutant aux taxes et autres frais à la perception desquels la marchandise est lieu. Le droit est double pour les wagons à bogies. *N. B.* — La perception de ce droit de retard n'a lieu que lorsque les circonstances la justifient.	(*a*) Oui, nous percevons des amendes de retard pour les wagons qui sont livrés pour être chargés ou qui sont conservés dans les raccordements privés ; (*b*) nous percevons un droit de magasinage lorsque le destinataire ne prend pas livraison des marchandises dans un délai raisonnable.

	5 quintaux (254 kilogrammes) ou moins.	Plus de 5 quintaux jusqu'à 10 quintaux, 254 kilogrammes jusqu'à 508 kilogrammes).	Plus de 10 quintaux (508 kilogrammes) (par tonne métrique) ou fraction de tonne.
Premier jour	3 pence (31 centimes)	6 pence (63 centimes)	1 shilling (1,23 franc)
Second jour	2 — (21 —)	4 1/2 — (47 —)	9 pence (92,3 centimes)
Chaque jour suivant	1 1/2 penny	3 — 31 —	6 — (62,5 —)

RÉPONSES. Queensland.	Australie occidentale.	Tasmanie.	Nouvelle-Zélande.
délai de douze heures est accordé ; passé ce délai, on perçoit une amende de retard de : (6.25 fr.) pour un wagon à 4 roues (12.50 fr.) — 6 — (25 fr.) — 8 —	Lorsque le chargement et le déchargement sont effectués par l'expéditeur, le destinataire ou le propriétaire des marchandises, on perçoit une amende de retard de 4 shillings (5 francs) par jour ou fraction de jour si le wagon n'est pas chargé ou déchargé endéans douze heures ouvrables après la mise du wagon à la disposition de l'expéditeur ou son arrivée à destination. Les dimanches et jours de fête ne sont pas comptés. Pour éviter des retards aux wagons, le règlement prévoit que, lorsque l'expéditeur ou le destinataire n'effectue pas le chargement ou le déchargement dans le délai prescrit, l'administration a le droit de procéder à ces opérations et de percevoir par chargement ou déchargement 1 shilling par tonne (1,23 fr. par tonne métrique) avec taxe minimum d'un shilling.	Un délai de vingt-quatre heures, soit huit heures ouvrables, est accordé pour le chargement ou le déchargement des marchandises. Entre huit et douze heures ouvrables, il est perçu une amende de 5 shillings (6.25 francs) et après ce délai une amende de 10 shillings (12.50 francs) par jour ouvrable.	Les amendes de retard sont les suivantes : pour un wagon en déchargement, après cinq heures ouvrables après l'arrivée et jusqu'à huit heures ouvrables, 5 shillings (6,25 francs), après huit heures ouvrables 10 shillings (12.50 francs) par jour ou fraction de jour ; à moins que l'administration ne préfère opérer le déchargement et l'emmagasinage des marchandises aux frais du destinataire et à ses risques. Pour les wagons vides mis à la disposition de l'expéditeur sur sa demande et non chargés et expédiés par lui, après six heures ouvrables et jusqu'à huit heures, 5 shillings (6,25 francs) par wagon ; après huit heures ouvrables, 10 shillings (12.50 francs) par wagon et par jour ou fraction de jour. Les wagons vides peuvent rester en chargement aux fours à chaux, charbonnages, sablonnières ou carrières de ballast pendant 8 heures ; après ce délai, il est perçu une amende de retard de 10 shillings (12.50 francs) par wagon et par jour ou fraction de jour. Pour les wagons à deux bogies il est perçu une amende double. Les heures entre 8 heures du matin et 5 heures du soir sont comptées comme heures ouvrables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTIONS.	RÉPONSES. Nouvelle-Galles du Sud.	Colonie de Victoria.	Australie méridionale.
23. *Possédez-vous des données exactes sur le coût moyen d'exploitation du service des marchandises?*	Non.	Nous n'avons aucuns renseignements spéciaux certains.	...
24. *Avez-vous des dispositions spéciales ou offrez-vous des avantages spéciaux en vue d'obtenir un fret de retour?*	Oui ; mais seulement pour la bière, le sel, les treillis en fer et les transports similaires expédiés dans des wagons à bestiaux qui, autrement, retourneraient à vide vers les stations de l'intérieur du pays.	Nous avons suivi ce système dans les premiers temps, mais maintenant ce n'est plus nécessaire. Tous les chemins de fer de la colonie sont la propriété du gouvernement et exploités par lui.	Dans quelques cas où il existe un [illegible] courant général de transports dans un sens, nous offrons des tarifs spéciaux réduits en vue d'assurer un fret de retour à nos wagons.
25. *Appliquez-vous aux stations d'expédition des dispositions spéciales en vue d'obtenir le plein chargement des wagons telles que la rétention des marchandises, pour former des charges complètes?*	Oui ; voici les dispositions en question : EXPÉDITIONS RETARDÉES. — Les expéditions de 6 tonnes de marchandises sont reçues à toutes les stations et taxées au tarif des wagons. Les expéditions plus petites marquées « retardées » sur la feuille de consignation seront reçues aux stations spécifiées et expédiées aussitôt qu'un chargement d'au moins 6 tonnes (6.096 tonnes métriques), aura pu être complété pour les stations de destination. Si un chargement complet ne peut être formé le lendemain de la réception de la première expédition, les marchandises seront expédiées aux taxes ordinaires à la tonne.	Nous faisons des efforts constants en vue d'obtenir des charges complètes sans trop retarder les expéditions. A Melbourne, les marchandises en destination d'un certain nombre de petites stations ne sont (en suite d'arrangements spéciaux avec les grandes maisons d'expédition), acceptées qu'à certains jours, de manière à atteindre ce résultat.	Nous donnons des instructions en vue d'empêcher l'expédition de wagons incomplètement chargés, mais la rétention des marchandises pour former un chargement n'est pas conseillée.
26. *Offrez-vous aux expéditeurs des avantages pour les encourager à expédier des charges complètes et, dans l'affirmative, quels sont-ils?*	Oui ; à cause des fortes pentes, il est nécessaire, dans l'intérêt d'une exploitation économique, d'obtenir de bonnes charges pour les wagons et des taxes réduites sont accordées pour les chargements de 6 tonnes (6.096 tonnes métriques) de froment et autres produits agricoles, de bois, de sucre, de chandelles, de savon, de kérosine et de marchandises ordinaires et pour les chargements de 5 tonnes de machines et d'articles en fer ou en acier.	Voici un extrait des conditions générales du tarif des marchandises : 24. EXPÉDITIONS MÉLANGÉES. — Lorsqu'un wagon est chargé d'au moins 6 tonnes (6.096 tonnes métriques) de marchandises de différentes espèces appartenant à un même expéditeur, il sera perçu pour chaque espèce la taxe la plus basse de sa classe et, pour les marchandises des classes 1, 2 et 3 représentant tout ou partie du chargement, il sera accordé une réduction de 10 p.c. sur les taxes ordinaires de ces classes. Les chargements de moins de 6 tonnes seront taxés pour 6 tonnes si la somme ainsi perçue est inférieure à celle résultant de l'application des taxes ordinaires aux poids réels; dans ce dernier cas, la taxe pour les chargements de moins de 6 tonnes sera celle de la classe A.	Oui ; en offrant des tarifs réduits ne s'appliquent qu'à une charge minimum de wagon donnée
27. *Quelle est approximativement le parcours moyen des marchandises transportées?*	Parcours moyen. Charbon . . . . . Milles 15.42 (Kilom. 24.82) ; Bois à brûler . . . 26.50 (42.79) ; Grain, farine, etc. . 154.90 (248.32) ; Foin, paille et chaff (menue paille) . 168.99 (271.96) ; Divers et classe A . 74.78 (120.25) ; Laine . . . . . 273.32 (439.86) ; Bestiaux et chevaux 268.17 (431.57) ; Autres marchandises 124.96 (201.10) ; Moyenne générale. 59.93 (96.45)		139 milles (223.69 kilomètres).
28. *Quelle est la taxe moyenne par tonne-mille?*	Prot moyen par tonne-mille (par tonne-kilomètre) non compris frais de gare. Pence (Centimes) : 0.62 (3.94) ; 0.84 (5.34) ; 0.61 (3.88) ; 0.39 (2.48) ; 0.91 (5.79) ; 2.27 (14.44) ; 1.64 (10.43) ; 2.25 (14.31)	1.39 penny (8.84 centimes par tonne-kilomètre, non compris frais aux stations.	1.05 penny (6.68 centimes par tonne-kilomètre).

RÉPONSES. Queens'land.	Australie occidentale.	Tasmanie.	Nouvelle-Zélande.
Non.	Non ; nous ne possédons pas de renseignements à ce sujet.	Presque tout notre trafic se fait par trains mixtes et nos estimations n'ont pas un caractère suffisant d'exactitude.	Non.
[illegible] offrons tous les avantages [illegible]	Oui ; des tarifs très bas sont établis pour les bois indigènes et les minerais expédiés des mines d'or vers la côte, ainsi que vers les localités où ces minerais doivent être traités. On offre pour ces transports les wagons les plus convenables.	Non ; nous n'avons pas de trafic que nous puissions étendre de cette façon.	Seulement lorsqu'il s'agit d'étendre des transports de produits agricoles ou fabriqués d'un prix très bas en accordant des tarifs de transport particulièrement peu élevés.
[illegible] aucune expédition n'est retar-	Non.	Non ; les agents des gares doivent expédier les marchandises dans un délai raisonnable après leur réception.	Non ; les populations de la Nouvelle-Zélande exigent la plus grande rapidité dans l'expédition.
[illegible] nous offrons des tarifs réduits [illegible] chargements complets.	Oui ; nous offrons des tarifs spéciaux réduits pour des expéditions d'au moins 2, 4 et 5 tonnes (2.032, 4.064 et 5.080 tonnes métriques), afin d'obtenir des charges complètes de certains articles tels que paille menue, farine, minéraux, machines pour mines, bois de construction, etc. Ces réductions ne s'appliquent pas au trafic des marchandises générales.	Oui ; les produits agricoles et beaucoup d'articles énumérés dans la classification sont transportés avec de grandes réductions sur les prix des tarifs, lorsqu'ils sont expédiés en charges complètes.	Tous les transports, sauf ceux des marchandises diverses, sont effectués à des taxes particulièrement peu élevées et pour avoir l'avantage de ces taxes réduites, les expéditeurs doivent préenter une quantité minimum par wagon ou payer pour cette quantité. Nous arrivons de cette façon à avoir, en général, pour ces catégories de transports, des charges complètes. Les expéditions moindres sont taxées à des prix plus élevés ou pour la quantité minimum avec tarif réduit, lorsque la somme ainsi perçue est inférieure à celle résultant de l'application de la taxe ordinaire au poids réel des marchandises.
[illegible] statistique.	Nous n'avons pas de statistique qui nous permette de fournir ce renseignement.	En 1897, 46.39 milles (74.66 kilomètres).	33 milles (53.11 kilomètres).
[illegible] statistique.	La taxe moyenne par tonne-mille est, par exemple, pour 50 milles (80.47 kilomètres), de 3 pence (21.82 centimes par tonne-kilomètre), pour 100 milles (160.93 kilomètres) de 2.892 pence (18.39 centimes) par tonne-kilomètre).	En 1897, 1.71 penny (10.88 centimes par tonne-kilomètre).	Environ 3 pence (19 centimes par tonne-kilomètre); mais, à raison des trajets très courts, ce chiffre ne correspond pas à la réalité, les frais fixes aux stations d'expédition et de destination représentant une très large part de la taxe moyenne perçue.

Tableau n° 1.

CHEMINS DE FER DU GOUVERNEMENT DE LA NOUVELLE-GALLES DU SUD.

Wagons ordinaires et wagons-types pour le transport des marchandises, en service au 1er janvier 1898 (voie de 4 pieds 8 1/2 pouces [1m435]).

Classes.	Effectif des véhicules de chaque classe en service.	DESCRIPTION DU MODE DE CONSTRUCTION.	DIMENSIONS INTÉRIEURES DE LA CAISSE. Longueur.	Largeur.	Hauteur.	Longueur entre les extrémités des tampons.
			Pds Pces (Mètres)	Pds Pces (Mètres)	Pds Pces (Mètres)	Pds Pces Mètres
E	200	Bois plat à plate-forme : traverse pivotante et ranchets	13 4 (4.064)	7 4 (2.235)	...	14 5 (4.42
...	3	Wagon-glacière fermé : bois parois isolantes	17 3 (5.258)	7 7 1/4 (2.317)	8 4 (2.540)	21 1 (6.40
...	**3**	**Wagon-glacière fermé : bois parois isolantes**	**19 3 (5.867)**	**7 9 (2.362)**	**8 4 (2.540)**	**22 1 (7.25**
A	46	Châssis en bois : wagon découvert	14 6 (4.419)	7 0 (2.134)	0 7 (0.178)	18 1 (5.48
B	112	— — — — —	14 4 (4.369)	7 1 (2.159)	3 0 (0.914)	18 1 (5.48
D	4.783	— — — — —	14 7 (4.445)	7 5 (2.261)	2 3 (0.686)	18 1 (5.48
C	**326**	**Wagon fermé : châssis en bois ; caisse en bois ou fer**	**14 4 (4.369)**	**7 0 (2.134)**	**7 0 (2.134)**	**18 1 (5.48**
...	**38**	**Wagon fermé : bois**	**14 4 (4.369)**	**7 0 (2.134)**	**7 0 (2.134)**	**18 1 (5.48**
...	**68**	**Wagon fermé : châssis en bois ; caisse en partie à jalousies**	**17 6 (5.334)**	**8 0 (2.438)**	**7 4 (2.235)**	**21 1 (6.60**
D	310	Bois : wagon découvert	14 7 (4.445)	8 0 (2.438)	3 4 (1.016)	18 1 (5.48
A	14	Construit sur châssis de vieilles voitures	18 0 (5.486)	8 11 (2.718)	...	21 1 (6.40
D	295	Bois : wagon découvert	14 7 (4.445)	7 7 (2.311)	2 3 (0.686)	18 1 (5.48
L. C.	**156**	**Wagon fermé : châssis en fer ; caisse à jalousies**	**14 6 (4.419)**	**8 0 (2.438)**	**7 0 (2.134)**	**18 1 (5.48**
L. C.	**101**	**Wagon fermé : châssis en bois ; caisse à jalousies**	**14 6 (4.419)**	**7 0 (2.134)**	**7 0 (2.134)**	**18 1 (5.48**
D	1	Châssis mixte : bois et fer	15 7 (4.750)	8 4 (2.540)	2 9 (0.838)	19 1 (5.80
D	2	Châssis en acier	15 7 (4.750)	8 4 (2.540)	2 9 (0.838)	19 1 (5.80
D	**427**	**Châssis en fer : wagon découvert**	**15 7 (4.750)**	**8 4 (2.540)**	**2 9 (0.838)**	**19 1 (5.80**
K	24	Châssis en bois : wagon découvert	15 7 (4.750)	8 6 (2.591)	3 0 (0.914)	19 1 (5.79
L	92	Châssis en fer : wagon découvert	15 7 (4.750)	8 6 (2.591)	3 0 (0.914)	19 1 (5.79
...	**500**	**Trémie à charbon : châssis et caisse en fer ; caisse amovible**	**13 8 (4.165)**	**7 2 (2.184)**	**5 3 (1.600)**	**17 1 (5.20**
...	**25**	**Châssis en bois : sans haussettes ; 4 ranchets de 8 pieds (2m438) à chaque bout**	**16 0 (4.877)**	**8 4 (2.540)**	...	**19 1 (5.80**
...	23	Wagon-glacière fermé : charpente en bois, parois isolantes	33 2 (10.109)	8 2 (2.489)	7 0 (2.134)	37 6 (11.43
...	**14**	**Wagon-glacière fermé : charpente en bois, parois isolantes**	**33 1 (10.084)**	**8 1 (2.464)**	**8 7 1/2 (2.629)**	**37 6 (11.43**
G	315	Châssis en bois : wagon découvert	27 8 (8.433)	7 8 (2.337)	2 0 (0.610)	31 6 (9.60

Les wagons-types sont marqués en caractères gras.

Tableau n° 1.

Empattement.	USAGE.	Poids sur rails à vide.	Tonnage (usuel).	Prix (1).	MODE DE REMPLACEMENT DES VÉHICULES N'APPARTENANT PAS AUX CLASSES-TYPES.	N° de référence.
Pds Pces (Mètres)		Ton. Quint. (Kilog.)	Tonnes (Kilog.)	£ (Fr.)		
7 6 (2.280)	Bois et rails	4 10 (4.572)	5 (5.080)	107 (2.675)	Par les wagons à bogies et madriers : **n° 30.**	1
10 6 (3.200)	Viandes	10 11 (10.719)	5 (5.080)	379 (6.975)	Par les wagons-glacières-types : **n° 3.**	2
11 6 (3.505)	**Viandes (gelées ou glacées)**	**9 18 (10.059)**	**5 (5.080)**	**301 (7.525)**	...	**3**
8 6 (2.591)	Rails	4 15 (4.826)	6 (6.096)	110 (2.750)	Par les wagons-types D : **n° 17.**	4
8 6 (2.591)	Usages généraux	5 10 (5.588)	6 (6.096)	120 (3.000)	— — — —	5
8 6 (2.591)	— —	5 0 (5.080)	6 (6.096)	120 (3.000)	Par les wagons-types D : **n°s 17 et 29.**	6
8 6 (2.591)	**Usages généraux**	**5 15 (5.842)**	**6 (6.096)**	**150 (3.750)**	...	**7**
8 6 (2.591)	**Poudre à canon et explosifs**	**6 5 (6.350)**	**6 (6.096)**	**170 (4.250)**	...	**8**
10 0 (3.048)	**Viandes fraîches**	**7 5 (7.366)**	**7 (7.112)**	**180 (4.500)**	...	**9**
8 6 (2.591)	Usages généraux	5 15 (5.842)	8 (8.128)	130 (3.250)	Par les wagons-types D : **n° 17.**	10
10 0 (3.048)	Charbon en caisses	5 10 (5.588)	8 (8.128)	64 (1.600)	...	11
8 6 (2.591)	Usages généraux	5 0 (5.080)	8 (8.128)	106 (2.650)	Par les wagons-types D : **n° 17.**	12
8 6 (2.591)	**Fruits, produits de laiteries et autres marchandises périssables**	**7 0 (7.112)**	**8 (8.128)**	**201 (5.025)**	...	**13**
8 6 (2.591)	**Fruits, produits de laiteries et autres marchandises périssables**	**6 0 (6.096)**	**8 (8.128)**	**190 (4.750)**	...	**14**
9 0 (2.743)	Usages généraux	5 16 (5.893)	10 (10.160)	257 (6.425)	Wagon-spécimen remplacé par **n° 17.**	15
9 0 (2.743)	— —	5 17 (5.944)	10 (10.160)	190 (4.750)	Par les wagons-types D : **n° 17.**	16
9 0 (2.743)	**Usages généraux**	**6 2 (6.198)**	**10 (10.160)**	**139 (3.475)**	...	**17**
9 0 (2.743)	Usages généraux	5 5 (5.334)	10 (10.160)	105 (2.625)	Par les wagons-types D : **n°s 17 et 29.**	18
9 0 (2.743)	— —	6 2 (6.198)	10 (10.160)	189 (4.725)	Par les wagons-types D : **n°s 17 et 29.**	19
8 2 (2.489)	**Charbon**	**6 8 (6.503)**	**10 (10.160)**	**157 (3.925)**	...	**20**
9 0 (2.743)	**Cannes à sucre**	**5 15 (5.842)**	**10 (10.160)**	**109 (2.725)**	...	**21**
27 9 (8.458)	Viandes (gelées ou glacées)	15 15 (16.003)	13 (13.209)	711 (17.775)	Par wagon-glacière-type à bogie : **n° 23.**	22
28 6 (8.687)	**Viandes (gelées ou glacées)**	**17 12 (17.882)**	**14 (14.225)**	**641 (16.025)**	...	**23**
24 6 (7.467)	Articles pondéreux	12 5 (12.447)	15 (15.241)	279 (6.975)	Par wagon à bogie D : **n° 29.**	24

(1) Le prix ne comprend pas les appareils de frein Westinghouse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 1. (*Suite.*)

Classes.	Effectif des véhicules de chaque classe de service.	DESCRIPTION DU MODE DE CONSTRUCTION.	DIMENSIONS INTÉRIEURES DE LA CAISSE. Longueur.	Largeur.	Hauteur.	Longueur entre les extrémités des tampons
			Pds Poss (Mètres).	Pds Poss (Mètres).	Pds Poss (Mètres).	Pds Poss (Mètres).
F	40	**Châssis en bois : wagons découverts**	28 0 (8,534)	7 11 (2,413)	0 7 (0,178)	31 (9,44
T. N.	6	**Wagon fermé à châssis tubulaire**	34 0 (10,363)	8 0 (2,438)	7 6 (2,290)	36 (11,0
T. M.	74	— **découvert à châssis tubulaire**	34 8 (10,566)	7 7 (2,311)	2 9 (0,838)	36 (11,0
T. F.	56	**Wagon découvert à châssis tubulaire, sans haussettes, avec traverses, supports et ranchets.**	34 8 (10,566)	8 0 (2,438)	...	36 (11,0
D	62	**Châssis mixte (bois et fer) : wagon découvert**	31 7 (9,626)	8 4 (2,540)	2 10 1/2 (0,877)	35 (10,6
E	8	**Wagon à traverses-supports, sans haussettes, avec traverses et ranchets.**	32 0 (9,753)	9 0 (2,743)	...	35 (10,6
C. W.	432	**Châssis en bois : caisse fermée à dem**	17 6 (5,334)	8 0 (2,438)	7 0 (2,134)	21 (6,6
S. V.	622	**Châssis en bois : caisse à claire voie, à deux étages**	17 4 (5,283)	7 2 (2,184) / 8 2 (2,489)	6 8 1/2 (2,045)	21 (6,6
...	14	Wagons à combinaison	17 6 (5,334)	8 0 (2,438)	7 0 (2,134)	21 (6,6
C. W.	1	Châssis en bois : caisse à demi fermée.	51 0 (15,544)	8 2 (2,489)	7 0 (2,134)	54 (16,5
S. V.	1	Châssis en bois : caisse à claire-voie à deux étages	40 0 (12,192)	8 4 (2,540)	7 0 (2,134)	43 (13,3
C. W.	28	**Châssis en bois : caisse fermée à demi.**	35 5 (10,795)	7 11 (2,413)	7 0 (2,134)	39 (12,1
S. V.	50	**Châssis en bois : caisse à claire voie à deux étages**	35 5 (10,795)	7 11 (2,413)	6 11 (2,108)	39 (12,1
H	200	**Châssis en bois avec dispositif de déversage**	29 6 (8,991)	8 4 (2,540)	2 0 (0,610)	33 (10,0
...	345	Châssis en bois ; tampons fixes en partie.	14 8 (4,470)	7 2 (2,184)	1 3 (0,381)	18 (5,4
...	50	**Châssis en bois : tampons fixes, en partie**	14 0 (4,267)	7 0 (2,134)	1 5 (0,457)	17 (5,2
...	377	**Wagon à trémie, bois, déversage automatique**	13 0 (3,962)	7 0 (2,134)	5 0 (1,524)	17 (5,1
...	12	Semi-circulaire : réservoirs sur châssis en bois.	13 4 (4,064)	7 4 (2,235)	...	16 (4,9
...	42	**Réservoir rectangulaire : châssis en bois, 2,000 gallons (9,090 litres)**	15 0 (4,572)	7 6 (2,286)	3 0 (0,914)	18 (5,4
...	1	Wagon-gazomètre	17 6 (5,334)	8 0 (2,438)	7 0 (2,134)	21 (6,6
...	3	Truck à gaz	20 0 (6,096)	9 2 (2,794)	...	23 (7,0
...	20	**Fourgon de frein : châssis en bois caisse « caboose »**	20 0 (6,096)	7 5 (2 261)	7 1 (2,159)	22 (7,0
...	61	Fourgon de frein à châssis en bois	17 7 (5,359)	7 9 (2,362)	7 5 (2,261)	21 (6,5
...	139	— — —	20 5 (6,223)	7 5 (2,261)	8 3 (2,514)	24 (7,4
...	50	**Fourgon de frein avec compartiment pour voyageurs**	35 4 (10,769)	7 9 (2,362)	7 8 1/2 (2,350)	39 (11,9
...	30	**Fourgon de frein : châssis en bois, caisse « caboose »**	20 0 (6,096)	7 5 (2,261)	7 1 (2,159)	22 (7,0
...	11	Wagon de secours construit sur de vieux châssis	21 6 (6,553)	7 3 (2,210)	7 0 (2,134)	25 (7,5

Les wagons-types sont marqués en caractères gras.

Tableau n° 1. (*Suite.*)

Empattement.	USAGE.	Poids sur rail à vide.	Tonnage inscrit.	Prix (1).	MODE DE REMPLACEMENT DES VÉHICULES N'APPARTENANT PAS AUX CLASSES TYPES.	N° de référence.
Pds Poss (Mètres).		Ton. Quint. (Kilog.)	Tonnes. (Kilog.)	£ (Fr.)		
24 6 (7,467)	**Bois, pilotis, rails, etc.**	11 13 (11,837)	15 (15,241)	230 (5,750)	...	25
28 10 (8,788)	**Usages généraux**	12 0 (12,193)	19 (19,305)	407 (10,17.)	...	26
28 10 (8,788)	**Laines, céréales et autres grosses marchandises**	10 5 (10,414)	22 (22,353)	253 (6,325)	...	27
28 10 (8,788)	**Bois, pilotis, rails, etc.**	10 0 (10,160)	22 (22,353)	233 (5,825)	...	28
26 6 (8,077)	**Laines, céréales et autres grosses marchandises.**	11 10 (11,685)	24 (24,385)	245 (6,125)	...	29
26 6 (8,077)	**Bois, pilotis, rails, etc.**	11 0 (11,177)	24 (24,385)	184 (4,600)	...	30
10 0 (3,048)	**Bestiaux.**	7 0 (7,112)	6 (6,096)	186 (4,650)	...	31
10 0 (3,048)	**Moutons**	7 5 (7,366)	6 (6,096)	185 (4,625)	...	32
10 0 (3,048)	Bestiaux, moutons ou petites marchandises.	7 10 (7,620)	6 (6,096)	307 (7,675)	Par wagons-bergeries-types : n° 32.	33
48 0 (14,630)	Bestiaux	15 5 (15,495)	12 (12,193)	464 (11,600)	Par wagons-types à bogies : n° 36.	34
35 0 (10,668)	Moutons	13 0 (13,209)	12 (12,193)	500 (12,500)	Par wagons-types à bogies : n° 37.	35
29 3 (8,915)	**Bestiaux.**	13 10 (13,717)	12 (12,193)	317 (7,925)	...	36
29 6 (8,991)	**Moutons.**	14 10 (14,733)	12 (12,193)	333 (8,325)	...	37
25 6 (7,772)	**Charbon pour locomotives**	9 17 (10,008)	16 (16,257)	225 (5,625)	...	38
8 6 (2,591)	Ballast	4 15 (4,820)	6 (6,096)	90 (2,250)	Par wagons-ballast-types : n° 40.	39
9 0 (2,743)	**Ballast**	4 10 (4,572)	8 (8,128)	76 (1,900)	...	40
8 6 (2,591)	—	5 0 (5,080)	8 (8,128)	99 (2,475)	...	41
7 6 (2,286)	Eau	4 4 (4,267)	10 (10,160)	226 (5,650)	Par wagons-citernes types : n° 43.	42
10 0 (3,048)	**Eau**	7 7 (7,468)	12 (12,193)	225 (5,625)	...	43
10 0 (3,048)	Pour l'agent accompagnant le gaz portatif.	...	...	224 (5,600)	...	44
10 0 (3,048)	Pour transporter le gaz comprimé contenu dans des cylindres.	...	...	190 (4,7.0)	...	45
11 0 (3,353)	...	12 0 (12,193)	...	206 (5,200)	...	46
12 0 (3,657)	...	12 12 (12,802)	...	350 (8,750)	Par des véhicules plus récents.	47
11 6 (3,505)	...	12 12 (12,802)	...	455 (11,375)	Par des véhicules plus récents.	48
29 9 (9,068)	...	17 2 (17,374)	...	853 (21,325)	...	49
11 0 (3,353)	...	10 0 (19,305)	...	285 (7,125)	...	50
11 6 (3,505)	Accidents	8 15 (8,890)	...	282 (7,050)	Par des véhicules plus récents.	51

(1) Ne comprend pas les appareils de frein Westinghouse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau nº 2.

CHEMINS DE FER DE [illegible]NIE DE VICTORIA.

Description des wagons à marchandises des modèles en service sur la voie de 5 pieds 3 pouces (1m600)

Classes.	Effectif des véhicules de chaque classe.	Effectif des véhicules des modèles-types.	Effectif des véhicules d'autres modèles.	DESCRIPTION DES VÉHICULES.	MODE DE CONSTRUCTION.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur des parois.	Longueur entre les traverses des tampons.	Numéros de référence.
						pds pces (Mètres)	pds pces (Mètres)	pds pces (Mètres)	pds pces Mètres	
FFF	6	6	...	Wagon-écurie	Bois. Châssis en acier.	44 3 (13,182)	7 8 7/8 (2,359)	7 1 3/4 (2,178)	48 2 1/2 (14,694)	
G	28	...	18	Wagon découvert sans parois.	Bois. Tout autour lisse à 1 pied 3 pouces (0m381) de hauteur.	14 9 (4,496)	7 6 (2,286)	...	18 4 1/2 (5,601)	
G	...	10	...	— — —	Fer. Châssis en acier lisse à 1 pied 6 pouces (0m457) de hauteur tout autour.	18 0 (5,486)	7 6 (2,286)	...	21 6 (6,553)	
H	431	...	255	Wagon couvert	Bois. Deux portes roulantes en bois	17 0 (5,181)	7 7 (2,311)	6 3 (1,905)	20 10 1/2 (6,363)	
H	...	...	68	— —	Bois. Deux portes tournantes en bois.	14 4 (4,369)	7 7 (2,311)	6 1 (1,854)	18 3 (5,562)	
H	...	...	37	— —	Bois. Deux portes roulantes avec grilles en fer	16 10 (5,131)	7 7 (2,311)	6 2 (1,880)	20 10 1/2 (6,363)	
H	...	71	...	— —	Bois. Deux portes roulantes (1 en bois et 1 avec grilles en fer).	17 4 1/2 (5,290)	7 4 1/2 (2,248)	6 9 (2,052)	21 4 1/2 (6,515)	
I	6,374	...	53	Wagon découvert moyen	Bois.	14 8 1/2 (4,483)	7 8 1/2 (2,350)	2 7 1/2 (0,800)	18 6 (5,639)	
I	...	...	1,658	— —	Bois.	17 7 1/2 (5,372)	7 6 1/2 (2,299)	3 0 (0,914)	21 4 1/2 (6,515)	
I	...	...	1,142	— —	Bois.	17 7 1/2 (5,372)	7 6 1/2 (2,299)	3 0 (0,914)	21 4 1/2 (6,515)	
I	...	...	2,808	— —	Bois. Châssis en acier.	17 7 1/2 (5,372)	7 6 1/2 (2,299)	3 0 (0,914)	21 4 1/2 (6,515)	
I	...	...	101	— —	Fer.	17 5 1/2 (5,321)	7 7 (2,311)	2 10 (0,864)	21 3 (6,477)	
I	...	551	...	— —	Acier	17 11 5/8 (5,477)	7 6 1/2 (2,299)	3 0 (0,914)	21 4 1/2 (6,515)	
I	...	1	...	— —	Acier	17 11 5/8 (5,477)	7 6 1/2 (2,299)	3 0 (0,914)	21 4 1/2 (6,515)	
K	277	...	132	Wagon à haussettes basses et à traverse-support.	Bois avec poutre-support mobile, tournant sur un pivot.	14 7 1/2 (4,458)	7 7 1/2 (2,324)	0 5 1/2 (0,140)	18 5 (5,613)	
K	...	...	97	— — —	Bois. Deux traverses fixes	15 7 (4,754)	7 7 (2,311)	0 5 1/2 (0,140)	19 5 (5,918)	
K	...	...	48	— — —	Fer. Deux traverses fixes	16 0 (4,877)	7 5 (2,261)	0 6 (0,152)	19 8 1/2 (6,007)	
L	278	...	52	Wagon-bergerie couvert	Bois. Caisse à claire-voie	19 11 (6,071)	7 8 1/2 (2,350)	6 7 1/2 (2,020)	23 4 1/2 (7,125)	
L	...	...	100	— —	Bois. Châssis en acier. Caisse à claire-voie	19 10 (6,045)	7 6 7/8 (2,296)	6 9 1/2 (2,070)	23 4 1/2 (7,125)	
L	...	...	26	— —	Bois et fer. Châssis en fer-acier. Caisse à claire-voie.	20 0 (6,096)	7 3 1/4 (2,229)	6 7 1/2 (2,020)	23 4 1/2 (7,125)	
L	...	100	...	— —	Acier Caisse à claire-voie	20 0 (6,096)	7 8 (2,337)	7 0 (2,134)	23 4 1/2 (7,125)	
A reporter.	7,394	0,739	6,635							

Tableau nº 2.

USAGE AUQUEL SERVENT LES VÉHICULES.	Poids sur rail à vide. Tare moyenne.	Tonnage inscrit.	Date de la construction des véhicules.	Prix des véhicules, y compris roues et essieux à £501,450fr., la paire et les freins à main, mais non les freins Westinghouse.	MODE DE REMPLACEMENT DES VÉHICULES N'APPARTENANT PAS AUX CLASSES-TYPES.	Numéros de référence.	AVANTAGES DES VÉHICULES DES MODÈLES-TYPES.
	T. Quint. (Kilog.)	Tonnes. (Kilog.)		£ (Francs).			
Pour transporter 12 chevaux et les gardiens.	19 15 (20,067)	...	1892	850 (21,250)	...	1	
Transport de véhicules, transports funèbres, etc.	4 13 (4,725)	3 (3,048)	1859 à 1888	176 (4,400)	Par nº 3	2	
— — —	5 9 (5,537)	10 (10,160)	1890	150 (3,750)	...	3	Augmentation de la capacité de transport.
Produits agricoles, marchandises générales.	5 7 (5,430)	7 (7,112)	1875 à 1884	100 (4,975)		4	
— — —	5 10 (5,588)	7 (7,112)	1862 à 1885	163 (4,075)	Remplacé par véhicules de la classe U nºs 44 et 45.	5	Meilleure ventilation, plus de place et augmentation de la capacité de transport.
— — —	5 17 (5,944)	7 (7,112)	1865 à 1885	182 (4,550)		6	
— — —	6 14 (6,807)	8 (8,128)	1893 à 1898	181 (4,525)		7	
Trafic général	4 15 (4,826)	7 (7,112)	1890 à 1895	168 (4,200)		8	
— — —	4 12 (4,979)	8 (8,128)	1875 à 1887	168 (4,200)		9	
— — —	4 18 (4,979)	10 (10,160)	1887	168 (4,200)	Par modèles-types moyens nºs 13 et 14.	10	Réduction du prix des frais d'entretien et du poids et accroissement de la durabilité.
— — —	6 0 (6,096)	10 (10,160)	1888 à 1897	169 (4,225)		11	
— — —	5 4 (5,283)	7 (7,112)	1870 à 1877	191 (4,975)		12	
— — —	5 17 (5,944)	10 (10,160)	1897 à 1899	153 (3,850)	...	13	
— — —	5 0 (5,080)	10 (10,160)	1898	Modèle pour wagons futurs.		14	
Longues pièces de bois, rails, pilotis, etc.	4 13 (4,725)	8 et 10 (8,128-10,160)	1859 à 1891	148 (3,700)		15	Employés seulement dans une mesure limitée, étant remplacés par les nºs 13, 14 et 36.
— — —	4 11 (4,623)	8 (8,128)	1874 à 1885	148 (3,700)	Par nºs 13 et 14 et par nº 36.	16	
— — —	4 13 (4,725)	8 (8,128)	1872	139 (3,475)		17	
Pour transporter deux étages de moutons ou de porcs.	7 6 (7,417)	7 (7,112)	1871 à 1887	193 (4,825)	Par nº 21.	18	
— — —	7 14 (7,824)	8 (8,128)	1890 et 1891	205 (5,125)	— —	19	Réduction du prix des frais d'entretien et du poids et accroissement de la durabilité.
— — —	8 4 (8,332)						
— — —	7 4 (7,316)	7 (7,112)	1871 à 1884	203 (5,575)	— —	20	
— — —	7 18 (8,027)	8 (8,128)	1896 et 1897	173 (4,325)	...	21	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 2. *(Suite.)*

Classes.	Effectif des véhicules de chaque classe.	Effectif des véhicules des modèles-types.	Effectif des véhicules d'autres modèles.	DESCRIPTION DES VÉHICULES.	MODE DE CONSTRUCTION.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur des parois.	Longueur entre les extrémités des tampons.	Nombre d'essieux.
						Pds Pces (Mètres	Pds Pces (Mètres)	Pds Pces Mètres	Pds Pces (Mètres	
Reports .	7,394	0,739	6,655							
M	404	...	303	Wagon à bestiaux couvert.	Bois. Caisse à demi fermée	17 6 (5,334)	7 4 (2,235)	6 4½ (1,949)	21 4½ (6,515)	2
M	...	...	100	— —	Bois. Châssis en acier. Caisse à demi fermée	19 4 (5,893)	7 4 (2,235)	6 9½ (2,070)	23 4½ (7,125)	2
M	...	1	...	— —	Fer. Châssis en acier. Cais-e à demi fermée. Toit	17 9½ (5,429)	7 11 (2,413)	7 3½ (2,216)	21 4½ (6,515)	2
N	293	...	99	Wagon découvert à hausettes basses.	Bois.	15 5 (4,699)	7 8 (2,337)	1 3 (0,381)	18 6 (5,639)	2
N	...	77	...	— — —	Fer.	14 9 (4,496)	7 9½ (2,375)	1 3 (0,381)	18 0 (5,486)	2
N	...	...	117	— — —	Bois.	15 8 (4,775)	7 7 (2 311)	1 3 (0,381)	19 1 (5,816)	2
O	187	...	39	Wagon découvert à trémie.	Fer. Simple trémie.	9 6½ (2,908)	5 8 (1,727)	4 0 (1,219)	15 4½ (4,686)	2
O	...	148	...	— —	Fer. Châssis en acier. Double trémie.	14 3 (4,343)	5 11 (1,803)	4 6 (1,372)	21 0 (6,401)	2
P	24	...	6	Wagon fermé	Bois. Châssis en fer	17 0 (5,181)	7 7 (2,311)	3 10 (1,168)	20 11½ (6,388)	2
P	...	...	5	— —	Fer.	16 4¾ (4,997)	7 1¾ (2,178)	6 1½ (1,867)	20 4½ (6,210)	2
P	...	13	...	— —	Fer.	15 3 (4,648)	7 3 (2,210)	5 1 (1,549)	19 4 (5,893)	2
Oo	25	25	...	Wagon à bogies à trémie	Acier	48 0 (14,630)	8 5 (2,565)	4 6 (1,372)	51 4½ (15,608)	Sur bogies
Q	20	...	16	Wagon à bogies (découvert à haussettes basses).	Bois. Sans traverse-support.	35 7 (10,846)	8 5 (2,565)	0 6 (0,152)	39 4½ (12,002)	—
Q	...	...	4	— — —	Bois. Quatre traverses-supports	34 0 (10,363)	6 10½ (2,096)	0 9 (0,229)	36 6 (11,125)	—
QR	201	201	...	Wagon découvert moyen à bogies.	Bois. Châssis en acier. Côtés rabattant sur toute leur longueur. Pour le matériel nouveau on se propose de faire des parois d'about également rabattantes.	34 8¼ (10,572)	8 0½ (2,451)	2 11 (0,889)	38 5½ (11,715)	—
R	17	...	17	— — —	Bois.	33 7½ (10,249)	7 11 (2,413)	2 5 (0,762)	38 9 (11,811)	—
S	20	...	20	Wagon fermé à bogies	Bois.	27 9 (9,017)	7 7½ (2,324)	6 3 (1,905)	31 6½ (9,614)	—
Tt	31	...	31	Wagon fermé à bogies et parois isolantes.	Bois. Châssis en acier, triple parois en bois avec chambres d'air et garniture de feutre.	34 4 (10,465)	7 8 (2,337)	6 2¾ (1,899)	38 5¼ (11,715)	—
T	130	95	...	Wagon couvert à parois isolantes.	Bois. Châssis en acier, double parois et double plancher en bois avec chambre intercalaire d'isolation de 4 pouces (0m102).	17 3¼ (5,264)	8 1¼ (2,470)	7 4½ (2,254)	21 4½ (6,515)	2
T	...	35	...	— — —	Semblable au précédent, mais chambre d'isolation de 6 pouces (0m152).	16 11¾ (5,162)	7 9¼ (2,368)	7 1½ (2,172)	21 4½ (6,515)	2
Tu	19	...	19	— — —	Bois. Châssis en acier	16 10 (5,131)	7 6 (2,286)	6 6 (1,854)	20 10 (6,350)	2
U	466	...	112	Wagon couvert à jalousies.	Bois. Châssis en acier. Toit double et doubles jalousies sur les côtés.	17 3 (5,258)	7 9 (2,362)	6 7 (2,007)	21 4½ (6,515)	2
U	...	...	167	— —	Bois. Châssis en acier. Toit simple et simples jalousies sur les côtés.	17 4 (5,283)	7 8 (2,337)	7 4¼ (2,241)	21 4½ (6,515)	2
U	...	181	...	— —	Acier. Faces latérales et d'about à simples jalousies jusqu'au toit.	17 5 (5,308)	7 7¼ (2,317)	7 4⅝ (2,245)	21 4½ (6,515)	2
Eau	9	9	...	Wagon-réservoir à eau couvert.	Réservoir rectangulaire en acier, sur châssis en acier.	17 6⅞ (5,356)	6 9⅞ (2,079)	3 0 (0,914)	21 4½ (6,515)	2
Total .	9,234	1,524	7,710							

Tableau n° 2. *(Suite.)*

USAGE AUQUEL SERVENT LES VÉHICULES.	Poids sur rail à vide. Tare moyenne.	Tonnage inscrit.	Date de la construction des véhicules.	LOYER des véhicules, y compris toiles et essieux à 2 sh. 11 d. (3 fr. 11 c.) par livre (0 fr. 45 c.) suivant les freins Westinghouse.	MODE DE REMPLACEMENT DES VÉHICULES N'APPARTENANT PAS AUX CLASSES-TYPES.	Numéros de référence.	AVANTAGES DES VÉHICULES DES MODÈLES-TYPES.
	T. Quint. (Kilog.)	Tonnes. (Kilog.)		£ (Francs).			
Chevaux, bestiaux, moutons ou porcs, aussi, bois et autres chargements, à défaut de bétail	6 10 (6,604)	7 (7,112)	1877 à 1885	204 (5,100)	Par n° 24.	22	
	7 9 (7,570)	10 (10,160)	1890 et 1891	199 (4,975)	— —	23	
	7 2 (7,214)	10 (10,160)	1897	160 (4,000)	...	24	
Ballast, gravier, pierres et parfois grains.	4 10 (4,572)	6 et 7 (6,090-7,112)	1874 à 1886	99 (2,475)	...	25	
	4 14 (4,776)	7 (7,112)	1869 à 1886	173 (4,325)	...	26	
	4 10 (4,572)	7 (7,112)	1876 à 1888	109 (2,725)	...	27	
Charbon	4 15 (4,826)	7 (7,112)	1871	160 (4,000)	Par n°s 29 et 33.	28	Trémie double, accroissement de la durabilité et de la capacité.
—	5 19 (6,045)	10 (10,160)	1886 à 1890	149 (3,725)	— —	29	
Poudre à canon et autres explosifs	6 19 (7,061)	5 (5,080)	1873	216 (5,400)	...	30	
— — —	8 0 (8,128)	5 (5,080)	1862	384 (9,600)	...	31	
— — —	6 5 (6,350)	5 (5,080)	1882 à 1884	205 (5,125)	...	32	
Charbon	17 0 (17,273)	43 (43,690)	En cours de construction			33	
Longues pièces de bois, pilotis, etc.	10 19 (11,126)	16 (16,257)	1875 à 1877	391 (9,775)	—	34	Employé seulement dans une mesure limitée. — Remplacé par le n° 36.
— — —	10 16 (10,973)	14 (14,225)	1872	290 (4,750)	—	35	
Trafic général, longues pièces de bois, pilotis, etc.	12 16 (13,005)	26 (26,417)	1890 à 1892	374 (9,350)	...	36	Combine les principaux avantages des classes « I », « Q » et « R ».
Hors d'usage.	10 0 (10,160)	15 (15,241)	1880	327 (8,175)	Par n° 36.	37	
—	11 0 (11,177)	12 (12,193)	1880	400 (10,000)	Par n°s 40 et 41.	38	
Transport du beurre	18 3 (18,441)	20 (20,321)	1889 à 1891	746 (18,650)	— —	39	
Beurre, produits conservés par le froid et viandes gelées (petit parcours).	9 1 (9,195)	10 (10,160)	1894 à 1897	279 (6,975)	...	40	Glacé pour le beurre transporté à une température de 50° à 60° Fahr. (10° à 15°5 C.), non glacé pour les viandes gelées en dessous de 32° Fahr. (0° C.).
Beurre, produits conservés par le froid et viandes gelées (long parcours).	9 1 (9,195)	10 (10,160)	1894 à 1897	271 (6,775)	...	41	
Hors d'usage.	7 0 (7,112)	5 (5,080)	1881 à 1886	284 (7,100)	Par n°s 40 et 41.	42	
Viandes, fruits, crème, lait et autres produits de la laiterie; aussi le beurre pendant la saison froide	7 4 (7,316)	10 (10,160)	1888 à 1896	236 (5,900)	Par n°s 44 et 45.	43	Meilleure ventilation, plus d'espace, plus grande durabilité. Réduction du poids, du prix et des frais d'entretien.
	7 1 (7,163)	10 (10,160)	1895 à 1897	237 (5,925)	— —	44	
	6 18 (7,011)	10 (10,160)	1897 et 1898	223 (5,575)	...	45	
Eaux	7 0 (7,112)	2,000 gall. (9,090 litres)	1897 et 1898	157 (3,925)	...	46	

Tableau nº 3.

CHEMINS DE FER DE L'ÉT

Wagons à marchandises et à bestiaux des modèles-types et au

Classe.	Effectif total des véhicules de chaque classe.	DESCRIPTION DU MODE DE CONSTRUCTION.	DIMENSIONS INTÉRIEURES DE LA CAISSE. Longueur.	Largeur.	Hauteur des parois.	Longueur entre les extrémités des tampons.	Nombre d'essieux.
			Pds Pces (Mètres).	Pds Pces (Mètres).	Pds Pces (Mètres).	Pds Pces (Mètres).	
...	48	Fourgon de frein : châssis en bois	15 5 (4,699)	7 5 1/2 (2,274)	5 11 1/2 (1,816)	19 4 (5,893)	2
...	4	Fourgon de frein : châssis en bois, compartiment à voyageurs.	35 11 1/2 (10,960)	7 11 1/2 (2,426)	6 5 1/4 (1,975)	40 3 1/2 (12,281)	Sur bogies
...	3	Fourgon de frein : châssis en bois	12 10 1/2 (3,964)	7 2 1/2 (2,197)	1 6 (0,457)	15 4 (4,648)	2
E	59	Wagon couvert : châssis en fer	14 7 (4,445)	7 3 1/2 (2,223)	5 11 1/2 (1,816)	18 2 1/2 (5,550)	2
...	1	— — —	14 7 (4,445)	7 3 1/2 (2,223)	5 11 1/2 (1,816)	18 2 1/2 (5,550)	2
...	2	Wagon couvert : châssis en bois, en partie à jalousies.	15 5 (4,699)	7 8 (2,337)	6 1 3/4 (1,873)	18 2 1/2 (5,550)	2
...	3	Wagons à jalousies : châssis en bois	16 6 (5,029)	7 6 (2,286)	6 5 1/2 (1,969)	20 4 (6,197)	2
F	9	Châssis en bois : extrémités arrondies	13 11 1/2 (4,001)	7 1 (2,159)	4 0 (1,219)	16 3 (4,953)	2
G	218	— wagon découvert	13 3 (4,038)	7 2 (2,184)	2 3 (0,686)	17 2 (5,232)	2
G	359	Châssis en fer — —	15 9 1/2 4,873)	7 7 1/4 (2,317)	2 5 (0,762)	19 5 1/2 (5,931)	2
H	352	— en bois et fer : wagon découvert	13 7 1/2 (4,153)	7 5 1/4 (2,67)	1 6 (0,457)	16 3 (4,953)	2
HP	163	— en bois : wagon découvert	13 7 1/2 (4,153)	7 5 1/4 (2,267)	1 8 (0,508)	16 3 (4,953)	2
J	471	— en fer — —	15 9 (4,800)	7 7 1/2 (2,324)	1 6 (0,557)	19 5 1/2 (5,931)	2
S	160	— en bois — —	13 5 (4,089)	7 7 (2,311)	1 6 (0,457)	16 10 (5,131)	2
L	20	Trémies et châssis en fer	Sommet. 12 5 3,784) Fond. 6 6 (1,981)	Sommet. 7 5 (2,261) Fond. 4 4 (1,321)	... ...	15 4 (4,673)	2
M	10	Wagons plats : châssis en bois	19 8 1/2 (6,007)	Ext. 7 11 1/2 (2,426)	... ...	19 3 (5,867)	2
P	1	Wagon plat : — —	20 0 (6,096)	Ext. 7 4 1/2 (2,248)	... ...	20 0 (9,144)	(Bogies à minaux)
T	49	— — —	17 1 (5,207)	Ext. 8 2 (2,489)	... ...	19 3 (5,867)	2
O	24	— — —	10 6 (3,200)	Ext. 7 0 (2,134)	... ...	12 3 (3,734)	2
...	1	— — — wagon com.	Ext. 12 4 (3,759)	Ext. 7 8 (2,337)	1 0 (0,305)	13 0 (3,962)	2
P	44	Madriers : châssis en bois	Ext. 10 11 (3,327)	Ext. 7 11 (2,413)	... ...	13 7 1/2 (4,153)	2
...	39	Réservoirs : châssis en fer	Int. 15 1 (4,597)	Int. 7 2 1/2 (2,197)	3 0 (0,610)	18 5 1/2 (5,626)	2
...	15	— (temporaires) : châssis en bois	3 citernes.	4'0'' × 4'0'' (1m219 × 1m219	× 4'0'' (1m219)	18 5 1/2 (5,626)	2
...	4	Wagons-poudrières : châssis en fer	6	4'0'' × 4'0''	× 4'0''		2
...	17	Wagons-boxes : châssis en bois	Pds Pces (Mètres). 13 10 (4,216)	Pds Pces (Mètres). 7 9 1/2 (2,375)	Pds Pces (Mètres). 7 1 1/2 (2,172)	17 10 (5,428) 19 0 (5,791)	2
Q	63	Wagons à bestiaux : châssis en bois	15 5 (4,699)	7 8 (2,337)	6 5 1/2 (1,969)	35 10 (10,922)	Sur bo
R	26	Wagons à bestiaux : châssis en bois, 2 compartiments chacun.	15 6 1/4 (4,730)	7 5 (2,261)	6 5 1/2 (1,969)		

AUSTRALIE MÉRIDIONALE.

Tableau nº 3.

avec le 5 avril 1899 (voie de 5 pieds 3 pouces [1m600]).

USAGE AUQUEL SERVENT LES VÉHICULES.	Poids sur rail à vide.	Tonnage inscrit.	Prix. (1)	MODE DE REMPLACEMENT DES VÉHICULES N'APPARTENANT PAS AUX CLASSES-TYPES.	Date de l'adoption des modèles-types.
	Ton. Quint. Quarts (Kilog.)	Ton. Quint. Quarts Kilog.)	£ (Fr.)		
Freins pour trains de marchandises.	10 5 0 (10,414)	3 6 0 (3,353)	330 (8,250)	...	1877
— avec compartiment à voyageurs à chaque extrémité.	16 10 3 (16,803)	6 10 0 (6,604)	1,074 (26,850)	...	1894
Wagon-frein	6 14 0 (6,804)	6 0 0 (6,096)	...	Par wagon-frein à marchandises, modèle-type.	
Marchandises générales	4 12 0 (4,674)	7 0 0 (7,112)	214 (5,350)	...	1884
Transport du fromage	4 12 0 (4,674)	7 0 0 (7,112)	162 (4,050)		
— du poisson	5 16 0 (5,893)	7 0 0 (7,112)	158 (3,950)		
Lait	6 2 1 (6,211)	4 0 0 (4,064)	277 (6,925)		
Wagons à coke	5 2 0 (5,182)	7 0 0 (7,112)	...		
Usages généraux	4 12 0 (4,674)	7 0 0 (7,112)	...	Par wagon-type G à châssis en fer.	
—	5 3 0 (5,233)	8 0 0 (8,128)	160 (4,000)	...	1891
—	4 3 1 (4,729)	7 0 0 (7,112) 8 0 0 (8,128)	...	Par wagon-types G et I.	
—	4 3 3 (4,255)	7 0 0 (7,112)	...	— — G à châssis en fer.	
Charbon pour locomotives et usages généraux.	4 16 0 (4,877)	8 0 0 (8,128)	130 (3,250)	...	1884 & 1892
Pierres	4 10 0 (4,572)	7 0 0 (7,112)	123 (3,325)	Par wagons-types G à châssis en fer.	1891
Charbon et ballast.	4 10 0 (4,572)	6 0 0 (6,096)	130 (3,250)		
Bois de charpente, rails, etc.	4 12 2 (4,699)	7 0 0 (7,112)	...		
Pour transporter les wagons de la voie 3 pieds 6 pouces (1m067) sur les voies de 5 pieds 11 pouces (1m803)	...	...	...		
Bois de charpente, rails, etc.	4 12 0 (4,674)	7 0 0 (7,112)	...		
Trucks de jetée	...	5 0 0 (5,080)	...		
—	3 3 2 (3,226)	...	...		
Bois de charpente.	4 0 0 (4,064)	7 0 0 (7,112)	114 (2,850)	...	1885
Eau	6 7 0 (6,452)	6 2 0 (6,198)	188 (4,700)	...	1881
—	3 18 0 (3,983)	5 7 0 (5,436)	...	Par wagons-types G ou I.	
Poudre à canon	6 3 1 (6,361)	...	221 (5,525)	...	1887
Chevaux	6 4 2 (6,325)	3 chevaux.	224 (5,600)	...	1882
Bétail	4 15 0 (4,826)	...	158 (3,950)	...	1886
—	12 6 0 (12,497)	16 animaux.	360 (9,000)	(1) Y compris roues et essieux.	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 3. (*Suite.*)

Wagons à marchandises et à bestiaux des modèles-types et au

Classes.	Effectif total des véhicules de chaque classe.	DESCRIPTION DU MODE DE CONSTRUCTION.	DIMENSIONS INTÉRIEURES DE LA CAISSE. Longueur.	Largeur.	Hauteur des parois.	Longueur entre les extrémités des tampons.	Nombre d'essieux.
			Pds Pces (Mètres).	Pds Pces (Mètres).	Pds Pces (Mètres).	Pds Pces (Mètres).	
B	24	Wagons-bergeries : châssis en bois	17 5 (5,308)	7 9 (2,362)	6 7 (2,007)	21 4 (6,502)	4
C	54	— — en fer	21 3 (6,477)	7 9 (2,362)	6 4 1/2 (1,943)	25 1 (7,645)	4
U	24	— — en bois	35 5 (10,797)	7 5 (2,261)	6 4 1/2 (1,943)	39 10 (12,141)	Sur bogies
D	7	Trucks-bergeries	14 10 1/2 (4,534)	7 6 3/4 (2,292)	2 2 (0,660)	17 2 (5,232)	4
...	2	Rampe à moutons portative	...	...		...	
...	85	Fourgons de frein pour marchandises, châssis en bois.	14 5 (4,394)	6 11 (2,108)	5 11 1/2 (1,816)	17 9 (5,410)	4
A	76	Wagons couverts : châssis en fer et en bois	13 5 1/2 (4,102)	6 5 1/2 (1,969)	5 11 1/2 (1,816)	16 9 (5,105)	4
...	1	— — en bois	13 5 1/2 (4,102)	6 5 1/2 (1,969)	5 11 1/2 (1,816)	16 9 (5,105)	4
...	3	— parois isolantes, châssis en fer.	12 6 (3,810)	5 6 (1,676)	5 1 (1,545)	16 9 (5,105)	4
...	1	— en partie à jalousies, châssis en bois.	14 5 (4,394)	6 11 (2,108)	6 0 3/4 (1,835)	17 9 (5,410)	4
B	451	Châssis en fer	13 7 1/2 (4,153)	6 7 1/4 (2,013)	2 6 (0,762)	16 8 (5,080)	4
C	2,718	— — et bois.	13 8 1/2 (4,178)	6 8 1/2 (2,045)	1 6 (0,457)	16 9 (5,105)	4
D	12	— —	27 4 1/2 (8,345)	6 7 1/2 (2,020)	1 6 (0,457)	30 6 (9,296)	Bogies à mi...
F	94	Wagons plats : châssis en bois et fer	Ext. 14 0 (4,267)	Ext. 7 0 (2,234)	...	16 9 (5,105)	4
...	2	— châssis en bois	Ext. 13 11 (4,242)	Ext. 7 0 (2,234)	...	22 9 (6,934)	4
H	8	Trucks à madriers : châssis en bois	13 11 (4,242)	7 0 (2,234)	...	16 9 (5,105)	4
...	53	Réservoirs : châssis en fer	13 11 (4,242)	6 11 1/2 (2,121)	2 0 (0,610)	17 10 1/2 (5,448)	Sur bogies
...	4	— —	29 11 5/8 (9,134)	6 11 5/8 (2,124)	1 8 1/2 (0,521)	32 9 (9,982)	Sur bogies
...	61	Réservoirs provisoires, 300 à 400 gallons (1,360 à 1,820 litres) sur châssis en bois.	3 réservoirs	4' 0'' × 4' 0'' (1=219 × 1=219	× 1=219)	16 9 (5,105)	4
...	4	Réservoirs à poudre ; châssis en fer	6 —	4' 0'' × 4' 0''	× 4' 0''	16 8 (5,080)	4
			Pds Pces (Mètres).	Pds Pces (Mètres).	Pds Pces (Mètres).		
J	28	Wagons-boxes : châssis en fer.	9 6 (2,895)	6 4 1/2 (1,943)	7 1 (2,159)	16 8 (5,080)	4
OJ	2	— —	13 3 1/2 (4,051)	7 8 1/2 (2,350)	7 1 2/4 (2,178)	16 9 (5,105)	4
K	93	Wagons à bestiaux : châssis en bois	14 5 (4,394)	6 11 (2,108)	6 0 3/4 (1,835)	17 9 (5,410)	Sur bogies
R	41	Wagons à bestiaux : châssis en bois à 2 compartiments.	15 6 1/4 (4,730)	7 5 (2,261)	6 5 1/2 (1,969)	34 10 (10,617)	Sur bogies
...	17	Wagons à bestiaux : châssis en bois découvert	14 5 1/2 (4,407)	6 11 (2,108)	6 0 (1,829)	16 9 (5,105)	4
M	63	Wagon-bergeries : châssis en fer et bois	18 11 (5,766)	7 0 (2,234)	6 1 5/8 (1,870)	22 3 (6,782)	Sur bogies
U	44	— châssis en bois	35 5 (10,795)	7 5 (2,261)	6 4 1/2 (1,943)	38 10 (11,836)	Sur bogies
...	4	Rampes à moutons portatives ; châssis en bois	...	...	...	16 8 (5,080)	
	3,895						

Tableau n° 3. (*Suite.*)

service le 5 avril 1899 (voie de 5 pieds 3 pouces [1m600]).

USAGE AUQUEL SERVENT LES VÉHICULES.	Poids sur rail à vide.	Tonnage inscrit.	Prix.	MODE DE REMPLACEMENT DES VÉHICULES N'APPARTENANT PAS AUX CLASSES-TYPES.	Date de l'adoption des modèles-types.
	Ton. Quint. Quarts (Kilog.)	Ton. Quint. Quarts (Kilog.)	£ (Fr.)		
Moutons	6 7 0 (6,452)	100 moutons	...	...	1890
—	7 3 0 (7,365)	120 —	242 (6,050)	Par trucks B.	
—	13 17 1 (13,956)	200 —	400 (10,000)		
—	4 12 3 (4,712)	7 0 0 (7,112)	...	Par wagons-types G.	
Chargement des moutons aux stations dépourvues de rampes fixes.	5 11 2 (5,665)	...	...		
Frein à marchandises	8 5 0 (8,382)	1 17 0 (1,880)	272 (6,800)	...	1877
Marchandises générales	3 18 2 (3,988)	6 0 0 (6,096)	166 (4,150)	...	1884
Fromages	3 18 2 (3,988)	6 0 0 (6,096)	146 (3,650)		
Produits conservés par le froid	5 4 3 (5,322)	5 0 0 (5,080)	221 (5,525)		
Poisson	4 5 2 (4,344)	6 0 0 (6,096)	154 (3,850)		
Marchandises générales	3 13 0 (3,709)	6 10 0 (6,604)	123 (3,125)	...	1891
— —	3 6 0 (3,353)	6 10 0 (6,604)	105 (2,625)	...	1880
— —	6 11 0 (6,655)	10 0 0 (10,160)			
Bois de construction et rails	3 2 1 (3,163)	6 0 0 (6,096)	95 (2,375	...	1887
— — —	4 6 1 (4,382)	9 0 0 (9,144)			
Bois de construction	3 0 3 (3,086)	6 0 0 (6,096)	95 (2,375)		
Eau	4 14 0 (4,775)	5 7 0 (5,426)	150 (3,750)	...	1882
—	11 10 0 (11,685)	9 16 0 (9,957)	420 (10,050)		
—	4 4 3 (4,305)	5 7 0 (5,436)			
Poudre à canon	5 11 2 (5,665)	6 0 0 (6,096)	199 (4,975)	...	1886
2 chevaux	4 0 3 (4,102)	2 chevaux.	287 (7,175)		
3 —	5 2 2 (5,207)	3 —	396 (6,600)	...	1889
7 animaux	3 17 0 (3,912)	Ton. Quint. Quarts (Kilog.) 5 12 0 (5,690)	154 (3,850)		
16 —	10 0 0 (10,160)	9 12 0 (9,754)	340 (8,500)	...	1886
7 —	3 13 0 (3,709)	5 12 0 (5,690)	112 (2,800)		
100 moutons	5 4 0 (5,283)	4 0 0 (4,064)	325 (5,125)	...	1890
200 —	10 14 0 (10,872)	8 0 0 (8,128)	353 (8,325)		
Pour le chargement des moutons aux stations dépourvues de rampes fixes	3 17 0 (3,912)	...	174 (4,350)		

Tableau N° 4.

CHEMINS DE FER DU QUEENSLAND.

Détails sur le matériel roulant (voie de 3 pieds 6 pouces [1m067]).

	CLASSE.	Longueur au-dessus des traverses de tête.	Largeur de la caisse.	Hauteur des parois.	Poids du wagon.	Poids de la charge.	Poids chargé.	Prix actuel.
	Wagons à marchandises à 4 roues.	Pds Pces (Mètres.)	Pds Pces (Mètres.)	Pds Pces (Mètres.)	T. Q. (Kilogr.)	T. Q. (Kilogr.)	T. Q. (Kilogr.)	£ (Francs.)
A	Couverts	15 0 (4.572)	7 6 (2.286)	6 2 (1.880)	4 0 (4,064)	6 0 (6,096)	10 0 (10,160)	85 (2,125)
F	Découverts	14 0 (4.267)	7 6 (2.286)	2 6 (0.762)	3 5 (3,302)	6 15 (6,858)	10 0 (10,160)	56 (1,400)
V	A trémie pour charbons . .	12 3 (3.734)	7 0 (2.134)	5 6 (1.676)	3 10 (3,556)	6 10 (6,604)	10 0 (10,160)	62 (1,550)
T	A ballast	14 0 (4.267)	6 6 (1.981)	1 6 (0.457)	3 5 (3,302)	6 15 (6,858)	10 0 (10,160)	56 (1,400)
	Wagons à marchandises à 8 roues.							
C	Couverts	32 0 (9.753)	7 6 (2.286)	6 2 (1.880)	9 0 (9,144)	11 0 (11,177)	20 0 (20,321)	150 (3,750)
H	Découverts	30 0 (9.144)	7 6 (2.286)	2 6 (0.762)	7 10 (7,620)	12 10 (12,701)	20 0 (20,321)	100 (2,500)
K	A bestiaux	32 0 (9.753)	8 0 (2.438)	6 6 (1.981)	8 15 (8,890)	11 5 (11,431)	20 0 (20,321)	121 (3,025)
N	Bergeries	32 0 (9.753)	8 0 (2.438)	6 0 (1.829)	8 11 (8,687)	180 moutons.	... ...	160 (4,000)
S	A bois de construction . .	30 0 (9.144)	7 6 (2.286)	0 6 (0.152)	6 15 (6,858)	13 5 (13,463)	20 0 (20,321)	112 (2,800)
CC	Transformables (marchandises ou trains de plaisir).	32 0 (9.753)	7 6 (2.286)	6 3 (1.905)	9 8 (9,551)	10 12 (10,770)	20 0 (20,321)	255 (6,375)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 6.

CHEMINS DE FER DU GOUVERNEMENT DE L'AUSTRALIE OCCIDENTALE.

Usages auxquels servent les véhicules et tonnage approximatif des marchandises transportées dans les wagons des différentes classes pendant le deuxième trimestre 1898 (voie de 3 pieds 6 pouces [1m067]).

CLASSES.	USAGES AUXQUELS SERVENT LES VÉHICULES.	TONNAGE APPROXIMATIF DES MARCHANDISES TRANSPORTÉES PENDANT LE DEUXIÈME TRIMESTRE 1898.
Qb.	A bogie-glacière pour marchandises périssables devant faire un long parcours, chargé de glace lorsqu'il est utilisé.	
O et Ob	Pour le transport des bestiaux.	
N et Nb	— — des moutons.	
E et Eb	— — des chevaux.	
H et Hb	— — des explosifs.	150 tonnes anglaises (152 tonnes métriques) d'explosifs.
Kb	Utilisé pour le transport à petite distance des cargaisons des navires aux magasins; aussi pour le transport des chaudières, etc., la charge étant alors fixée au moyen de chaînes.	En usage seulement sur les jetées et les quais.
L Lb et M	Pour le transport des bois	40,200 tonnes anglaises (40,845 tonnes métriques) de bois.
I et Ib	Transports généraux; aussi bois à brûler, briques, minerai en sac, laine, menue paille et bois scié.	101,600 tonnes anglaises (103,230 tonnes métriques) de bois, bois à brûler, charbon, coke, minerai, foin, paille, menue paille, pommes de terre, grains, machines, laine et marchandises générales.
G et Gb	Transports généraux	32,800 tonnes anglaises (33,326 tonnes métriques) de produits de la laiterie, fruits, foin, paille, menue paille, grains, farines, pommes de terre et marchandises générales.
Ub	Transports de charbon	Truck spécimen.
S	— de viandes fraîches à petite distance	1,000 tonnes anglaises (1,016 tonnes métriques) de viande.
D et Db	Fourgons de frein utilisés dans les trains de voyageurs, de marchandises et mixtes, pour les petits paquets et les bagages.	
J	Transports de matières minérales et transports généraux.	63,700 tonnes anglaises (64,722 tonnes métriques) de briques, gravier, roches argileuses, etc.
W	Truck combiné pour minerai et eau.	
E U et V Vt	Wagons à ballast.	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau nº 5.

CHEMINS DE FER D'AUSTRALIE OCCIDENTALE.

Véhicules à marchandises et à bestiaux sur voie de 3 pieds 6 pouces [1m067].

Classes.	Effectif des véhicules en service.	DESCRIPTION.	DIMENSIONS INTÉRIEURES DE LA CAISSE. Longueur.	Largeur.	Hauteur des parois.	Longueur entre les extrémités des tampons.	Nombre d'essieux etc.
			Pcs Pces (Mètres.)	Pcs Pces (Mètres.)	Pcs Pces (Mètres.)	Pcs Pces (Mètres.)	
U	30	Wagon à trémie : tout en fer	11 3 (3.429) à 6 7 (2.007)	6 7 (2.007)	3 6 (1.067)	17 5 (5.308)	4
W	...	Truck combiné pour minerai et eau	14 0 (4.267)	7 0 (2.134)	3 0 (0.914)	16 5 (5.004)	4
H	10	Wagon couvert : châssis-modèle-type	16 5 (5.004)	6 7 (2.007)	5 6 (1.676)	16 5 (5.004)	4
J	905	Wagon bas à marchandises : châssis-modèle-type	15 0 (4.572)	6 6 (1.981)	1 3 (0.381)	15 5 (4.808)	4
J	24	— — —	14 0 (4.267)	6 11 (2.108)	1 8 (0.508)	16 10 (5.131)	4
I	940	Wagon haut à marchandises : châssis-modèle-type	15 0 (4.572)	6 6 (1.981)	2 6 (0.762)	17 5 (5.308)	4
I	70	— — —	14 0 (4.27)	6 11 (2.108)	3 0 (0.914)	16 10 (5.131)	4
I'	50	Wagon haut double en fer : châssis-modèle-type	15 0 (4.572)	6 9 (2.057)	3 0 (0.914)	17 5 (5.308)	4
S	19	Wagon couvert — — —	15 0 (4.572)	6 6 (1.981)	7 3 (2.210)	17 5 (5.308)	4
Q	7	Wagon-glacière (couvert) : châssis-modèle-type.	15 6 4.724	5 10 1/4 (1.784)	6 6 (1.981)	18 1 (5.512)	4
G	69	Wagon couvert à march. — — —	15 0 (4.572)	6 3 (1.905)	7 1 1/2 (2.172)	17 5 (5.308)	4
G	51	— — —	14 0 (4.267)	6 3 (1.905)	6 3 (1.905)	16 5 (5.004)	4
M	263	Sans parois : châssis-modèle-type	11 0 (3.353)	6 5 (1.956)	...	13 6 (4.115)	4
M	82	— — —	15 0 (4.572)	6 9 (2.057)	...	17 10 (5.435)	4
M	43	— tout en bois	12 0 (3.657)	6 10 (2.083)	...	14 10 (4.521)	4
L	52	— tout en fer	18 0 (5.486)	6 9 (2.057)	...	20 10 (6.350)	4
L	50	— châssis tout en fer	15 0 (4.572)	6 5 (1.956)	...	17 5 (5.308)	4
V	74	Wagon bas : châssis-modèle-type.	15 0 (4.572)	6 6 (1.981)	1 3 (0.381)	17 5 (5.308)	4
U	10	Wagon à trémie	13 3 (4.038) à 6 4 (1.930)	6 4 (1.930)	4 10 (1.473)	16 5 (5.004)	4
Ub	1	— — tout acier.	6 4 (1.930) à 7 0 (2.134)	7 0 (2.134)	...	37 5 (11.404)	Sur bogies
Qb	12	Wagon-glacière (couvert)	7 0 (2.134)	...	...	7 0 (2.134)	4
Vb	25	Wagon à renversement latéral	35 0 (10.668)	7 8 (2.337)	...	37 5 (11.404)	4
Ib	613	Wagon à marchandises : châssis-modèle-type.	11 10 (3.607)	7 0 (2.134)	1 6 (0.457)	15 2 (4.623)	Sur bogies
Gb	335	— — couvert	30 0 (9.144)	6 3 (1.905)	2 6 (0.762)	32 5 (9.880)	—
Hb	4	Wagon couvert à march. : châssis-modèle-type	30 0 (9.144)	6 4 (1.930)	7 3 (2.210)	32 5 (9.880)	—
Kb	75	Truck à plate-forme (sans parois) : châssis-modèle-type.	30 0 (9.144)	7 0 (2.134)	...	32 5 (9.880)	—
Lb	64	Sans parois : châssis-modèle-type	30 0 (9.144)	7 0 (2.134)	...	32 5 (9.880)	4
Vb	48	Wagon à renversement latéral	12 0 (3.657)	8 0 (2.438)	...	14 0 (4.267)	4
E	28	— — par l'about	9 6 (2.895)	8 1 (2.464)	1 4 2/3 (0.416)	10 6 (3.200)	4
O	11	Wagon à bestiaux : châssis-modèle-type	14 0 (4.267)	6 6 (1.981)	7 2 (2.184)	16 5 (5.004)	4
O	24	— — —	14 0 (4.267)	6 6 (1.981)	7 0 (2.134)	16 5 (5.004)	Sur bogies
Ob	85	— — châssis-modèle-type	30 0 (9.144)	7 3 (2.210)	7 6 (2.286)	32 5 (9.880)	Sur bogies
N	7	— bergerie — — —	17 0 (5.181)	7 1 (2.159)	7 0 (2.134)	19 5 (5.918)	Sur bogies
N	4	— — —	14 0 (4.26.)	6 9 (2.057)	7 0 (2.134)	16 5 (5.004)	Sur bogies
Nb	50	— — châssis-modèle type	30 0 (9.144)	6 4 (1.930)	6 9 (2.057)	32 5 (9.880)	Sur bogies
E	34	— boxe	15 0 (4.572)	6 3 (1.905)	7 3 (2.210)	17 5 (5.308)	Sur bogies
E	4	— — —	14 0 (4.267)	6 3 (1.905)	7 3 (2.210)	16 5 (5.004)	Sur bogies
Eb	...	— — —	30 0 (9.144)	6 4 (1.930)	7 2 (2.184)	32 5 (9.880)	Sur bogies
...	5	— de secours : modèle-type, tout acier	42 0 (12.801)	6 4 (1.930)	6 6 (1.981)	44 5 (13.513)	Sur bogies
F	238	Réservoir (bois) : châssis-modèle-type	12 4 (3.759)	6 0 1/2 (1.842)	3 0 (0.914)	17 5 (5.308)	Sur bogies
F	52	— (fer) — — —	11 8 (3.556)	6 0 (1.829)	4 0 (0.914)	32 5 (9.880)	Sur bogies
Fb	16	— châssis-modèle-type	28 0 (8.534)	6 11 1/2 (2.121)	...	32 5 (9.880)	Sur bogies
D	13	Wagon frein pour marchandises	14 0 (4.267)	6 6 (1.981)	7 0 (2.134)	16 5 (5.004)	4

N.-B. — Le châssis du modèle-type pour les véhicules à 4 roues est formé de longerons latéraux en fer en U de 9 1/4 × 3 1/2 × 3/8 (235 × 89 × 10 millimètres) ...

Tableau nº 5.

Classement.	USAGE AUQUEL SERVENT LES VÉHICULES.	Poids sur rails à vide.	Tonnage inscrit.	Prix.	*Observations.*
(Mètres.)		T. Quint. (Kilog.)	Tonnes (Kilog.)	£ (Francs).	
4 (2.591)	Ballast	3 15 (3,810)	3 (3 048)	60 (1,500)	
4 (2.286)	Minerai et eau	4 10 (4,572)	4 (4,064)	90 (2,250)	Porte 4 tonnes de minerai ou 1,800 gall. d'eau [(8,180 litres)].
4 (2.438)	Explosifs	4 14 (4,775)	5 (5,080)	136 (3,400)	
4 (2.438)	—	3 5 (3,302)	6 (6,096)	76 (1,900)	Wagon-type.
4 (2.438)	—	3 5 (3,302)	6 (6,096)	80 (2,000)	
4 (2.591)	—	3 15 (3,810)	6 (6,096)	81 (2,025)	Wagon-type.
4 (2.438)	—	3 15 (3,810)	6 (6,096)	85 (2,125)	
4 (2.438)	—	3 15 (3,810)	6 (6,096)	85 (2,125)	
4 (2.591)	Viandes	3 7 (3,404)	6 (6,096)	161 (4,025)	
4 (2.591)	—	3 8 1/2 (5,512)	6 (6,096)	176 (4,400)	
4 (2.591)	—	3 19 (4,013)	6 (6,096)	136 (3,400)	Wagon-type.
4 (2.438)	—	3 19 (4,013)	6 (6,096)	136 (3,400)	
4 (1.676)	Bois	3 0 (3,048)	6 (6,096)	70 (1,750)	
4 (2.438)	—	3 0 (3,048)	6 (6,096)	70 (1,750)	
4 (1.829)	—	3 0 (3,048)	6 (6,096)	70 (1,750)	
4 (3.048)	—	3 5 (3,302)	6 (6,096)	80 (2,000)	
4 (2.591)	—	3 5 (3,302)	6 (6,096)	75 (1,875)	
4 (2.591)	Ballast	3 5 (3,302)	6 (6,096)	70 (1,750)	
4 (2.591)	— ...		6 (6,096)	80 (2,000)	
Sur bogies (7.925)	Charbon	7 1 (7,163)	7 (7,112)	364 (9,100)	
4 (7.010)		17 12 1/2 (17,908)	10 (10,160)	1,137 (28,425)	
4 (2.438)	Ballast ...	...	10 (10,160)	90 (2,250)	Employé seulement aux travaux de port.
Sur bogies (6.096)		7 7 (7,468)	12 (12,193)	233 (5,825)	
— (6.096)		8 18 (9,043)	12 (12,193)	313 (7,825)	
— (6.096)	Explosifs	10 10 1/2 (10,694)	12 (12,193)	467 (11,675)	
— (6.096)	—	7 1 (7,163)	12 (12,193)	200 (5,000)	
4 (1.219)	Bois	7 1 (7,163)	12 (12,193)	220 (5,500)	
4 (1.448)	Ballast ...	...	12 (12,193)	120 (3,000)	Employé seulement aux travaux de port.
4 (2.438)		4 8 (4,471)	12 (12,193)	104 (2,600)	— — — —
4 (2.438)	B-tail	4 0 (4,064)	6 animaux	126 (3,150)	Wagon-type.
4 (2.438)	—	4 0 (4,064)	6 —	126 (3,150)	
Sur bogies (6.096)	—	9 0 (9,144)	12 —	247 (6,175)	
4 (3.657)	Moutons	3 15 (3,810)	60 moutons	136 (3,400)	Wagon-type.
Sur bogies (5.486)	—	3 15 (3,810)	60 —	136 (3,400)	
Sur bogies (6.096)	—	8 0 (8,128)	120 —	293 (7,325)	
4 (2.591)	Chevaux	4 2 (4,166)	2 chevaux	316 (7,900)	Véhicule-type
4 (2.438)	—	4 2 (4,166)	2 —	280 (7,00.	
Sur bogies (6.096)	—	—	4 —	543 (13,575)	
Sur bogies (9.550)	Accidents ...	...	...	847 (16,175)	
4 (2.591)	Eau	4 12 (4,674)	1,390 gall. (6,315 lit.)	116 (2,900)	Véhicule-type.
—	—	4 19 (5 029)	1,312 — (5 960 —)	126 (3,150)	— —
Sur bogies (6.096)	—	6 16 1/4 (6,922)	12 (12,193)	250 (6,250)	
4 (2.438)	Wagon-frein p' marchandises	6 6 (6,096)	1 1/2 (1,524)	150 (3,750)	

...traînement de tête flèche centrale, traversés intermédiaires, etc., en bois de Karri; pour les véhicules à bogies, les châssis du modèle-type consistent

Tableau n° 7.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT DE TASMANIE.

Détails des wagons-types (voie de 3 pieds 6 pouces [1m067]).

	CLASSE DE WAGONS.	Longueur intérieure.	Longueur extérieure.	Longueur entre les extrémités des tampons.	Largeur intérieure.	Largeur extérieure.	Hauteur intérieure du plancher au toit.	Hauteur extérieure du rail au toit.	Tare.	Capacité de transport.	Effectif des wagons en service.	Prix par wagon (1).
		P^ds P^ces (Mètres)	P^ds P^ces (Mètres)	P^ds P^ces (Mètres)	P^ds P^ces (Mètres)	P^ds P^ces (Mètres)	P^ds P^ces (Mètres)	P^ds P^ces (Mètres)	T. Q. Q. (Kilog.)	Tonnes. (Kilog.)		£ (Francs)
A	Bas, avec grandes portes.	13 8 1/2 (4.178)	14 0 (4.267)	17 3 (5.258)	7 5 1/2 (2.274)	7 9 (2.362)	...	...	3 9 2 (3,531)	6 (6,096)	326	85 (2,150)
B	— avec portes étroites.	13 8 1/2 (4.178)	14 0 (4.267)	17 3 (5.258)	7 5 1/2 (2.274)	7 9 (2.362)	...	...	3 13 0 (3,709)	6 (6,096)	15	86 (2,150)
C	Moyen.	13 8 1/2 (4.178)	14 0 (4.267)	17 3 (5.258)	7 5 1/2 (2.274)	7 9 (2.362)	...	...	3 14 0 (3,759)	6 (6,096)	143	90 (2,250)
D	Haut.	13 8 1/2 (4.178)	14 0 (4.267)	17 3 (5.258)	7 5 1/2 (2.274)	7 9 (2.362)	...	...	3 16 0 (3,861)	6 (6,096)	28	91 (2,275)
E	Couvert à marchandises.	13 9 3/4 (4.210)	14 0 (4.267)	17 3 (5.258)	7 3 (2.210)	7 9 (2.362)	6 4 (1.930)	9 5 (2.870)	3 19 0 (4,013)	6 (6,096)	77	112 (2,800)
F	A bois de peu de longueur.	...	12 0 (3.657)	15 3 (4.648)	...	7 9 (2.362)	...	...	3 5 0 (3,302)	6 (6,096)	12	85 (2,125)
FF	Pour les grandes pièces de bois (double bogie).	...	32 0 (9.753)	35 3 (10.744)	...	7 9 (2.362)	...	...	8 0 0 (8,128)	12 (12,193)	18	200 (5,000)
FO	A bois.	...	16 0 (4.877)	19 3 (5.867)	...	7 9 (2.362)	...	...	3 9 0 (3,505)	6 (6,096)	12	97 (2,425)
G	A ballast.	13 8 1/2 (4.178)	14 0 (4.267)	17 3 (5.258)	7 5 1/2 (2.274)	7 9 (2.362)	...	...	3 10 0 (3,556)	6 (6,096)	35	99 (2,250)
H	A bestiaux.	13 6 (4.115)	14 0 (4.267)	17 3 (5.258)	7 3 (2.210)	7 9 (2.362)	6 4 (1.930)	9 5 (2.870)	3 18 0 (3,963)	6 (6,096)	53	111 (2,775)
I	Bergerie (à deux étages).	13 6 (4.115)	14 0 (4.267)	17 3 (5.258)	7 3 (2.210)	7 9 (2.362)	6 4 (1.930)	9 5 (2.870)	3 19 0 (4,013)	6 (6,096)	49	110 (2,750)
...	Wagons-boxes.	13 9 1/2 (4.204)	14 0 (4.267)	17 3 (5.258)	7 5 1/2 (2.274)	7 9 (2.362)	7 5 1/2 (2.274)	10 10 (3.302)	4 17 0 (4,928)	6 (1) (6,096)	20	172 (4,300)
...	Truck à équipages.	...	15 0 (4.572)	18 3 (5.562)	7 3 (2.210)	7 9 (2.362)	...	...	3 19 0 (3,959)	6 (6,096)	10	94 (2,350)
											798	

Pas de freins automatiques. (1) Installations pour trois chevaux. (2) Y compris roues et essieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 8.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT DE LA NOUVELLE-ZÉLANDE.

Détails des wagons types (voie de 3 pieds 6 pouces [1m067]).

Classes	DESCRIPTION.	LONGUEUR. Intérieure.	LONGUEUR. Extérieure.	LONGUEUR. Entre les extrémités des tampons.	LARGEUR. Intérieure.	LARGEUR. Extérieure.	HAUTEUR DU PLANCHER AU TOIT. Intérieure.	HAUTEUR DU PLANCHER AU TOIT. Extérieure.	Tare.	Capacité de transport.	Prix approximatif (1).	Effectif.	Date de l'adoption du type.
		Pds Pces (Mètr.).	Pds Pces (Mètr.).	Pds Pces (Mètr.).	Pds Pces (Mètr.).	Pds Pces (Mètr.).	Pds Pces (Mètr.).	Pds Pces (Mètr.).	T. Q. Kilog.).	Ton. (Kilog.)	£ (Fr.).		
G	Wagon-boxe	14 5 (4.394)	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	6 3 (1.905)	6 10 (2.083)	7 3 (2.210)	7 4 (2.235)	4 11 (4,623)	...	170 (4,250)	114	
H	Wagon à bestiaux	14 4 (4.369)	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	7 3 (2.210)	7 10 (2.388)	6 7 1/2 (2.020)	6 9 (2.057)	4 0 (4,064)	5 (5,080)	120 (3,000)	268	
J	— bergerie	14 10 1/2 (4.534)	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	6 5 (1.956)	6 10 (2.083)	6 8 (2.032)	6 9 1/4 (2.063)	4 2 (4,166)	4 (4,064)	120 (3,000)	455	
K	— couvert à march.	14 5 1/4 (4.407)	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	6 3 1/4 (1.911)	6 10 (2.083)	7 1 1/2 (2.172)	7 2 1/2 (2.197)	3 17 (3,912)	6 (6,096)	120 (3,000)	412	
L	— haut	14 7 (4.445)	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	6 5 (1.956)	6 10 (2.083)	...	...	3 8 (3,455)	6 (6,096)	90 (2,250)	4,390	1871
M	— bas	14 7 (4.445)	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	6 5 (1.956)	6 10 (2.083)	...	...	3 0 (3,048)	6 (6,096)	85 (2,125)	1,060	
N	— pour les bois (long)	...	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	...	6 10 (2.083)	...	...	3 7 (3,404)	6 (6,096)	90 (2,250)	99	
N	— — (court)	...	11 0 (3.353)	13 6 (4.115)	...	6 10 (2.083)	...	...	2 18 (2,946)	6 (6,096)	90 (2,250)	434	
O	— à charbon à trémie (6 tonnes)	11 0 (3.353) à 5 0 (1.524)	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	7 0 (2.134) à 2 6 (0.762)	...	...	...	4 0 (4,064)	6 (6,096)	130 (3,250)	538	
O	— à charbon à trémie (8 tonnes)	13 3 (4.038) à 4 1 (1.245)	13 9 3/4 (4.210)	16 3 (4.953)	7 9 (2.362) à 4 0 (1.219)	...	...	...	4 3 (4,217)	8 (8,128)	130 (3,250)	112	1891
P	— plat	...	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	...	7 2 (2.184)	...	...	3 15 (3,810)	6 (6,096)	85 (2,125)	143	1871
Q	— à charbon à trémie et mobile (8 tonnes)	12 6 (3.810) à 4 6 (1.372)	13 9 3/4 (4.210)	16 3 (4.953)	7 6 (2.286) à 2 6 (0.762)	...	...	...	4 9 (4,521)	8 (8,128)	125 (3,125)	17	1896
R	— haut à bogies	29 7 (9.017)	30 0 (9.144)	32 6 (9.906)	7 0 (2.134)	7 5 (2.261)	...	...	7 7 (7,468)	16 (16,257)	220 (5,500)	156	
S	— bergerie à bogies	29 10 1/2 (9.106)	30 0 (9.144)	32 6 (9.906)	6 5 (1.956)	6 10 (2.083)	6 8 (2.032)	6 9 1/4 (2.063)	8 6 (8,433)	8 (8,128)	240 (6,000)	77	
T	— à bestiaux à bogies	29 4 (8.941)	30 0 (9.144)	32 6 (9.906)	7 3 (2.210)	7 10 (2.388)	6 7 1/2 (2.020)	6 9 (2.057)	8 7 (8,484)	12 (12,193)	235 (5,875)	21	1888
U	— plat à bogies	29 7 (9.017)	30 0 (9.144)	32 6 (9.906)	7 0 (2.134)	...	...	...	6 12 (6,706)	16 (16,257)	200 (5,000)	114	
V	— glacière à bogie	29 5 (8.966)	30 0 (9.144)	32 6 (9.906)	5 11 (1.803)	6 11 1/4 (2.114)	6 2 (1.880)	7 1 1/4 (2.165)	9 16 (9,957)	12 (12,193)	350 (8,750)	47	
W	— glacière de 15 pieds (4m572)	14 5 (4.394)	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	5 11 (1.803)	6 11 1/4 (2.114)	6 2 (1.880)	7 1 1/4 (2.165)	5 10 (5,588)	6 (6,096)	150 (3,750)	65	1896
X	— pour la conservation par le froid de 15 pieds (4m572)	14 5 1/4 (4.400)	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	6 3 (1.905)	6 10 (2.083)	7 2 (2.184)	7 6 1/4 (2.299)	4 12 (4,674)	6 (6,096)	150 (3,750)	139	...
Y	— à ballast à trém e de 15 pieds (4.572)	11 6 (3.505) à 4 9 (1.448)	15 0 (4.572)	17 6 (5.334)	6 11 1/2 (2.121) à 0 0	...	...	...	3 7 (3,404)	6 (6,096)	110 (2,750)	65	1891
Z	— couvert à marchandises à bogies	29 6 1/4 (8.997)	30 0 (9.144)	32 6 (9.906)	6 6 3/4 (2.000)	7 0 1/2 (2.147)	7 1 1/2 (2.172)	7 2 1/2 (2.197)	8 15 (8,890)	12 (12,193)	240 (6,000)	7	1892
												8,733	

Pas de frein automatique.

(1) Y compris roues et essieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 9.

CHEMINS DE FER AUSTRALASIENS.

Usage auquel servent les wagons à marchandises; effectif et capacité de transport des wagons de chaque espèce.

ESPÈCE DE WAGONS ET USAGE AUQUEL ILS SERVENT.	Voie de 4 p. 8 1/2 pouces (1m435).		Voie de 5 pieds 3 pouces (1m600).				Voie de 3 pieds 6 pouces (1m067).										Totaux.	
	Nouvelle-Galles du Sud.		Colonie de Victoria.		Autres.		Queensland (1).		Australie occidentale.		Tasmanie.		Nouvelle-Zélande.					
	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.
		T. angl. (T. métriq.)		T. angl. (T. métriq.)		T. angl. (T. métriq.)		T. angl. (T. métriq.)		T. angl. (T. métriq.)		T. angl. (T. métr.)		T. angl. (T. métriq.)		T. angl. (T. métriq.)		T. angl. (T. métriq.)
Wagons à deux essieux. — *Wagons découverts :*																		
Usages généraux	6,046	39,670 (40,307)	6,695	62,150 (63,147)	1,276	9,40 (9,55	2,881	20,599 (20,929)	2,881	18,727 (19,027)	1,989	11,934 (12,126)	522	3,132 (3,182)	5,450	32,700 (33,225)	28,028	198,331 (201,514)
Bois et rails	246	1,276 (1,296)	277	2,222 (2,258)	103	7 (7	12	612 (622)	...	...	490	2,040 (2,072)	24	144 (146)	533	3,186 (3,240)	1,775	11,113 (11,291)
Charbon	514	5,112 (5,194)	187	1,753 (1,781)	500	3,9 (4,0	...	...	...	...	...	...	...	...	810	5,118 (5,200)	2,011	15,094 (16,190)
Cannes à sucre	25	250 (254)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	25	250 (254)
Totaux des wagons découverts	6,831	46,308 (47,051)	7,159	66,125 (67,186)	1,879	14,0 (14,2	2,893	21,211 (21,551)	2,881	18,727 (19,027)	2,479	14,874 (15,113)	546	3,276 (3,328)	6,793	41,016 (41,674)	31,839	225,628 (229,249)
Wagons couverts :																		
Usages généraux	326	1,956 (1,987)	431	3,088 (3,138)	59	4 (4	76	456 (463)	...	...	120	720 (731)	77	462 (469)	412	2,472 (2,512)	1,501	9,567 (9,721)
Fruits, produits de laiterie, etc.	257	2,056 (2,089)	460	4,600 (4,674)	6	1 (1	1	12 (12)	...	...	...	...	...	...	139	834 (847)	864	7,535 (7,655)
Viandes fraîches	68	476 (484)	...	...	...	...	...	...	...	...	19	114 (116)	...	...	...	...	87	590 (599)
Viandes congelées ou glacées	6	30 (30)	149	1,335 (1,417)	...	...	3	15 (15)	...	...	7	42 (43)	...	...	65	390 (396)	230	1,872 (1,902)
Poudre et explosifs	38	228 (232)	24	120 (122)	4	...	4	24 (24)	...	...	10	50 (51)	...	...	...	...	80	422 (429)
Totaux des wagons couverts	695	4,746 (4,822)	1,064	9,303 (9,351)	69	4 (6	85	507 (514)	...	...	156	926 (941)	77	462 (469)	616	3,696 (3,755)	2,762	19,986 (20,307)
Totaux des wagons à deux essieux	7,526	51,054 (51,873)	8,223	75,328 (76,537)	1,948	14,3 (14,5	2,978	21,718 (22,067)	2,881	18,727 (19,027)	2,635	15,800 (16,054)	623	3,738 (3,798)	7,409	44,712 (45,429)	34,601	245,614 (249,556)
Wagons sur bogies. — *Wagons découverts :*																		
Usages généraux	451	7,841 (7,967)	218	5,481 (5,569)	...	...	12	120 (122)	1,551	21,490 (21,835)	688	8,256 (8,388)	...	...	270	4,320 (4,389)	3,190	47,508 (48,270)
Bois et rails	104	2,024 (2,056)	20	312 (317)	...	...	2	18 (18)	...	...	64	768 (780)	18	216 (219)	...	...	208	3,338 (3,392)
Charbon	...	...	25	1,075 (1,092)	...	...	...	...	...	...	1	7 (7)	...	...	...	...	26	1,082 (1,099)
Totaux des wagons découverts	555	9,865 (10,023)	263	6,868 (6,978)	...	...	14	138 (140)	1,551	21,490 (21,835)	753	9,031 (9,175)	18	216 (219)	270	4,320 (4,389)	3,424	51,928 (52,761)
Wagons couverts :																		
Usages généraux	6	114 (116)	...	...	...	...	...	...	...	...	335	4,020 (4,084)	...	...	7	84 (85)	348	4,218 (4,286)
Viandes congelées ou glacées	37	495 (503)	...	...	...	...	...	...	...	...	12	120 (122)	...	...	47	564 (573)	96	1,179 (1,198)
Poudre et explosifs	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4	48 (48)	...	...	...	...	4	48 (48)
Beurre	...	...	51	830 (874)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	51	830 (874)
Totaux des wagons couverts	43	609 (619)	51	830 (874)	...	...	...	...	...	...	351	4,188 (4,255)	...	...	54	648 (658)	499	6,305 (6,406)
Totaux des wagons sur bogies	598	10,474 (10,642)	314	7,728 (7,852)	...	...	14	138 (140)	1,551	21,490 (21,835)	1,104	13,219 (13,431)	18	216 (219)	324	4,968 (5,048)	3,923	58,233 (59,167)
Totaux des wagons à marchandises	8,124	61,528 (62,515)	8,537	83,056 (84,389)	1,948	14,3 (14,5	2,992	21,856 (22,207)	4,432	40,217 (40,862)	3,739	29,019 (29,485)	641	3,954 (4,017)	7,733	49,680 (50,477)	38,524	303,847 (308,725)

(1) Les renseignements relatifs aux wagons couverts n'ont pas été fournis.

Tableau n° 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 10.

CHEMINS DE FER DE L'AUSTRALASIE.

Effectif et capacité totale des wagons à marchandises en service sur les diverses voies.

NATURE.	ÉCARTEMENT. A. 4 pds 8 1/2 pcs. (1 m. 435).		B. 5 pds 3 pcs. (1 m. 600).		C. 3 pds 6 pcs. (1 m. 067).		TOTAUX.	
	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.	Effectif.	Capacité totale.
Wagons à deux essieux :—		T. angl. (T. métr.)		T. angl. (T. métr.)		T. angl. (T. métr.)		T. angl. (T. métr.)
Wagons découverts	6,831	46,308 (47,051)	9,038	80,216 (81,503)	15,970	99,104 (100,694)	31,839	225,628 (229,249)
Wagons couverts	695	4,746 (4,822)	1,133	9,649 (9,804)	934	5,591 (5,681)	2,762	19,986 (20,307)
Totaux. . .	7,526	51,054 (51,873)	10,171	89,865 (91,307)	16,904	104,695 (106,375)	34,601	245,614 (249,556)
Wagons à bogies :—								
Wagons découverts	555	9,865 (10,023)	263	6,868 (6,978)	2,606	35,195 (35,760)	3,424	51,928 (52,761)
Wagons couverts	43	609 (619)	51	860 (874)	405	4,836 (4,914)	499	6,305 (6,406)
Totaux. . .	598	10,474 (10,642)	314	7,728 (7,852)	3,011	40,031 (40,674)	3,923	58,233 (59,167)
Totaux des wagons à march. .	8,124	61,528 (62,515)	10,485	97,593 (99,159)	19,915	144,726 (147,049)	38,524	303,847 (308,723)

A. — Nouvelle-Galles du Sud.
B. — Victoria et partie de l'Australie méridionale.
C. — Australie méridionale, Queensland, Australie occidentale, Tasmanie et Nouvelle-Zélande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 11.

CHEMINS DE FER DE L'AUSTRALASIE.

Effectif des véhicules des différentes capacités en service.

NATURE DES VÉHICULES.		EFFECTIF.								
		Nouvelle-Galles du Sud.	Victoria.	Australie méridionale.		Queensland.	Australie occidentale.	Tasmanie.	Nouvelle Zélande.	TOTAUX.
Usage auquel servent les véhicules.	Capacité.	*Voie de 4 p. 8 1/2 p^ces (1m435).*	*Voie de 5 p. 3 p^ces (1m600).*	*Voie de 5 p. 3 p^ces (1m600).*	*Voie de 3 p. 6 p^ces (1m067).*	*Voie de 3 pieds 6 pouces (1m067).*				
Wagons à marchandises. — A deux essieux	Tonnes. (Kilog.) 3 (3,048)	...	18	...	...	...	...	...	...	18
	4 (4,064)	...	...	3	...	...	...	...	...	3
	5 (5,080)	206	43	24	3	...	10	...	...	286
	6 (6,096)	5,305	17	24	184	...	2,625	623	7,280	16,058
	6 1/2 (6,604)	...	...	...	3,169	2,881	...	...	...	6,050
	7 (7,112)	68	829	1,067	...	...	...	...	...	1,964
	8 (8,128)	876	2,003	830	...	...	...	...	129	3,838
	10 (10,160)	1,071	5,313	...	...	...	...	...	...	6,384
		7,526	8,223	1,948	3,356	2,881	2,635	623	7,409	34,601
	A bogies — 7 (7,112)	...	...	...	...	32	1	...	...	33
	9 (9,144)	...	...	...	2	...	...	...	...	2
	10 (10,160)	...	...	...	12	...	12	...	...	24
	12 (12,193)	...	20	...	...	...	1,091	18	54	1,183
	13 (13,209)	23	...	...	...	...	...	...	...	23
	14 (14,225)	14	4	...	...	1,519	...	...	...	1,537
	15 (15,241)	355	17	...	...	...	...	...	...	372
	16 (16,257)	...	16	...	...	...	...	...	270	286
	19 (19,305)	6	...	...	...	...	...	...	...	6
	20 (20,321)	...	31	...	...	...	...	...	...	31
	22 (22,353)	130	...	...	...	...	...	...	...	130
	24 (24,385)	70	...	...	...	...	...	...	...	70
	26 (26,417)	...	201	...	...	...	...	...	...	201
	43 (43,690)	...	25	...	...	...	...	...	...	25
		598	314	...	14	1,551	1,104	18	324	3,923
Effectif total des wagons servant au transport des marchandises.		8,124	8,537	1,948	3,370	4,432	3,739	641	7,733	38,524
Animaux.	Gros bétail et chevaux	461	410	106	181	353	158	73	403	2,145
	Moutons	687	278	109	111	205	61	49	532	2,032
	Totaux	1,148	688	215	292	558	219	122	935	4,177
Véhicules employés dans l'exploitation.	Ballast	772	...	...	...	...	215	35	65	1,087
	Charbon	200	...	...	...	...	...	...	...	200
	Eau	54	9	54	118	56	306	...	...	597
	Wagons-freins et divers.	315	...	58	85	156	18	...	...	632
	Totaux.	1,341	9	112	203	212	539	35	65	2,516
				2,275	3,865					
Totaux généraux		10,613	9,234	6,140		5,202	4,497	798	8,733	45,217

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 13.

CHEMINS DE FER AUSTRALASIE.

Wagons à marchandises découverts des modèles-types.

Écartement de la voie.	COLONIES.	Effectif des wagons en service.	MODE DE CONSTRUCTION.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur des parois.	Surface de plancher.	Poids sur rails à vide.	Longueur entre les extrémités des tampons.	Prix (y compris roues et essieux).	MOYENNE PAR TONNE ANGLAISE INSCRITE. (MOYENNE PAR TONNE MÉTRIQUE.) Surface de plancher.	Poids sur rails à vide.	Longueur de voie occupée.	Prix.	Date de l'adoption du type.
				Pds Pces (Mètres.)	Pds Pces (Mètres.)	Pds Pces (Mètres.)	Pds Pces Met. car.	Tonnes quint. Kil. déc.	Pds Pces (Mètres.)	£ (Francs.)	Pieds car. (Met. car.)	Quint. Qes (Kilog.	Pds Pces (Mètres.)	£ s. d. (Francs.)	
Wagons découverts hauts, à deux essieux, de capacité ne dépassant pas 10 tonnes.															
4 8½ (1,435)	Nouvelle-Galles du Sud.	427	Bois, châssis en fer	15 7 (4,750)	8 4 (2,540)	2 0 (0,838)	130 (12,19)	6 2 (6,197)	19 8 (5,944)	139 (3,475)	13 (1,19)	12 1 (612)	2 0 (0,600)	13 18 0 (342,01)	1890
5 3 (1,600)	Victoria	552	Acier	17 11⅝ (5,477)	7 6½ (2,299)	3 0 (0,914)	132 (12,27)	5 17 (1) (5,944)	21 4½ (6,515)	132 (3,300)	13½ (1,23)	11 3 (588)	2 2 (0,650)	15 4 0 (374)	1896
5 3 (1,600)	Australie méridionale	359	Châssis en fer	15 9½ (4,813)	7 7¼ (2,317)	2 6 (0,762)	160 (14,86)	5 3 (5,233)	19 5½ (5,931)	160 (4,000)	15 (1,37)	12 3 (638)	2 5 (0,725)	20 0 0 (492,10)	1891
3 6 (1,067)	Australie méridionale	451	—	13 7½ (4,153)	6 7¼ (2,013)	2 6 (0,762)	125 (11,62)	3 13 (3,709)	16 8 (5,080)	125 (3,125)	13⅜ (1,26)	11 1 (563)	2 7 (0,775)	19 4 7 (473,14)	1891
	Queensland	156	Bois	13 8½ (4,178)	7 2½ (2,197)	3 6 (1,067)	160 (14,86)								1896
	Queensland	1,012	—			2 6 (0,762)		3 5 (3,332)	17 5 (5,308)	56 (1,400)	14⅜ (1,34)	9 2 (475)	2 7 (0,775)	8 6 0 (204,22)	1864
3 6 (1,067)	Australie occidentale	940	Châssis modèle-type	15 0 (4,572)	6 6 (1,981)	2 6 (0,762)	96 (8,92)	3 15 (3,810)	17 5 (5,308)	81 (2,025)	16 (1,47)	12 2 (625)	2 11 (0,875)	13 10 0 (332,17)	1891
	Tasmanie	28	...	13 8½ (4,178)	7 5½ (2,274)	...	160 (14,86)	3 16 (3,861)	17 3 (5,158)	91 (2,275)	12 (1,56)	12 3 (638)	2 11 (0,875)	15 4 4 (373,18)	1885
	Nouvelle-Zélande	4,390	...	14 7 (4,445)	6 5 (1,956)	...	90 (8,36)	3 8 (3,455)	17 6 (5,334)	90 (2,250)	15⅜ (1,43)	11 1 (563)	2 11 (0,875)	15 0 0 (369)	1871
Wagons découverts bas, à deux essieux, de capacité ne dépassant pas 10 tonnes.															
4 8½ (1,435)	Nouvelle-Galles du Sud.	...	...	...	...	Type abandonné.		...	...	...	...	...	...	...	...
5 3 (1,600)	Victoria	48	En fer, non freiné	16 0 (4,877)	7 5 (2,261)	0 6 (0,152)	120 (11,15)	4 13 (4,723)	19 8½ (6,067)	139 (3,475)	15 (1,37)	11 2 (575)	2 6 (0,750)	17 7 6 (427,52)	1872
5 3 (1,600)	Australie méridionale	471	Châssis en fer	15 9 (4,800)	7 7½ (2,324)	1 6 (0,457)	130 (12,08)	4 16 (4,877)	19 5½ (5,931)	130 (3,250)	15 (1,37)	12 0 (6'0)	2 5 (0,725)	16 5 0 (396,83)	1884
3 6 (1,067)	Australie méridionale	2,718	Châssis en fer et en bois	13 8½ (4,178)	6 8½ (2,045)	1 6 (0,457)	85 (7,90)	3 6 (3,353)	16 9 (5,105)	105 (2,625)	14 (1,28)	10 1 (513)	2 7 (0,775)	16 3 1 (397,47)	1880
	Queensland	...	...	...	...	Renseignements non fournis.		...	...	...	...	...	...	...	...
	Australie occidentale	905	Châssis modèle-type	15 0 (4,572)	6 6 (1,981)	1 3 (0,381)	97 (9,02)	3 5 (3,302)	17 5 (5,308)	76 (1,900)	16 (1,47)	10 3 (537)	2 11 (0,875)	12 13 4 (311,67)	1891
3 6 (1,067)	Tasmanie	326	Avec longues portes	13 8½ (4,178)	7 5½ (2,274)	...	160 (14,86)	3 9½ (3,487)	17 3 (5,258)	86 (2,150)	17 (1,56)	11 2 (575)	2 11 (0,875)	14 6 8 (352,67)	1885
	Nouvelle-Zélande	15	Avec portes étroites					3 13 (3,709)				12 1 (612)			
	Nouvelle-Zélande	1,090	...	14 7 (4,445)	6 5 (1,956)	...	90 (8,36)	3 0 (3,048)	17 6 (5,334)	85 (2,125)	15⅜ (1,43)	10 0 (508)	2 11 (0,875)	14 3 4 (348,58)	1871
Wagons découverts hauts, sur bogies, de capacité de plus de 10 tonnes.															
4 8½ (1,435)	Nouvelle-Galles du Sud	74	Châssis tubulaire	34 8 (10,566)	7 7 (2,311)	2 9 (0,838)	260 (24,15)	10 5 (10,414)	38 4 (11,684)	253 (6,325)	12 (1,09)	9 1 (463)	1 9 (0,525)	11 10 0 (282,95)	1890
	Nouvelle-Galles du Sud	62	Châssis mixte	31 7 (9,626)	8 4 (2,540)	2 10½ (0,877)	260 (24,15)	11 10 (11,685)	35 8 (10,871)	245 (6,125)	11 (1,00)	9 2 (475)	1 6 (0 450)	10 4 2 (251,18)	1892
5 3 (1,600)	Victoria	201	Bois, châssis en acier	34 8¼ (10,572)	8 0½ (2,451)	2 11 (0,889)	260 (24,15)	13 16 (13,005)	38 5¼ (11,715)	374 (9,350)	10¾ (1,17)	9 3 (495)	1 6 (0.450)	14 7 8 (353,90)	1890
5 3 (1,600)	Australie méridionale	...	...	Non employé.				...	...	...	...	...	...	...	...
3 6 (1,067)	Queensland	763	Bois	29 8½ (9,052)	7 2½ (2,197)	2 6 (0,762)	160 (14,86)	7 10 (7,620)	33 5 (10.185)	100 (2,500)	17 (1,56)	12 0 (600)	2 8 (0 800)	8 0 0 (196,84)	1864
	Australie occidentale	613	Châssis modèle-type	30 0 (9,144)	7 0 (2,134)	2 6 (0,762)	160 (14,86)	7 7 (7,468)	32 5 (9,880)	233 (5,825)	17½ (1,60)	13 1 (612)	2 8 (0,800)	19 7 5 (477,75)	1891
3 6 (1,067)	Tasmanie	18	...	32 0 (9,753)	7 9 (2,362)	...	160 (14,86)	8 0 (8,128)	35 3 (10,744)	200 (5,000)	20⅜ (1,89)	13 1 (662)	2 11 (0,875)	16 13 4 (410,09)	1885
	Nouvelle-Zélande	156	...	29 7 (9,017)	7 0 (2,134)	...	160 (14,86)	7 7 (7,468)	32 6 (9,906)	220 (5,500)	13 (1,19)	9 1 (463)	2 0 (0,600)	15 0 0 (338,32)	1888

(1) Le wagon du dernier modèle ne pèse que 5 tonnes (voir tableau n° 2, n° de référence 14).

Tableau n° 13.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau nº 14.

CHEMIN DE FER [illegible] ASIENS.

Wagons à marchandises des modèles-types.

Écartement de la voie.	COLONIES.	Effectif en service.	MODE DE CONSTRUCTION.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur.	Largeur.	Hauteur des parois.	Capacité utilisable.	Poids sur rails à vide.	Longueur entre les extrémités des tampons.	Prix (y compris roues et essieux).	MOYENNE PAR TONNE ANGLAISE INSCRITE (MOYENNE PAR TONNE MÉTRIQUE). Cube utilisable.	Poids sur rails à vide.	Longueur de voie occupée.	Prix.	Date de l'adoption du type.
				Pds Pces (Mètres).	Pds Pces (Mètres).	Pds Pces (Mètres).	Pieds cubes (Mèt. cub.).	Ton. Quint. (Kilogr.).	Pds Pces (Mètres).	£ (Francs).	Pieds cubes (Mèt. cub.).	Q. Q. (Kilog.).	Pds Pces (Mètres).	£ s. d. (Francs).	
Wagons couverts à deux essieux, d'un poids ne dépassant pas 10 tonnes.															
Pds Pces (Mètres).															
4 8½ (1.435)	Nouvelle-Galles du Sud	326	Châssis bois, caisse bois ou fer	14 4 (4.369)	7 0 (2.134)	7 0 (2.134)	2[illegible]	5 15 (5.842)	18 0 (5.486)	159 (3,750)	117 (3.261)	19 1 (933)	3 0 (0.914)	25 0 0 (615.13)	1890
		101	— parois latérales à jalousies	14 6 (4.419)	7 0 (2.134)	7 0 (2.134)	2[illegible]	6 0 (6,095)	18 8 (5.639)	190 (4,75)	88 3/4 (2.473)	15 0 (750)	2 4 (0.711)	23 15 0 (584.37)	1890
5 3 (1.600)	Victoria	181	Complètement à jalousies du plancher au toit et sur les quatre faces	17 5 (5.308)	7 2¼ (2.317)	7 4⅜ (2.245)	3[illegible]	6 18 (7,011)	21 4½ (5.915)	323 (5,575)	97 ½ (2.717)	13 3 (638)	2 2 (0.630)	22 6 0 (548.00)	1897
5 3 (1.600)	Australie méridionale	59	Châssis en fer	14 7 (4.445)	7 3½ (2.223)	5 11½ (1.816)	6[illegible]	4 12 (4.674)	18 2½ (5.550)	214 (5,350)	91 (2.535)	13 1 (662)	2 7 (0.787)	30 11 5 (764.27)	1884
3 6 (1.067)		76	— fer et bois	13 5½ (4.102)	6 5½ (1.9 9)	5 11½ (1.816)	2[illegible]	3 10 (3,950)	16 9 (5.105)	166 (4,150)	85 (2.369)	13 1 (632)	2 9 (0.838)	27 13 4 (680.75)	1884
	Queensland	131	— en bois, parois d'about à jalousies	13 6 (4.115)	7 0 (2.134)	6 2 (1.880)	5[illegible]	4 0 (4,054)	17 5 (5.308)	85 (2,125)	97 (2.703)	13 1 (652)	2 11 (0.889)	14 3 4 (348.58)	...
	Australie occidentale	69	— modèle-type	15 0 (4.572)	6 3 (1.906)	7 11½ (2.172)	6[illegible]	3 19 (3,950)	17 5 (5.308)	136 (3,400)	111 ½ (3.103)	13 1 (662)	2 11 (0.889)	22 13 4 (557.72)	1891
3 6 (1.067)	Tasmanie	77	...	13 9¾ (4.210)	7 3 (2.210)	6 4 (1.930)	6[illegible]	3 19 (3,970)	17 3 (5.258)	112 (2,8 0)	105 (3.195)	13 1 (662)	2 11 (0.889)	18 13 4 (450.33)	1885
	Nouvelle-Zélande	412	...	14 5¾ (4.400)	6 3¼ (1.911)	7 11½ (2.172)	6[illegible]	3 17 (3,912)	17 6 (5.334)	120 (3,000)	107 ½ (2.996)	12 3 (638)	2 11 (0.889)	23 0 0 (492.10)	1871
Wagons couverts, sur bogies, d'un poids de plus de 10 tonnes.															
4 8½ (1.435)	Nouvelle-Galles du Sud	6	Châssis tubulaires	34 0 (10.363)	8 0 (2.438)	7 6 (2.286)	2[illegible]	12 0 (12,193)	38 4 (11.634)	407 (10,175)	107 (2.932)	12 3 (638)	2 0 (0.610)	21 8 5 (527.06)	1890
5 3 (1.600)	Victoria	31	Parois isolantes	34 4 (10.465)	7 8 (2.337)	6 2⅞ (1.899)	1,5[illegible]	18 3 (18,441)	38 5¼ (11.715)	746 (18,650)	82 (2.285)	18 1 (912)	1 11 (0.584)	37 6 0 (917.77)	1889
5 3 (1.600)	Australie méridionale	...	...	Non employé.				...	...	...	...	...	...	...	...
3 6 (1.067)	Queensland	...	Châssis en bois, parois d'about à jalousies	31 2 (9.499)	7 0 (2.134)	6 2 (1.880)	1,[illegible]	9 0 (9,144)	35 5 (10.795)	150 (3,750)	122 (3.400)	16 1 (813)	3 3 (0.991)	13 12 9 (335.56)	...
	Australie occidentale	335	Châssis modèle-type	30 0 (9.144)	6 3 (1.906)	7 3 (2.210)	[illegible]	8 18 (9,043)	32 5 (9.880)	313 (7,825)	113 ¼ (3.150)	14 3 (737)	2 8 (0.813)	26 1 8 (641.78)	1891
	Tasmanie	...	...	Non employé.				...	...	...	...	...	...	...	...
	Nouvelle-Zélande	7	...	29 6¼ (8.997)	6 6¾ (2.000)	7 11½ (2.172)	1,[illegible]	8 15 (8,890)	32 6 (9.906)	240 (6,000)	115 (3.205)	14 2 (723)	2 8 (0.813)	20 0 0 (492.10)	1892

Tableau nº 14.

Tableau nº 12.

CHEMINS DE FER AUSTRALASIENS.

Nature, capacité et effectif des wagons couverts servant au transport des marchandises.

NATURE.		EFFECTIF.							
Usage auquel servent les véhicules.	Capacité.	Nouvelle-Galles du Sud.	Victoria.	Australie méridion.	Queensland.	Australie occident.	Tasmanie.	Nouvelle-Zélande.	TOTAUX.
	Tonnes (kilog.)								
Marchandises	6 (6,096)	326	...	76	Renseignements non fournis.	120	77	412	1,011
	7 (7,112)	...	360	59		...	...	...	419
	8 (8,128)	...	71	...		...	...	...	71
	12 (12,193)	...	...	...		335	...	7	342
	19 (19,305)	6	...	...		...	...	...	6
Fruits, produits de la laiterie et autres marchandises périssables	4 (4,064)	...	...	3		...	...	...	3
	6 (6,096)	...	...	2		...	...	139	141
	7 (7,112)	...	...	3		...	...	...	3
	8 (8,128)	257	...	...		...	...	...	257
	10 (10,160)	...	460	...		...	...	...	460
	12 (12,193)	...	20	...		...	...	...	20
	20 (20,321)	...	31	...		...	...	...	31
Viandes fraîches	6 (6,096)	...	...	...		19	...	...	19
	7 (7,112)	68	...	...		...	...	...	68
Wagons-glacières pour viandes congelées	5 (5,080)	6	19	3		...	...	...	28
	6 (6,096)	...	...	...		7	...	65	72
	10 (10,160)	...	130	...		12	...	...	142
	10 1/2 (10,668)	23	...	...		...	...	...	23
	12 (12,193)	...	...	...		...	...	47	47
	14 (14,225)	14	...	...		...	...	...	14
Poudre et explosifs	5 (5,080)	...	24	...		10	...	...	34
	6 (6,096)	38	...	8		...	...	...	46
	12 (12,193)	...	...	...		4	...	...	4
Totaux des wagons couverts.		738	1,115	154	...	507	77	670	3,361
Wagons découverts — Charbon, bois, etc.		889	509	707	4,432 (1)	555	42	1,343	4,045
Wagons découverts — Usages généraux		6,497	6,913	4,457		2,677	522	5,720	31,218
Totaux des wagons à march.		8,124	8,537	5,318	4,432	3,739	641	7,733	38,524
Animaux.		1,148	688	507	558	219	122	935	4,177
Véhicules utilisés dans l'exploitation		1,341	9	315	212	539	35	65	2,516
Totaux généraux.		10,613	9,234	6,140	5,202	4,497	798	8,733	45,217

(1) Renseignements sur wagons couverts non fournis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau nº 15.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT DE LA NOUVELLE-GALLES DU SUD.

Tonnage moyen des marchandises transportées dans les wagons à quatre roues, chargés à l'arrivée et au départ de la station de marchandises de Sydney, pendant l'année 1898.

MOIS.	ARRIVÉES.			DÉPARTS.		
	Nombre de wagons.	Tonnage total transporté.	Moyenne par wagon.	Nombre de wagons.	Tonnage total transporté.	Moyenne par wagon.
		T.angl. (T.mét.)	T. Q. Qtx (Kilog.)		T.angl. (T.métr.)	T. Q. Qtx (Kilog.)
Janvier	10,761	58,044 (58,976)	5 8 0 (5,487)	6,493	21,503 (21,848)	3 6 1 (3,366)
Février	11,315	63,102 (64,115)	5 11 2 (5,667)	7,052	23,252 (23,625)	3 6 0 (3,353)
Mars	10,723	59,763 (60,722)	5 11 2 (5,667)	8,138	29,021 (29,487)	3 11 1 (3,610)
Avril	9,167	52,827 (53,675)	5 15 1 (5,855)	7,204	27,900 (28,348)	3 17 2 (3,937)
Mai	9,992	56,660 (57,569)	5 13 2 (5,766)	7,808	30,463 (30,952)	3 18 0 (3,963)
Juin	10,264	56,880 (57,793)	5 10 3 (5,626)	7,111	26,457 (26,882)	3 14 2 (3,785)
Juillet	9,073	49,182 (49,971)	5 8 2 (5,512)	7,282	30,315 (30,801)	4 3 1 (3,213)
Août	9,595	52,543 (53,386)	5 9 2 (5,563)	7,459	29,575 (30,050)	3 19 1 (4,026)
Septembre	11,159	62,281 (63,280)	5 11 2 (5,667)	7,933	30,477 (30,963)	3 16 3 (3,890)
Octobre	12,293	66,349 (67,414)	5 8 0 (5,487)	7,704	28,994 (29,459)	3 15 1 (3,823)
Novembre	12,024	66,556 (67,624)	5 10 3 (5,626)	7,656	29,031 (29,497)	3 15 3 (3,848)
Décembre	10,906	60,707 (61,681)	5 11 1 (5,347)	7,557	28,006 (28,455)	3 14 0 (3,759)
Totaux	127,275	704,894 (716,206)	5 10 3 (5,626)	89,397	334,994 (340,370)	3 15 0 (3,810)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 16.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT DE TASMANIE.

Tonnage moyen des marchandises transportées dans les wagons à quatre roues arrivées à toutes les stations en 1898.

MOIS.	Nombre de wagons.	Tonnage total transporté.		Moyenne par wagon.			
		Tonnes anglaises.	(Tonnes métriques.)	Tonnes.	Quint.	Quart.	(Kilogram.)
Janvier	2,987	9,750	(9,906)	3	5	1	(3,317)
Février	3,889	15,277	(15,522)	3	18	2	(3,988)
Mars	5,319	22,631	(22,994)	4	5	0	(4,318)
Avril	4,932	20,025	(20,346)	4	1	1	(4,128)
Mai	4,217	19,133	(19,440)	4	10	3	(4,610)
Juin	3,835	14,786	(15,023)	3	17	0	(3,912)
Juillet	3,963	15,033	(15,274)	3	15	3	(3,848)
Août	3,600	13,932	(14,155)	3	17	2	(3,937)
Septembre	3,272	11,710	(11,898)	3	11	2	(3,632)
Octobre	2,962	10,839	(11,013)	3	13	1	(3,721)
Novembre	3,111	11,452	(11,636)	3	13	2	(3,734)
Décembre	3,518	13,068	(13,278)	3	14	1	(3,759)
Totaux.	45,605	177,636	(180,487)	3	18	0	(3,963)

N. B. Les renseignements sur les charges des wagons n'ont pu être obtenus dans les autres colonies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau n° 17.

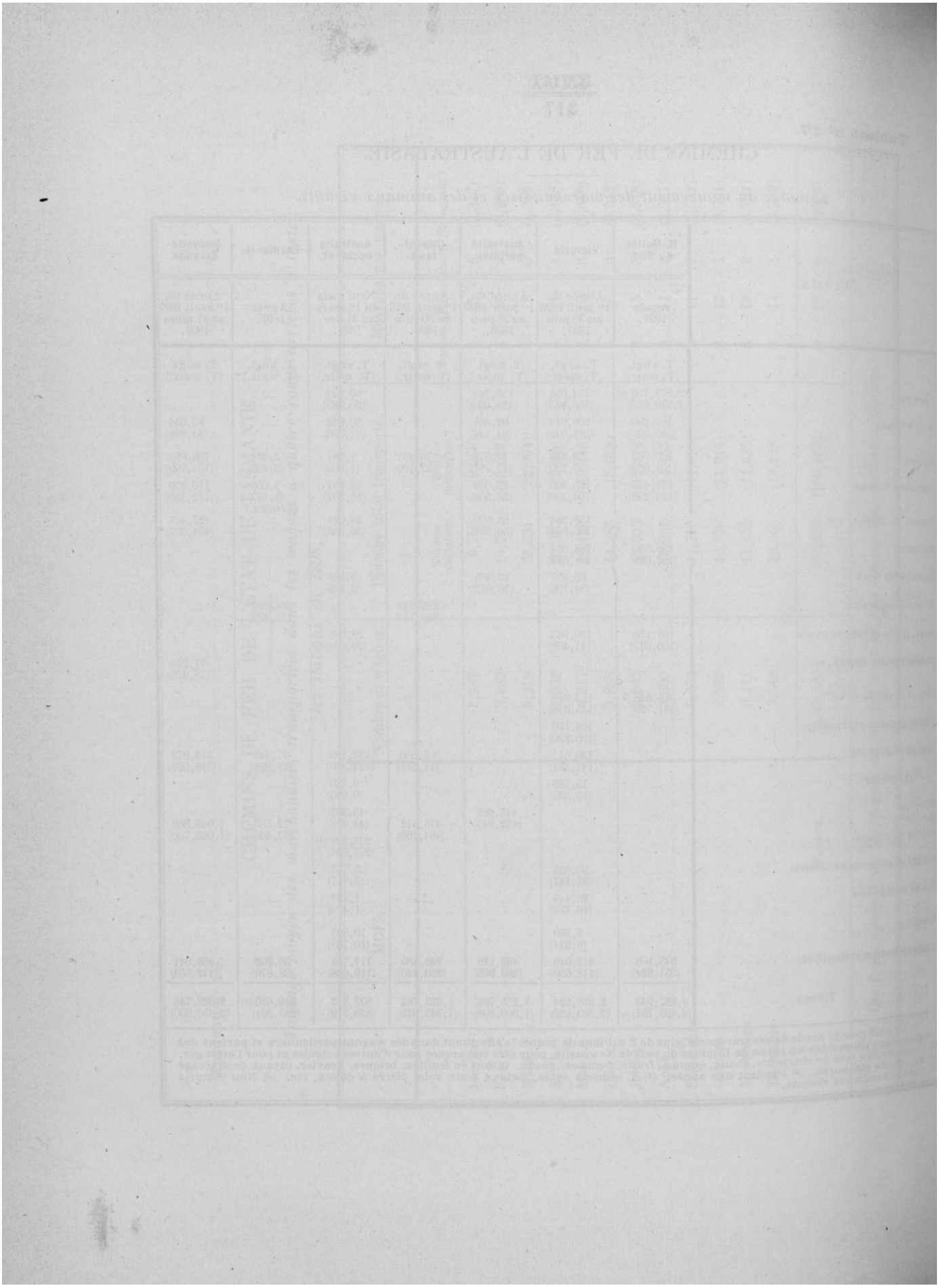
CHEMINS DE FER DE L'AUSTRALASIE.

Tonnage du mouvement des marchandises et des animaux vivants.

DÉTAILS.	N.-Galles du Sud. Année 1897.	Victoria. Année du 1er juill. 1896 au 30 juin 1897.	Australie méridion. Année du 1er juill. 1897 au 30 juin 1898.	Queensland. Année du 1er juill. 1897 au 30 juin 1898.	Australie occident. Neuf mois du 1er mars au 31 déc. 1898.	Tasmanie. Année 1897.	Nouvelle-Zélande. Année du 1er avril 1897 au 31 mars 1898.
	T. angl. (T. métr.)	T. angl. (T. métr.)	T. angl. (T. métr.)	T. angl. (T. métr.)	T. angl. (T. métr.)	T. angl. (T. métr.)	T. angl. (T. métr.)
Charbon	2,873,737 (1) (2,919,853)	154,051 (156,523)	155,543 (158,039)	...	59,823 (60,783)	...	...
Bois à brûler	187,299 (190,305)	506,914 (515,049)	92,661 (94,148)	...	80,042 (81,326)	...	83,656 (84,998)
Laines	100,003 (101,608)	52,448 (53,290)	17,673 (17,957)	38,491 (39,109)	1,581 (1,606)	3,384 (3,438)	103,055 (104,709)
Animaux vivants	177,448 (180,296)	193,200 (196,300)	26,082 (26,500)	...	15,951 (3) (16,207)	5,056 (5,137) (Trucks.)	110,379 (112,150)
Grains et farine, etc.		158,264 (160,804)	55,500 (56,391)	...	30,024 (30,506)	...	427,448 (434,307)
Froment	258,550 (262,699)	188,601 (191,628)	...	...	...	...	...
Pommes de terre		83,457 (84,796)	10,485 (10,653)	...	9,198 (9,346)	...	...
Produits agricoles	...	...	...	255,638 (259,740)	...	88,026 (89,439)	...
Foin, paille et menue paille	105,150 (106,837)	139,263 (141,498)	...	...	28,605 (29,064)	...	...
Menue paille, chaux, etc.	...	...	...	...	...	...	77,226 (78,465)
Divers et classé « A »	316,648 (2) (321,729)	113,818 (115,644)	...	...	...	...	...
Pierres, chaux et briques	...	104,159 (105,830)	...	...	...	...	...
Bois de charpente	...	139,611 (141,851)	...	306,656 (311,577)	132,185 (134,306)	27,445 (27,885)	313,073 (318,097)
— (importés)	...	15,189 (15,433)	...	...	9,786 (9,943)	...	...
Minerais	...	...	445,693 (452,845)	476,512 (484,159)	43,382 (44,078)	72,503 (73,666)	1,048,868 (1,065,700)
Autres minéraux	...	...	...		293,228 (4) (297,934)		
Beurre et produits de laiterie	...	30,655 (31,147)	...	...	3,757 (3,817)	...	...
Fruits et légumes	...	26,449 (26,873)	...	...	1,437 (1,460)	...	...
Machines	...	8,399 (8,534)	...	...	10,595 (10,765)	...	...
Toutes autres marchandises	543,108 (551,824)	412,046 (418,659)	482,128 (489,965)	246,485 (250,440)	117,748 (119,638)	38,262 (38,876)	465,041 (472,504)
Totaux	4,561,943 (4,635,151)	2,326,524 (2,363,859)	1,285,765 (1,306,398)	1,323,782 (1,345,025)	837,342 (850,779)	229,620 (5) (233,304)	2,628,746 (2,670,930)

(1) La plus grande partie de ces transports (plus de 2 millions de tonnes) s'effectuent dans des wagons particuliers et partent des charbonnages situés dans un rayon de 15 milles du port de Newcastle, pour être embarqués pour d'autres colonies et pour l'étranger. (2) Consistant en bois de charpente, chaux, engrais, fruits, légumes, peaux, tabacs en feuilles, briques, gravier, tuyaux de drainage et transports similaires. (3) Pendant une année. (4) Y compris sable, métaux pour voie, pierre à chaux, etc. (5) Non compris le poids des animaux vivants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[625.24(01)]

EXPOSÉ N° 5

(Etats-Unis)

Par L. F. LOREE,

DIRECTEUR DES PENNSYLVANIA LINES WEST OF PITTSBURGH.

Les constructeurs des premiers chemins de fer américains s'inspirèrent de ce qui avait été fait par les ingénieurs des premières voies ferrées du vieux continent, et tout naturellement les véhicules à marchandises destinés à circuler aux États-Unis furent imités des wagons européens. Ils n'étaient appelés à transporter que de faibles charges, à de courtes distances, et ne quittaient pas les rails de la Compagnie propriétaire.

A cette époque, les cours d'eau fournissaient la force motrice nécessaire pour moudre le blé à quelques kilomètres du champ où il avait poussé; les bestiaux, dont les pâturages se trouvaient à une distance modérée du marché local, donnaient la viande nécessaire à la consommation; le bois était le combustible universellement employé, jusque dans les contrées où il existait de la houille ; aussi la capacité des wagons suffisait-elle amplement pour le service qui leur était demandé.

Une augmentation rapide de la richesse nationale suivit la découverte de l'or en Californie, en 1849. Elle eut pour conséquence une extension proportionnelle du réseau ferré, extension qui, après avoir subi un moment d'arrêt pendant la guerre civile (1861-1865), reprit avec une énergie nouvelle à la fin de cette période de crise. Bientôt on commença à couvrir de chemins de fer le grand Ouest, et l'énorme développement du pays qui en résulta modifia entièrement la nature du trafic et nécessita de nouvelles méthodes pour l'assurer. Des rubans de fer et d'acier relièrent l'Atlantique au Pacifique et les grands lacs au golfe du Mexique. Aujourd'hui la houille de la Pensylvanie chauffe le citoyen du Massachusetts, dont le pain est fait avec du blé qui pousse dans le Dakota et est réduit en farine par la force hydraulique du Mississipi à Minneapolis, et dont la viande, provenant d'animaux abattus à Kansas City et à Chicago, lui est amenée dans des wagons-glacières.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il va sans dire que ce développement du trafic fut progressif. Pendant un certain temps, les wagons d'une compagnie ne purent passer sur les rails d'une autre; des sociétés spéciales se constituèrent, qui n'organisèrent pas seulement le transport direct et sans interruption des marchandises, mais construisirent des wagons et les mirent en circulation pour leur propre compte. A partir de ce moment, les envois purent franchir sans transbordement les différentes lignes formant les maillons du grand réseau des voies ferrées américaines, et on reconnut que le petit wagon ordinairement construit pour le trafic local n'était ni suffisant ni économique pour le transport des marchandises sur les grandes distances qu'il s'agissait de parcourir.

Augmentation de la capacité.

Les wagons primitivement construits étaient portés par quatre roues et avaient une capacité d'environ 7,000 livres (3,175 kilogrammes). Cette capacité fut progressivement augmentée entre 1850 et 1860, si bien que le wagon à houille à quatre roues et le wagon à marchandises générales à huit roues, l'un et l'autre d'une capacité de « cinq tonnes» (4,536 kilogrammes), devinrent d'un emploi général.

La guerre de sécession entraîna la nécessité d'augmenter la capacité de transport des véhicules, et des « wagons doubles» à huit roues furent construits pour transporter 20,000 livres (9,071 kilogrammes) de houille, tandis que 15,000 livres (6,803 kilogrammes) furent, jusqu'après 1865, la charge maximum des wagons couverts ou à marchandises générales. Au prodigieux développement du réseau de voies ferrées, entre 1870 et 1875, correspondit un accroissement proportionnel de la capacité des wagons, comme le montre le tableau ci-après des types de wagons de 1873 et de leurs capacités respectives :

DÉSIGNATION.	Nombre de roues.	Tare en livres (kilog.)	Tonnage en livres (kilog.)	Proportion p. cent du tonnage au poids total.
Wagon couvert.	8	18,700 (8,482)	28,000 (12,700)	59.94
— à bestiaux.	8	20,295 (9,206)	20,000 (9,071)	49.62
— tombereau.	8	17,280 (7,838)	28,000 (12,700)	61.81
— à houille	8	17,350 (7,870)	30,000 (13,607)	63.36
— —	4	7,635 (3,463)	10,000 (4,536)	56.82
			12,000 (5,443)	61.22
— — à trémie . .	8	18,750 (8,505)	37,000 (16,783)	66.37

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le wagon de 40,000 livres (18,140 kilogrammes) de capacité date de 1876 et le wagon de 50,000 livres (22,680 kilogrammes) de 1883; quant au wagon de 60,000 livres (27,220 kilogrammes) de capacité, il fut adopté en 1885 comme type normal pour tout le matériel à marchandises par les principales compagnies. En 1895,il survint une nouvelle augmentation de la capacité à la suite de la construction, par les *Pennsylvania Lines West of Pittsburgh*, d'un grand nombre de wagons à caisse basculante de 70,000 livres (31.75 tonnes) pour le transport des houilles et minerais du lac. Ces véhicules furent les précurseurs du wagon en acier de 100,000 livres (45.36 tonnes), construit sur le même principe général, et qui est maintenant le type admis pour ce genre de transports. Un certain nombre de wagons couverts de 80,000 livres (36.29 tonnes) de capacité furent construits la même année; quelques autres, de 100,000 livres (45.36 tonnes) de capacité, sont actuellement en construction; et comme ces wagons modernes peuvent porter une charge supérieure de 10 p. c. au tonnage inscrit, tandis qu'avec l'ancien matériel il fallait s'en tenir à la capacité nominale, le progrès accompli est plus grand encore que ne sembleraient l'indiquer les chiffres.

Le tableau ci-après, compilé par les soins du *New York Railroad Club*, en 1896, et auquel nous avons ajouté les chiffres relatifs aux années ultérieures, semblera intéressant. Il indique les changements respectifs survenus dans l'augmentation de la tare et du tonnage, et dans le rapport de chacun de ces deux éléments au poids total sous charge.

ANNÉE.	Tare en livres (kilog.)	Tonnage en livres (kilog.)	Poids total sous charge en livres (kilog.)	PROPORTION POUR CENT DU POIDS TOTAL.	
				Tare.	Tonnage.
1876	20,500 (9,300)	20,000 (9,070)	40,500 (18,370)	53.62	42.38
1882	24,000 (10,890)	40,000 (18,140)	64,000 (29,030)	37.50	62.50
1889	27,700 (12,570)	60,000 (27,220)	87,700 (39,780)	31.59	68 41
1895	36,000 (16,330)	80,000 (36,290)	116,000 (52,620)	31.04	68.96
1898	38,500 (17,460)	100,000 (45,360)	138,500 (62,820)	27.80	72.20
		110,000 (49,900)	148,500 (67,360)	25.93	74.07

Effectif du matériel à marchandises aux États-Unis.

Le tableau ci-après montre, pour les États-Unis, l'effectif total des véhicules à marchandises des compagnies de chemins de fer et le nombre des wagons appar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenant à des particuliers (individus ou sociétés), au 1er juillet 1898. Les chemins de fer dont il s'agit exploitaient, à la même date, une longueur de lignes de 184,894 milles (297,553 kilomètres), avec 60,345 milles (97,114 kilomètres) de double voie et de garages, soit au total 245,239 milles (394,668 kilomètres) de voies de toute espèce.

DÉSIGNATION.	MATÉRIEL APPARTENANT		TOTAL.
	aux chemins de fer.	à des particuliers.	
Wagons couverts et glacières	615,159	66,270	681,429
— à bestiaux.	57,052	22,747	79,799
— tombereaux	448,045	12,106	460,151
— plats	94,460	1,369	95,829
Divers, citernes, wagons à houille à 4 roues, etc.	63,473	12,548	76,021
Total. . .	1,278,189	115,040	1,393,229

Les wagons couverts ou fermés formaient 54.76 p. c., et les wagons découverts 45.24 p. c. de l'effectif total.

Grands wagons.

On peut considérer comme grands wagons tous ceux qui dépassent les conditions normales, soit par leurs dimensions, soit par leur capacité de transport. Pour fixer les idées, nous admettrons qu'il convient de ranger sous cette rubrique tous les wagons dont la longueur dépasse 36 pieds (11 mètres), ou la capacité 60,000 livres (27.2 tonnes). Ils se répartissent comme suit :

DÉSIGNATION.	CHEMINS DE FER.		PARTICULIERS.		TOTAL.
	WAGONS AYANT PLUS DE				
	36 pieds (10m973) de longueur.	60,000 livres (27t2) de capacité.	36 pieds (10m973) de longueur.	60,000 livres (27t2) de capacité.	
Wagons couverts ordinaires	2,420	200	1,410	...	4,030
— à meubles . . .	16,845	...	129	...	16,974
— tombereaux .	637	4,952	...	...	5,589
— plats	1,442	110	...	1	1,553
— à bestiaux. . .	148	...	691	...	839
Total. . .	21,492	5,262	2,230	1	28,985

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Wagons de grandes dimensions.

La mise en service des wagons de grandes dimensions (c'est-à-dire ayant plus de 36 pieds (10.973 mètres) de longueur) est due à ce que le service commercial rangeait certains articles dans une classe du tarif qui correspondait à une taxe trop élevée et fixait ensuite le poids minimum du chargement complet à un chiffre qui ne pouvait être atteint avec un wagon ordinaire. C'est pour tourner cette difficulté que l'on fut amené à construire le wagon dit « à meubles ». Cette innovation eut pour conséquence que les articles qui s'expédiaient auparavant « démontés », furent montés à la fabrique et expédiés dans ces grands wagons dont les dimensions augmentèrent à mesure que la concurrence devint plus vive.

A titre d'exemple des objets légers et volumineux pour lesquels on demande aux compagnies de chemins de fer de fournir des wagons, je citerai les « faux à crochets ». D'après la classification officielle, elles font partie de la 5e classe et le minimum du chargement complet est fixé à 20,000 livres (9,071 kilogrammes). Pour transporter cette charge minimum, il faudrait un wagon de 300 pieds (91 mètres) de longueur. Plus le wagon est grand, plus on peut charger de faux et plus le prix de transport est réduit; aussi insiste-t-on continuellement auprès des compagnies de chemins de fer pour qu'elles augmentent les dimensions de leurs wagons. Il en est de même pour tous les objets légers et volumineux, constituant 430 articles sur les 2,700 pour lesquels un tarif de chargement complet est prévu dans la classification officielle (1).

Ces wagons de dimensions anormales ne sont pas seulement incommodes à manœuvrer, mais, dans une certaine mesure, dangereux, en raison de l'abaissement de leur plancher; de plus, ils ne sont pas économiques pour les chemins de fer. En novembre 1898, une division a été parcourue par 314 wagons à meubles de 60,000 livres (27.2 tonnes) de capacité nominale, dont le chargement moyen n'égalait que 25 p. c. du tonnage inscrit.

Une commission de l'Association des chemins de fer américains s'occupe actuellement de fixer des limites supérieures pour les dimensions des wagons couverts, et on pense que, grâce à l'action commune du service commercial et du service du mouvement des différents réseaux, la construction des wagons spéciaux pour meubles sera arrêtée. Dans les conditions actuelles, les grandes compagnies sont obligées de renoncer à leur individualité en ce qui concerne le matériel à marchandises, et de construire des wagons pouvant passer librement d'une zone du pays dans l'autre et d'une ligne de chemin de fer sur l'autre. Or, la hauteur et la largeur sont limitées, non pas théoriquement, mais par les conditions physiques du gabarit des réseaux importants.

On n'est pas bien d'accord sur la proportion de l'économie qui peut être réalisée par l'emploi des wagons fermés d'une capacité supérieure à 60,000 livres

(1) Renseignements fournis par M. S. J. Craps, directeur du « Pere Marquette Railroad ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(27.2 tonnes). Le tableau ci-après donne le poids, la capacité et le prix de revient relatifs des wagons couverts de 60,000 livres (27.2 tonnes) et de ceux de 80,000 livres (36.3 tonnes) de capacité, qui se construisent actuellement en grand nombre sur le Pennsylvania, l'Illinois Central et d'autres réseaux.

	Capacité inscrite en livres (kilog.).	Longueur en pieds (mètres).	Tonnage réel en livres (kilog.)	Poids de la caisse en livres (kilog.).	Poids des bogies en livres (kilog.).	Poids mort total en livres (kilog.).	Livres (ou kilog.) de poids utile par livre (ou kilog.) de tare.	Prix de revient du wagon en dollars (francs).	Prix de revient par tonne américaine de poids utile en dollars (fr. par tonne métrique.)
	60,000 (27,220)	34 (10,363)	66,000 (29,940)	19,920 (9,035)	12,280 (5,570)	32,200 (14,605)	2.05	556.35 (2,781.75)	16.86 (92.92)
	80,000 (36,290)	34 (10,363)	88,000 (39,920)	20,506 (9,300)	14,694 (6,665)	35,200 (15,965)	2.50	603.95 (3,019.75)	13.73 (75.65)
Différence	20,000 (9,071)	...	22,000 (9,980)	586 (265)	2,414 (1,095)	3,000 (1,360)	0.45	47.60 (238.00)	3.13 (17.25)

Ce tableau accuse une différence de $47.60 (238 francs) entre le prix de revient du plus petit et du plus grand des deux wagons. Par contre, le wagon de 80,000 livres (36.3 tonnes) de capacité coûte 18.6 p. c. de moins par unité de poids utile que le wagon de 60,000 livres (27.2 tonnes).

On objecte parfois que l'augmentation de la tare entraîne un surcroît des frais de traction du wagon. En analysant le coût de la remorque des 3,000 livres (1,360 kilogrammes) d'excédent, on trouve les résultats suivants :

Parcours moyen annuel des wagons couverts . . . . . 10,000 milles (16,093 kilomètres).
— d'un wagon couvert . . . . . 16 tonnes (14.5 tonnes).
— de la charge utile . . . . . 10 — (9.1 —).
Coût moyen du transport de la charge utile par tonne-mille (tonne-kilomètre) . . . . . 4 mills (0.0137 franc).
Frais de traction du wagon et de sa charge, par mille (km.). 40 — (0.124 franc).
40 mills : 26 tonnes (0.124 franc : 23.6 tonnes) . . . . 1.54 mills (0.00525 franc) par tonne-mille (tonne-kilomètre).
1 1/2 tonne (1,360 kilogrammes) de tare supplémentaire pour 10,000 milles (16,093 kilomètres). . . . . 15,000 t.-milles (21,900 t -kilom.).
15,008 tonnes-milles × 1.54 mills = $23.10 (0.00525 franc × 21,900 tonnes-kilomètres = 115 francs.

En supposant une recette de 5.36 mills par tonne-mille (0fr01836 par tonne-kilomètre), et les frais, comme il est dit plus haut, de 1.54 mill (0fr00525), le bénéfice brut du tonnage supplémentaire transporté dans un de ces grands wagons sera de 3.82 mills par tonne-mille (0fr013 par tonne-kilomètre), de sorte que, pour regagner les frais de traction de la tare supplémentaire, il faut transporter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$23.10 : 3.82 mills = 6,000 tonnes (115 : 0.013 = 8,800 tonnes) de charge utile, et comme un wagon de 80,000 livres (36 tonnes) charge au moins 7 tonnes (6.4 tonnes métriques) de plus qu'un wagon de 60,000 livres (27 tonnes), un parcours annuel de 6,000 : 7 = 857 milles (8,800 : 6.4 = 1,375 kilomètres) avec la charge supplémentaire compenserait le remorquage de l'excédent de poids mort de 1 1/2 tonne (1,360 kilogrammes) pendant toute l'année (1).

En réalité, ces wagons peuvent être et sont continuellement chargés de 88,000 livres (39,920 kilogrammes) de grains aux monte-charges du Mississipi et emmenés à Baltimore, à Philadelphie et à New-York. Grâce à leur emploi, la capacité des gares calculée d'après le wagon de 60,000 livres (27,216 kilogrammes) est augmentée de 33 1/3 p. c. Il se peut que le commerce soit obligé de modifier ses habitudes de façon à pouvoir complètement utiliser ces grands wagons; mais comme, dans le cas contraire, le trafic des grains se détournerait des centres que je viens de nommer, les expéditeurs ne manqueront pas de se plier aux conditions modernes.

Wagons de grande capacité.

Au point de vue de la charge utile, les grands wagons présentent de nombreux avantages pour beaucoup de réseaux ayant à assurer des transports spéciaux, tels que le minerai, la houille, la pierre, la brique et les métaux, et sur lesquels les wagons peuvent circuler sous charge complète dans une direction au moins. Toutes les grandes compagnies des États-Unis ont fait de grosses dépenses pour réduire les rampes, améliorer l'alignement et remanier les voies de gare et de garages. Le poids des locomotives augmente continuellement, et pour tirer des locomotives tout ce qu'elles peuvent donner et recueillir tout le bénéfice des grosses sommes dépensées en améliorations de la voie, il est nécessaire que les wagons puissent porter le maximum de charge sans que leur longueur soit augmentée.

Un très fort tonnage de minerai et de houille est transporté entre les grands lacs et les hauts-fourneaux et usines situés à 150 ou 200 milles (241 ou 322 kilomètres) des mines. Le minerai vient par bateau de la région du lac Supérieur et est envoyé des différents ports du lac Érié aux hauts-fourneaux. Une proportion de 50 à 60 p. c. est expédiée directement, par wagon, des bateaux aux hauts-fourneaux, sans avoir d'abord passé par les docks. Le tonnage de ces bateaux était, il y a quelques années, de 2,500 à 3,000 tonnes américaines (2,268 à 2,721 tonnes métriques); il atteint actuellement 8,500 tonnes américaines (7,710 tonnes métriques). On demande à la batellerie une promptitude d'expédition qui aurait été impossible dans les conditions qui existaient il y a cinq ans. Si cette accélération du service a été réalisée, c'est grâce à l'emploi du wagon de 100,000 livres (45.36 tonnes métriques): les compagnies font passer un bien plus gros tonnage sur les mêmes voies et, tout

(1) Calculs établis par M. Theo.N. Ely, ingénieur en chef de la traction du « Pennsylvania Railroad ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

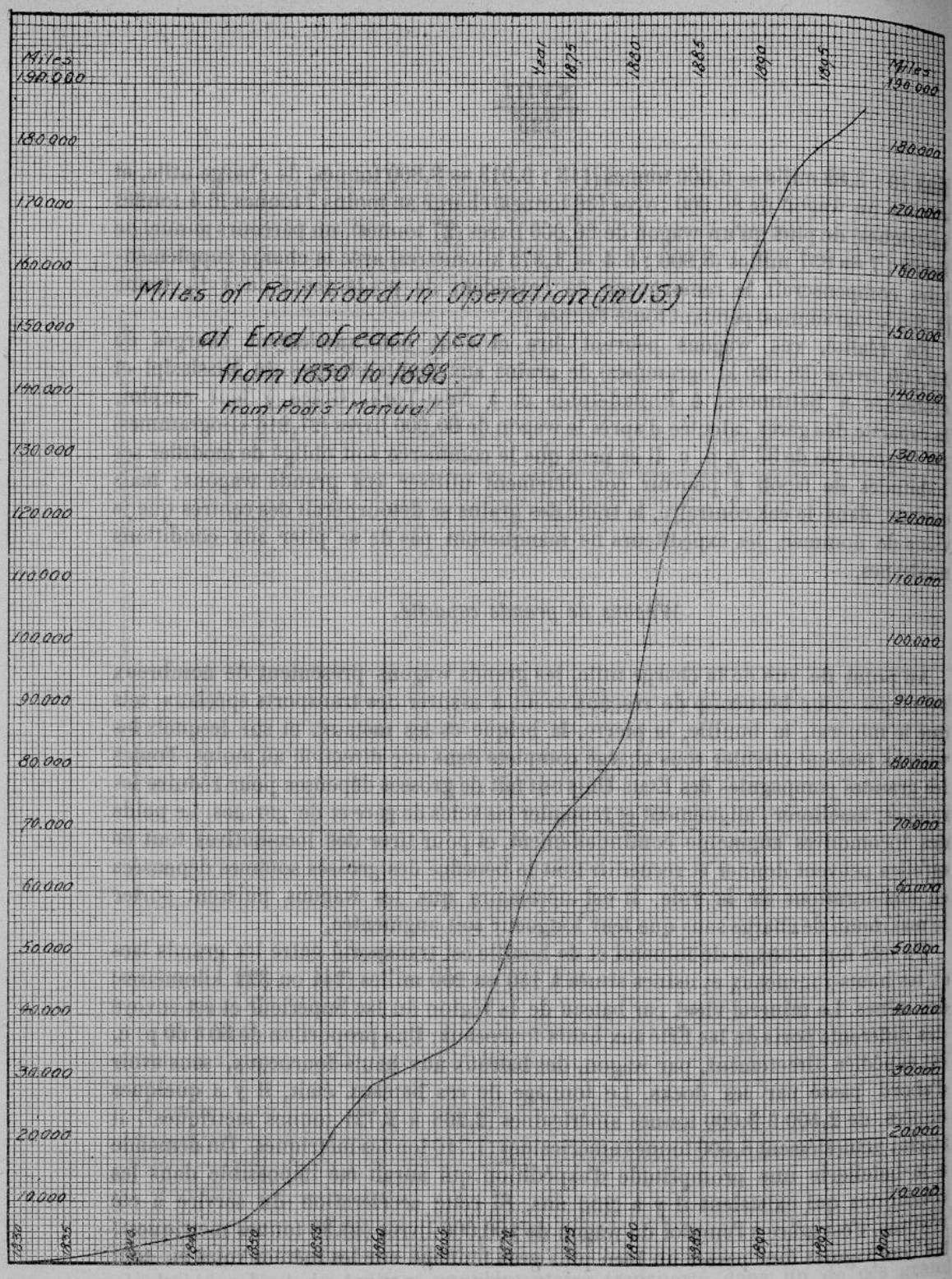


Fig. 1.

Explication des termes anglais des fig. 1 et 2 : Miles of Rail Road in Operation (in U. S.) at End of each year from 1830 to 189 : = Longueur des chemins de fer en exploitation aux Etats-Unis à la fin des années 1830 à 1898. — From Poor's Manual = D'après le manuel de Poor. — Engine H4 : Cylinders 22" × 28". Weight on drivers : 156,200 lb. = Machine H4 : Cylindres de 559 × 711. Poids adhérent : 70,850 kg. — Engine H3c : Cylinders 20" × 28". Weight on drivers : 113,600" = Machine H3c : Cylindres de 508 × 711. Poids adhérent : 51,539 kg. — Engines H3a and H3b : Cylinders 20" × 24". Weight on drivers H3a : 113,800 lb. H3b : 112,600 lb. = Machines H3a et H3b : Cylindres de 508 × 610. Poids adhérent H3a : 51,620 kg.; H3b : 51,070 kg. — Engines H2 and H2a : Cylinders 20" × 24". Weight on drivers H2 : 96,500 lb.; H2a : 94,300 lb. = Machines H2 et H2a : Cylindres de 508 × 610. Poids adhérent H2 : 43,770 kg.; H2a : 43,545 kg. — Engines H2 and H2a : Cylinders 19" = Machines H2 et H2a : Cylindres de 483 — Engine Rating for 1 % Grade = Charges des machines pour rampes de 10 p. m. — Speed 8 miles per hour = Vitesse : 13 kilomètres à l'heure. — No. of Tons = Nombre de tonnes. — No. of cars = Nombre de wagons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

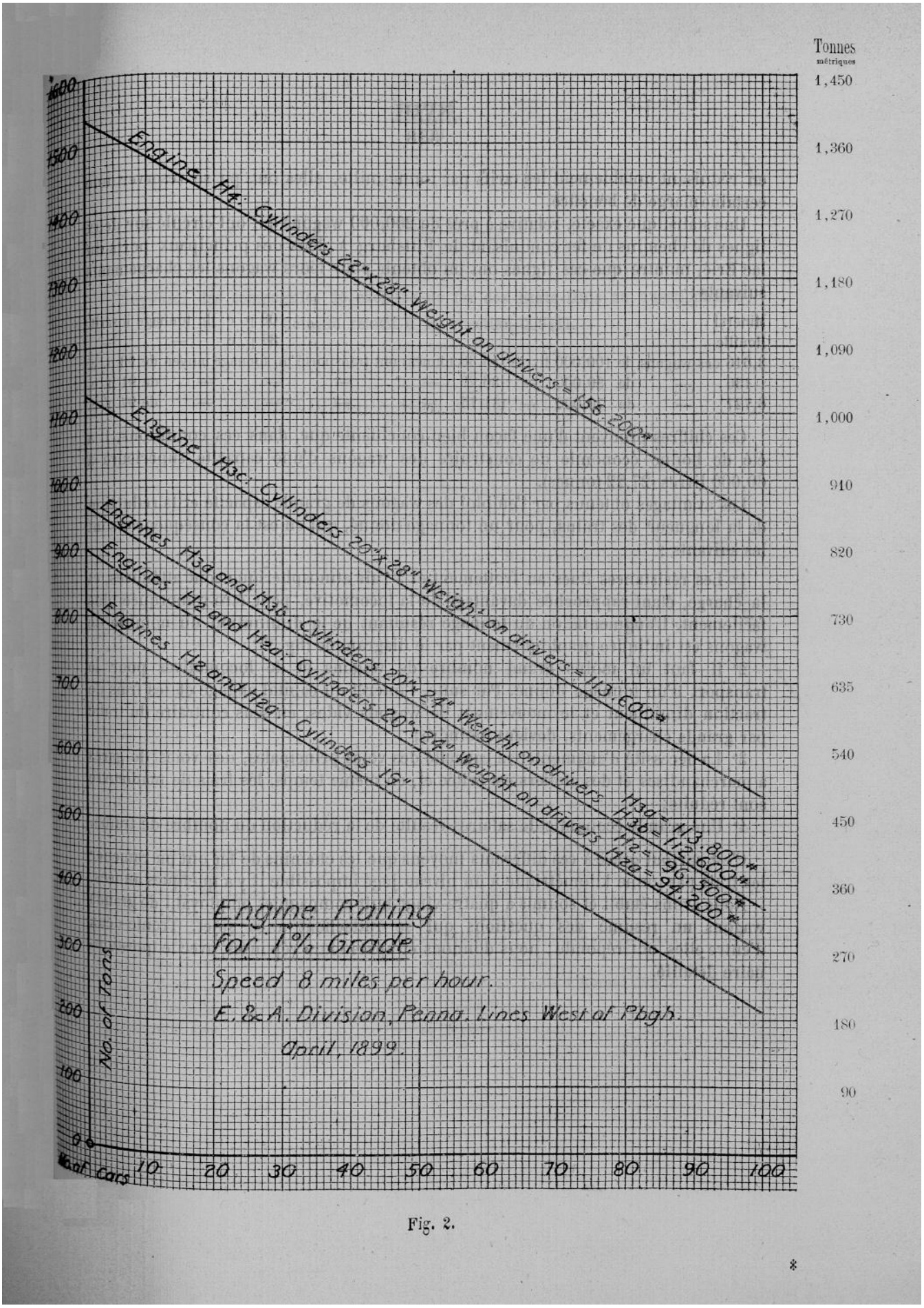


Fig. 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en réduisant notablement les tarifs par tonne-mille, elles ont pu se réserver une certaine marge de bénéfice.

Une statistique exacte, relative à près de 200,000 wagons qui ont circulé sur deux lignes de chemins de fer conduisant de Pittsburg à deux des principaux ports du lac Érié, montre que ces lignes ont pu obtenir pour leurs wagons les chargements suivants :

Minerai							108 p. c.	du tonnage inscrit.
Houille							82 p. c.	— —
3,616	des wagons de	100,000	livres	(45.36	tonnes)	ont transporté un tonnage moyen de		93 p. c.
136	—	de 80,000	—	(36.29	—)	—	—	— de 91 p. c.
6,727	—	de 70,000	—	(31.75	—)	—	—	— de 97 p. c.

Ces chiffres prouvent d'une façon bien concluante que, dans ces conditions, il a été de bonne économie de construire des wagons d'une capacité supérieure à 60,000 livres (27.22 tonnes).

Les avantages obtenus par l'emploi des wagons de grande capacité et la réduction de la longueur des trains, pour un tonnage donné, qui en est la conséquence, sont les suivants :

1° Les résistances dues au frottement et à l'air atmosphérique sont atténuées, et la charge, étant rapprochée davantage de la locomotive, peut être remorquée plus facilement. L'augmentation du tonnage résultant de la diminution du nombre de wagons est indiquée graphiquement par le diagramme (fig. 2);

2° Il faut un moins grand nombre de wagons et de locomotives pour le transport d'un tonnage donné. Par suite, l'intérêt du capital engagé et les frais de traction diminuent et le mouvement de wagons vides, en sens contraire du trafic par grands chargements, devient moindre;

3° La nécessité d'augmenter la capacité des voies principales, des voies de gares à marchandises et des ateliers est évitée et, en même temps, les frais de manœuvre sont réduits;

4° Une grande économie de salaires résulte de la réduction du nombre de trains.

C'est surtout grâce à ces différents moyens que les chemins de fer ont pu ramener les frais par tonne kilométrique à un niveau jugé impossible il y a quelques années.

Nous avons établi et soumis à quatre-vingt-huit compagnies employant de grands wagons un résumé des questions qui se rattachent à ce sujet. Trente-deux d'entre elles ont répondu; nous donnons ci-après leurs réponses, avec le questionnaire détaillé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE I.

Réponses des compagnies de chemins de fer des États-Unis au questionnaire détaillé relatif à la question XVIII.

EXPLICATION DES ABRÉVIATIONS.

A. T. & S. F.	= Atchison, Topeka & Santa Fe.
B. & M.	= Boston & Maine.
B. & M. R.	= Burlington & Missouri River.
C. of Ga.	= Central of Georgia.
Ches. & Ohio.	= Chesapeake & Ohio.
C. B. & Q.	= Chicago, Burlington & Quincy.
C. G. W.	= Chicago Great Western.
C. R. I. & P.	= Chicago, Rock Island & Pacific.
C. St. P. M. & O.	= Chicago, St. Paul, Minneapolis & Omaha.
G. R. & I.	= Grand Rapids & Indiana.
G. C. & S. F.	= Gulf, Colorado & Santa Fe.
Lehigh V.	= Lehigh Valley.
L. & N.	= Louisville & Nashville.
Mich. Cent.	= Michigan Central.
M. K. & T.	= Missouri, Kansas & Texas.
N. D. & C.	= Newburg, Dutchess & Connecticut.
N. Y. C. & H. R.	= New York Central & Hudson River.
O. R. R. & Nav.	= Oregon Railroad & Navigation Co.
Penna. Lines W.	= Pennsylvania Lines West of Pittsburgh.
Penna. RR.	= Pennsylvania Railroad.
Phila. & Reading	= Philadelphia & Reading.
Pgh. & Western	= Pittsburgh & Western.
P. B. & L. E.	= Pittsburgh, Bessemer & Lake Erie.
So. Pacific.	= Southern Pacific.
T. St. L. & K. C.	= Toledo, St. Louis & Kansas City
Union Pac.	= Union Pacific.
Wis. Cent.	= Wisconsin Central.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. — TRANSPORT DES MARCHANDISES EN PETITE VITESSE.

I. — Conditions d'établissement du matériel.

QUESTION 1.

Prière de remplir les tableaux ci-annexés A, B, C, dont les indications relatives aux conditions techniques d'établissement et d'utilisation des wagons à marchandises ont pour but de donner une monographie succincte des principaux types en usage.

QUESTION 2.

Remplir également le tableau D, qui donne la classification de l'ensemble du matériel, spécialement au point de vue du tonnage. Établir cette situation d'année en année, si possible.

QUESTION 3.

Indiquer, dans les tableaux A, B et C, les wagons de types spéciaux en service sur votre réseau, y compris les wagons appartenant à des particuliers, sans qu'il soit absolument nécessaire, dans ce cas, de donner l'effectif total des véhicules.

Nota. — On remarquera, dans le tableau A, que, pour les wagons de certaines compagnies ayant les mêmes dimensions, le « cube utilisable » n'est pas le même. Cette différence apparente est probablement due à ce que les compagnies indiquent, les unes le cube du *wagon* et les autres le cube du *contenu*, calculé d'après la charge entassée.

Certaines tares se rapportent à des wagons qui viennent d'être construits, certaines autres à des wagons en service depuis un an.

QUESTION 4.

a) *Faire ressortir, pour chacune des principales catégories spécifiées dans les tableaux A et B, les raisons qui ont déterminé la construction de wagons d'une plus grande capacité.* b) *Les résultats ont-ils justifié la dépense supplémentaire?*

Allegheny Valley. — *b*) Oui.

Ann Arbor. — *a*) Pour lutter avec la concurrence. *b*) Oui.

B. & M. R. — *a*) Pour réduire les frais de transport. *b*) Oui.

C. of Ga. — *a*) Pour faciliter et condenser le trafic. *b*) Oui.

C. B. & Q. — *a*) Pour augmenter les recettes des trains. *b*) Oui.

C. G. W. — *a*) Pour relever la proportion de la charge utile au poids mort. *b*) Oui.

G. R. & I. — *a*) Pour faciliter les expéditions de meubles, objets en bois, etc., et, le cas échéant, de bois en grume, de planches, etc. *b*) Oui.

G. C. & S. F. — Cette réponse est comprise dans celle de l'A. T. & S. F.

L. & N. — *a*) Pour satisfaire les expéditeurs en leur offrant de plus grandes facilités et pour rendre possible le transport d'un plus grand tonnage de marchandises dans le même nombre de wagons. *b*) Les résultats sont satisfaisants.

Mich. Cent. — *a*) L'économie de transport et les demandes du commerce. *b*) Oui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N. D. & C. — *a*) Une plus grande économie. *b*) Oui.

N. Y. C. & H. R. — *a*) Pour réduire le rapport du poids mort à la charge utile. *b*) Oui.

O. R. R. & Nav. — *a*) La réduction de la longueur des trains; une utilisation plus complète des voies de gares, de docks et de magasins; le transport d'un plus grand tonnage avec le même nombre de roues et de fusées, ayant pour conséquence l'augmentation du rapport du tonnage utile au poids mort, c'est-à-dire au poids du matériel, et la réduction du nombre de véhicules à entretenir. *b*) Oui.

Penna. Lines W. — *a*) Les principales raisons pour augmenter la capacité des wagons à marchandises des différentes catégories étaient l'économie de transport des marchandises et des résultats avantageux dans la manœuvre des wagons et des chargements. *b*) Oui.

Penna. R. R. — *a*) Les principales raisons ont été l'économie de transport des marchandises, des résultats avantageux obtenus dans la manipulation des wagons et des chargements, etc. *b*) Oui.

Phila. & Reading. — *a*) Pour faire face à l'augmentation du trafic. *b*) Oui.

Pgh. & Western. — Le transport de la houille, du minerai de fer et des marchandises générales.

Seaboard Air Line. — *a*) Les besoins du service et l'exploitation économique. *b*) Oui.

So. Pacific. — *a*) Avant tout, pour transporter les marchandises par plus grandes unités et pour réduire la proportion du poids mort à la charge utile. *b*) Oui; il en est résulté une augmentation de la charge moyenne transportée dans les wagons à marchandises.

Southern Ry. — *a*) Pour augmenter la capacité de transport et réduire les frais de traction. *b*) Oui.

Union Pac. — *a*) Pour augmenter le tonnage des trains et réduire le poids mort et les frais de traction. Les wagons à ballast peuvent servir, si l'on y met un double fond, au transport de la houille; les wagons à meubles servent pour les marchandises volumineuses. *b*) Oui.

Vandalia. — *a*) On a jugé économique de porter la capacité des wagons couverts et des wagons plats à 60,000 livres (27.22 tonnes); celle des wagons à houille, à 66,000 livres (29.94 tonnes); les wagons à meubles sont employés pour le transport des marchandises volumineuses. *b*) Oui.

Question 5.

a) *Avez-vous augmenté la capacité de certaines séries de véhicules existants?* b) *Par quels moyens?* c) *Quels organes ont été renforcés?* d) *Prix de revient de la transformation.* e) *Rapport de cette dépense au prix de revient total des wagons primitifs.*

Allegheny Valley. — *a*) Non.

Ann Arbor. — *a*) Non.

B. & M. R. — *a*) Non.

C. of Ga. — *a*) Non.

Ches. & Ohio. — *a*) Oui. *b* et *c*) En renforçant l'essieu; en plaçant des bogies plus robustes sous des wagons couverts de faible capacité et en ajoutant quelques armatures de caisse; en exhaussant les parois et renforçant les bogies des wagons-tombereaux et en renforçant les bogies des wagons plats. *d*) Le prix de revient moyen de la transformation est d'environ $6.25 par tonne d'agrandissement de la capacité (34 fr. 45 c. par 1,000 kilogrammes).

C. B. & Q. — *a*) Oui. *b* et *c*) En les renforçant; dans certains cas, en plaçant simplement des bogies plus robustes sous les véhicules existants. *d*) La transformation s'opère ordinairement au moment où les wagons subissent de grandes réparations et les frais de transformation ne dépassent guère ceux d'une réparation générale.

C. G. W. — *a*) Non.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C. St. P. M. & O. — *a*) Non

G. R. & I. — *a*) Non.

L. & N. — *a*) Oui, de 40,000 à 60,000 livres (de 18.14 à 27.22 tonnes). *b*) En substituant de nouveaux bogies pour wagons de 60,000 livres (27.22 tonnes) à ceux pour wagons de moindre tonnage. *c*) Environ $200 (1,000 francs) par wagon, moins $65 (325 francs) pour les vieux bogies ; dépense nette : environ $135 (675 francs). Cette dépense représente toutefois une amélioration du wagon, par la substitution de bogies neufs aux vieux, et par l'augmentation de la capacité de transport du wagon.

Mich. Cen. — *a*) Non.

N. D. & C. — *a*) Oui. *b*) Des bogies plus robustes. *c*) De plus gros essieux. *d*) Environ $70 (350 francs) *e*) Environ 12 p. c.

N. Y. C. & H. R. — *a*) Non.

O. R. R. & Nav. — *a*) Non, du moins dans des proportions appréciables.

Penna. Lines W. — *a*) Oui. *b*) En exhaussant les parois latérales et frontales. c) Les sommiers de caisse ; de plus, les bogies ont été remplacés par d'autres pour wagons de capacité supérieure. *d*) $120 (600 francs). *e*) 21 p. c.

Penna. R. R. — *a*) Oui. *b*) En renforçant les pièces de détail. *c*) Les bogies, les essieux et les tirants d'armature de la caisse. *e*) De 8 à 12 p. c.

Phila. & Reading. — *a*) Oui. 150 wagons couverts de 50,000 livres (22.68 tonnes) à 60,000 livres (27.22 tonnes). *b*) Par l'application de châssis de bogies en acier embouti à la presse. *c*) Voir en *b*. *d*) $120 (600 francs). *e*) Prix de revient initial : $536.55 (2,682 fr. 75 c.).

Pgh. & Western. — *a*) Oui. *b*) Par l'emploi de caisses entièrement métalliques et l'augmentation des dimensions des fusées. *d*) Environ 30 p. c.

Seaboard Air Line. — *a*) Non.

So. Pacific. — *a*) Oui, un peu. *b*) La capacité de transport de quelques wagons a été portée de 2 1/2 à 5 tonnes (2.27 à 4.54 tonnes métriques) par des modifications des bogies.

Southern Ry. — *a*) Dans des cas individuels seulement. *b*) Armatures supplémentaires et plus gros essieux. *c*) Les pièces longitudinales (brancards et longrines) du châssis et les essieux. *d*) Il n'a pas été tenu de comptes à ce sujet.

Union Pac. — *a*) Oui. *b*) En tolérant des surcharges jusqu'à 105 p. c. du tonnage inscrit.

Vandalia. — *a*) Oui. *b*) Par l'exhaussement des parois. *c*) En renforçant les ranchers. *d*) $6.50 (32 fr. 50 c.) par wagon. *e*) Environ 2 p. c.

Wis. Cent. — *a*) Non.

Canada C. C. — *a*) Non.

II. — Conséquences de l'emploi du matériel de grande capacité sur l'entretien du matériel.

QUESTION 6.

Indiquer la dépense supplémentaire annuelle d'entretien des wagons de capacité de transport supérieure par rapport aux wagons de même catégorie de capacité moindre.

Allegheny Valley. — Les comptes ne sont pas tenus séparément.

Ann Arbor. — Les progrès dans l'art de la construction des véhicules ont eu pour conséquence l'amé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lioration de la construction des wagons de plus grande capacité de date récente, et, par suite, la réduction de leurs frais d'entretien,

C. of Ga. — La proportion pour cent des frais d'entretien à la dépense de premier établissement a plutôt diminué.

C. B. & Q. — Les renseignements dont nous disposons ne nous permettent pas de donner de chiffres à cet égard. En règle générale, les wagons sont plus solides qu'autrefois; les détails faibles ont été améliorés et les matériaux résistent mieux aujourd'hui à l'usure.

C. G. W. — Aucune.

C. St. P. M. & O. — Pas de statistique.

G. R. & I. — Nous ne possédons pas les renseignements nécessaires pour établir des comparaisons.

L. & N. — Il y a probablement une certaine augmentation des frais d'entretien, mais elle est compensée par le surcroît de capacité de transport, et le même tonnage est sans doute remorqué moyennant à peu près les mêmes frais d'entretien par tonne de capacité.

Mich. Cent. — Pas de statistique.

N. D. & C. — Aucune.

N. Y. C. & H. R. — Pas de statistique.

O. R. R. & Nav. — Pas de dépense supplémentaire.

Penna. Lines W. — Pas de statistique.

Penna. R. R. — Pas de statistique positive; mais nos dépenses totales font reconnaître que les frais d'entretien n'ont pas augmenté.

Phila. & Reading. — Aucune.

Pgh. & Western. — Une petite augmentation.

Seaboard Air Line. — Si les deux wagons sont du même modèle, la différence sera faible.

So. Pacific. — Les frais de réparation des wagons de différentes capacités ne sont pas notés séparément; il serait d'ailleurs difficile d'en tirer des conclusions exactes, puisque les grands wagons sont de construction plus récente. Les frais de réparation par kilomètre n'ont pas sensiblement augmenté avec l'accroissement de la capacité; il est vrai qu'il faut tenir compte de la diminution du prix des matières, par rapport à des époques antérieures.

Southern Ry. — Il n'est pas tenu de comptabilité spéciale.

Union Pac. — Les frais sont moindres, car les wagons de grande capacité sont neufs tandis que ceux de petite capacité sont vieux.

Vandalia. — Aucune.

Wis. Cent. — Les frais de réparation des wagons de différentes capacités ne sont pas notés séparément. Sans doute, il y a augmentation des frais d'entretien, mais elle doit être très légère.

Question 7.

Indiquer les modifications aux bascules de tarage et autres installations et engins, que l'augmentation de la capacité de transport a pu nécessiter?

Ann Arbor. — Jusqu'à présent, aucune modification n'a été nécessaire.

B. & M. R. — Le renouvellement des bascules.

C. of Ga. — Aucune.

C. B. & Q. — Aucune modification importante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C. G. W. — Aucune.

C. St. P. M. & O. — Il a fallu augmenter la longueur et la puissance des bascules.

G. R. & I. — Augmentation de la puissance des bascules.

L. & N. — Nous avons porté de 34 pieds à 36 pieds (10.36 à 10.97 mètres) la longueur d'un certain nombre de bascules.

Mich. Cent. — Il a fallu faire usage de bascules d'une plus grande puissance et d'une plus grande longueur.

N. D. & C. — Aucune.

O. R. R. & Nav. — Augmentation de la puissance et de la longueur des bascules.

Penna. Lines W. — La puissance des bascules a été portée de 120,000 à 180,000 livres (54.4 à 81.6 tonnes).

Penna. R. R. — Augmentation de la longueur et de la puissance.

Phila. & Reading. — Pas de modifications.

Pgh. & Western. — De nouvelles bascules d'une plus grande puissance.

Seaboard Air Line. — Augmentation de la puissance des bascules.

Southern Ry. — Emploi de plus grandes bascules de tarage.

Union Pac. — Il n'a pas encore été effectué de modifications, mais la question est à l'étude et recevra une solution sous peu.

Vandalia. — Nous n'avons pas fait de modifications.

Wis. Cent. — Aucune modification n'a été faite, la puissance des bascules étant suffisante pour tous les besoins.

QUESTION 8.

Le nombre des chauffages de boîtes, des ruptures d'attelages et autres incidents ont-ils augmenté du fait de l'emploi des wagons à grande capacité?

Allegheny Valley. — Non.

Ann Arbor. — Le nombre des chauffages de boîtes n'a pas augmenté. Les ruptures d'attelages sont devenues plus fréquentes; mais comme l'augmentation de la capacité des wagons a coïncidé avec la transformation de l'attelage, il est difficile d'analyser les statistiques de façon à donner une réponse précise à cette question.

B. M. & R. — Non.

C. of Ga. — Non.

C. B. & Q. — Non, grâce à l'emploi d'un meilleur mode de lubrification et de plus grandes fusées, l'augmentation de la charge n'a pas eu de conséquences fâcheuses à cet égard.

C. G. & W. — Non.

C. R. I. & P. — Non.

C. St. P. M. & O. — Non.

G. R. & I. — Pas d'augmentation appréciable.

L. & N. — Le nombre des chauffages de boîtes n'a pas augmenté, les essieux et les coussinets des grands wagons ayant été renforcés proportionnellement à l'accroissement de la charge par fusée. Nous estimons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les ruptures d'attelages sont plutôt dues à l'augmentation du poids et de la puissance des locomotives qu'à celle du poids des véhicules.

Mich. Cent. — Non.

N. D. & C. — Aucune.

N. Y. C. & H. R. — Non, ils ont diminué au contraire.

O. R. R. & Nav. — Le nombre des chauffages de boîtes n'a pas augmenté. La réduction de la longueur des trains atténue les risques d'incidents : ruptures d'attelages, etc.

Penna. Lines W. — Non.

Penna. R. R. — N'ayant qu'une expérience restreinte des wagons à grande capacité, nous ne possédons pas de renseignements certains sur ce point, mais nous pensons que l'augmentation, s'il y en a une, est très faible.

Phila & Reading. — Non.

Pgh & Western. — Le nombre des chauffages de boîtes a diminué, mais les ruptures d'attelages sont devenues plus nombreuses.

Seaboard Air Line. — Non, on les évite par le classement des wagons dans le train.

So. Pacific. — Il ne s'est pas produit d'augmentation appréciable du nombre des incidents, les wagons ayant été renforcés proportionnellement à l'augmentation de l'effort.

Southern Ry. — Non.

Union Pac. — Il y a diminution, par suite du perfectionnement du matériel.

Vandalia. — Non.

Wis. Cent. — Non.

QUESTION 9.

a) *Les conditions de freinage ont-elles été modifiées pour les wagons de fort tonnage ?* b) *Sont-ils munis de freins à action mécanique et de freins à main ?* c) *Toutes les roues sont-elles freinées ?* d) *Quelle est la proportion usuelle de l'effort d'application des sabots par rapport au poids sur rails à vide et sous charge ?*

Allegheny Valley. — *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 70 p. c.

Ann. Arbor. — *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) Nous nous sommes conformés aux spécifications Westinghouse.

B. & M. R. — *a*) Non. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 80 p. c. de la tare.

C. of Ga. — *a*) Oui. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 70 p. c. de la tare.

Ches. & Ohio. — *a*) Non. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) Ordinairement, 70 p. c. de la tare.

C. B. & Q. — *a*) Oui. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) Généralement 90 p. c. du poids à vide, 30 p. c. du poids des wagons sous pleine charge.

C. G. W. — *a*) Non. *b*) L'un et l'autre. *c*) Oui. *d*) 70 p. c. de la tare.

C. R. I. & P. — *a*) Non. *b*) 50 p. c. à action mécanique, 100 p. c. à main. *c*) Oui. *d*) 70 p. c. de la tare.

C. St. P. M. & O. — *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 70 p. c. de la tare.

G. R. & I. — *a*) Non. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 70 p. c. de la tare.

L. & N. — *a*) La proportion p. c. de la puissance de freinage pour les *wagons chargés* est d'autant plus faible que le rapport de la tare au tonnage utile est plus réduit. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 70 p. c. de la tare.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mich. Cent. — *a*) Non. *b*) Oui. *c*) A action mécanique, oui; à main, non. *d*) 70 p. c. de la tare, 24 p. c. du poids du wagon sous charge.

N. D. & C. *a*) Non. *b*) Freins à action mécanique et à main. *c*) Quatre roues à la main, toutes les roues par l'action mécanique. *d*) 70 p. c.

N. Y. C. & H. R. — *a*) Simple renforcement des organes. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 70 p. c.

O. R. R. & Nav. — *a*) Oui. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) Rapportée à la tare seulement : maximum, 70 p. c.

Penna. Lines W. — *a*) Non. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) Wagons vides : 70 p. c.; sous charge : 30 p. c. en moyenne.

Penna. R. R. — *a*) Non, nous avons conservé la même proportion p. c. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 70 p. c. du poids à vide ; 20 p. c. du poids sous charge.

Phila. & Reading. — *a*) Oui. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 70 p. c. de la tare du wagon.

Pgh. & Westhern. — *a*) Timonerie plus solide. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) Calculée sur la tare du wagon.

Seaboard Air Line. — *a*) Oui. Au début, nous n'employions que des freins à main. Nous avons adopté, par la suite, le frein Westinghouse, en raison de la nature montagneuse du pays traversé : d'abord nous nous servions de l'ancien système non automatique, que nous avons remplacé plus tard par le frein automatique à action rapide. *b*) Oui. *c*) Oui.

Southern Ry. — *a*) Oui. *b*) Tous à main et 97 p. c. à action mécanique. *d*) 70 p. c. de la tare du wagon.

Union Pac. — *a*) Aucune modification. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 76.5 p. c. de la tare du wagon.

Vandalia. — *a*) Augmentation de la tare seulement. *b*) Tous les freins sont manœuvrables à la main, mais tous ne le sont pas mécaniquement. *c*) Oui. *d*) 70 p. c. de la tare du wagon.

Wis. Cent. — *a*) Non. *b*) Oui. *c*) Oui. *d*) 70 p. c., à vide; 45 p. c., sous charge.

Canda C. C. — *c*) Oui.

QUESTION **10**.

A-t-on éprouvé, depuis l'emploi des wagons de grande capacité, des difficultés particulières de réparation sur place et de remise en état de circulation des wagons réformés sous charge?

Allegheny Valley. — Oui, mais pas beaucoup.

Ann Arbor. — Non, nous employons de meilleurs dispositifs pour les réparations sur place.

B. & M. R. — Non.

C. of Ga. — Non.

C. B. & Q. — Non.

C. G. W. — Non.

C. R. I. & P. — Non.

C. St. P. M. & O. — Non.

G. R. & I. — Non.

L. & N. — Nous n'avons éprouvé aucune difficulté, mais les frais sont plus considérables.

Mich. Cent. — Non.

N. D. & C. — Oui, avec les wagons étrangers de grande capacité.

N. Y. C. & H. R. — Non, nous les évitons en faisant usage d'engins plus puissants pour le levage des wagons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

O. R. R. & Nav. — Non.

Penna. Lines W. — Non.

Penna. R. R. — Non, nous avons renforcé les moyens d'action de nos ateliers en vue des nouvelles conditions.

Phila. & Reading. — Non.

Pgh. & Western. — Non.

Seaboard Air Line. — Non.

Southern Ry. — Non.

Union Pac. — Non.

Vandalia. — ...

Wis. Cent. — Non ; les wagons sont construits en conséquence.

III. — Conséquences de l'emploi du matériel de grande capacité au point de vue du service de la traction.

QUESTION 11.

Donnez des renseignements sur les expériences qui ont pu être faites en vue de comparer, à égalité de charge utile, la résistance au roulement de trains formés de wagons entièrement chargés de même catégorie, mais de capacité différente.

Allegheny Valley. — Il n'a pas été fait d'expériences.

Ann Arbor. — Il n'a pas été fait d'expériences.

B. & M. R. — Il n'a pas été fait d'expériences. La résistance au roulement par tonne est sans doute moindre avec les wagons de grande capacité, notamment lorsque les courbes sont très ouvertes et quand on considère la résistance atmosphérique. Le poids mort est moindre.

C. of Ga. — Nous ne possédons pas de renseignements de cette nature. La pratique démontre toutefois que la résistance est moindre pour les trains transportant le même tonnage total dans des wagons d'une plus grande capacité.

Ches. & Ohio. — Il n'a pas été fait d'expériences.

C. St. P. M. & O. — Il n'a pas été fait d'expériences.

G. R. & I. — Il n'a pas été fait d'expériences.

L. & N. — Il n'a pas été fait d'expériences.

Mich. Cent. — Il n'a pas été fait d'expériences.

N. D. & C. — Il n'a pas été fait d'expériences.

Penna. Lines W. — Il n'a pas été fait d'expériences.

Penna. R. R. — De même que nous avons toujours constaté que la résistance par tonne, sur voie en palier, des wagons chargés est beaucoup plus faible que celle des mêmes wagons vides, de même nous constatons que la résistance par tonne, sur voie en palier, des wagons de 100,000 livres (45.36 tonnes) de capacité, sous pleine charge, est moindre que celle des wagons de 80,000 livres (36.29 tonnes) de capacité, sous pleine charge, et que la résistance par tonne, sur voie en palier, des wagons de 80,000 (36.29 tonnes) de capacité est notablement moindre que celle des wagons de 60,000 livres (27.22 tonnes) de capacité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous pleine charge. Il convient de noter, toutefois, que les résultats accusent ce fait plus nettement pour les wagons de 60,000 livres (27.22 tonnes) de capacité, comparés avec les deux autres classes mentionnées, que pour les wagons de 80.000 livres (36.29 tonnes) de capacité, comparés avec les wagons de 100,000 livres (45.36 tonnes) de capacité; en d'autres termes, certains résultats obtenus avec les wagons de 80,000 livres (36.29 tonnes) de capacité, équivalaient à peu près à ceux des wagons de 100,000 livres (45.36 tonnes) de capacité.

Néanmoins, les résultats permettent de proposer la formule suivante, qui s'applique approximativement à la résistance en palier et en alignement, pour des vitesses soutenues de 15 à 20 milles (24.1 à 32.2 kilomètres) à l'heure et pendant la belle saison :

$$R = 4.04 - 0.0255\ W\ (1).$$

Dans cette formule, R désigne la résistance sur palier et alignement droit, en livres par tonne, à des vitesses de 15 à 20 milles (24.1 à 32.2 kilomètres) à l'heure, pour un train entièrement formé de wagons d'une catégorie déterminée, chargés à peu près uniformément à leur limite de capacité, et W le poids du train divisé par le nombre de wagons du train, c'est-à-dire le poids moyen de chaque wagon du train. En appliquant cette formule, on trouve qu'un wagon sous pleine charge, qui pèse 40 tonnes (36.29 tonnes), a une résistance, en palier et en alignement droit, de 3.02 livres par tonne (1.51 kilogramme par tonne); qu'un wagon entièrement chargé, qui pèse 62 $^1/_2$ tonnes (56.7 tonnes métriques), a une résistance, en palier et en alignement droit, de 2.45 livres par tonne (1.22 kilogramme par tonne), et qu'un wagon entièrement chargé, qui pèse 72 $^1/_2$ tonnes (65.77 tonnes), a une résistance, en palier et en alignement droit, de 2.19 livres par tonne (1.10 kilogramme par tonne).

Ces chiffres sont approximativement exacts, mais ne s'appliquent qu'aux alignements droits en palier. De plus, d'après tous les essais effectués, la formule ne doit pas être employée pour les wagons pesant moins d'environ 40 tonnes (36.3 tonnes métriques) ni plus d'environ 75 tonnes (68 tonnes métriques); mais, jusqu'à preuve contraire, nous n'hésiterions pas à l'appliquer aux wagons à charge partielle, dont le poids est compris entre les limites de 40 et 75 tonnes (36.3 à 68 tonnes métriques) par véhicule. En ce qui concerne la résistance offerte par les courbes, il paraît suffisamment démontré, par des essais exécutés dans ce sens, qu'elle n'est guère ou point inférieure à 1.5 livre par tonne (0.75 kilogramme par tonne) et par degré de courbure (2). Ce chiffre ne s'applique qu'aux wagons chargés, dont le poids est compris entre environ 40 et 75 tonnes (36.3 à 68 tonnes métriques), comme ci-dessus.

---

(1) Ramenée aux unités françaises, cette formule devient :

$$R = 2.02 - 0.01405\ P,$$

R étant la résistance en kilogrammes par tonne et P le poids moyen de chaque wagon du train.
(*Note du Traducteur.*)

(2) Les Américains expriment les courbes par le nombre de degrés contenus dans un arc de cercle d'une longueur de 100 pieds (30.48 mètres) à partir de l'origine de la courbe.

Par conséquent, en désignant par n le nombre de degrés de l'arc mesuré, on a :

$$2\pi R = \frac{30.48}{n} \times 360;$$

d'où

$$R = \frac{30.48 \times 180}{n \times \pi} = \frac{1.746^m}{n}$$

ou inversement

$$n = \frac{1.746}{R}.$$

Ramenée aux notations européennes, la résistance dans les courbes, telle que l'indique le « Pennsylvania », serait donc, par tonne, de 0.75 kilogramme multiplié par le quotient de 1.746 divisé par la longueur du rayon de la courbe. (*Note du Traducteur.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Phila. & Reading. — Il n'a pas été fait d'expériences.

Seaboard Air Line. — Il n'a pas été fait d'expériences.

So. Pacific. — Il n'a pas été fait d'expériences avec des wagons entièrement chargés, de différentes capacités. D'après des expériences faites avec des wagons vides et chargés, de fort tonnage, nous croyons qu'il convient d'ajouter les proportions pour cent suivantes du poids aux charges des locomotives, sur voie en palier, pour faire la part de l'augmentation de la résistance par tonne : wagons d'un poids total, chargement compris, de 75,000 livres (34.02 tonnes), 0 p. c.; de 60,000 livres (27.22 tonnes), 3 p. c.; de 50,000 livres (22.68 tonnes), 6 p. c.; de 40,000 livres (18.14 tonnes), 10 p. c.; de 30,000 livres (13.61 tonnes), 17 p. c.; de moins de 30,000 livres (13.61 tonnes), 25 p. c.

Southern Ry. — Il n'a pas été fait d'expériences.

Union Pac. — Il n'a pas été fait d'expériences.

Vandalia. — Il n'a pas été fait d'expériences.

Wis. Cent. — Nous n'avons pas de renseignements suffisants pour établir une comparaison.

Question 12.

a) *Le décompte de la charge des trains a-t-il été modifié depuis l'adoption du matériel de de grande capacité?* b) *Quelles ont été les conséquences des améliorations apportées à la construction?* c) *Quelles ont été les conséquences de la réduction du nombre des wagons?* d) *Rappeler à ce propos les principales règles en usage, relatives à la fixation de l'unité de charge.*

Allegheny Valley. — Le nombre de wagons de capacité moyenne que chaque type de machine peut remorquer est fixé expérimentalement.

Ann Arbor. — Pas de renseignements.

B. & M. R. — *a*) Oui. *b*) Très peu. *c*) La résistance à surmonter est moindre. *d*) Ces règles varient avec les conditions locales.

C. of Ga. — *a*) Non. *b*) Pas de renseignements. *c*) Pas de renseignements. *d*) La règle est de suivre le tonnage à assigner à chaque machine sur les différentes divisions, d'après les feuilles de traction établies à cet effet.

Ches. & Ohio. — *a*) Oui. *b*) Moins de temps perdu en route. *c*) Augmentation du tonnage. *d*) Le nombre de wagons et le nombre de tonnes.

C. B. & Q. — *a*) Oui, quelque peu. *b*) Réduction de la résistance dans les courbes et du nombre de chauffages de boîtes. *c*) Réduction de la résistance atmosphérique. *d*) Sauf sur les lignes à profil en long très peu accidenté, les charges des locomotives sont établies d'après le tonnage, le poids des wagons et le contenu du train.

C. G. W. — *a*) Non. *d*) Il n'en existe pas.

C. St. P. M. & O. — Pas de renseignements.

G. R. & I. — *a*) La pratique consistant à évaluer la capacité de remorque des locomotives en tonnes et à les charger en conséquence a été adoptée depuis l'emploi de wagons de grande capacité; il n'a été apporté aucune modification à la manière de calculer la résistance des trains. *d*) Il n'existe pas de règles. Une charge en tonnes, maximum et minimum, variant avec les différentes divisions, est fixée pour les machines; cette charge se modifie d'après les conditions atmosphériques.

L. & N. — La règle suivie pour la fixation de la charge maximum des trains consiste à déterminer, par des expériences pratiques, le tonnage maximum que les divers types de machines peuvent remorquer sur les principales rampes de chaque division du réseau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mich. Cent. — *a*) Oui. *b*) Aucune. *c*) Toutes. *d*) Charge en tonnes pour les différentes séries de machines.

N. D. & C. — Nous n'avons pas de règle pour fixer l'unité de charge.

Penna. Lines W. — *a*) Oui. *b* et *c*) Pas de renseignements précis. *d*) L'unité employée est la tonne ; on tient compte de la résistance à raison de 6 à 14 tonnes (5.4 à 12.7 tonnes métriques) par wagon, suivant les différentes divisions.

Penna. R. R. — *a*) Oui, comme il a été dit dans la réponse à la question 11. *b*) et *c*) Impossible de le dire. *d*) On détermine d'abord la résistance par tonne, en palier et en alignement droit, suivant le poids du wagon, c'est-à-dire d'après la formule donnée dans la réponse à la question 11 ; on y ajoute la résistance par tonne due aux rampes et aux courbes ; puis on ajoute la correction, par tonne, pour l'accélération ou la correction pour le ralentissement, suivant le cas, et on multiplie le résultat par le poids du wagon correspondant à la résistance en palier et en alignement. Après avoir déterminé cette résistance par wagon pour les wagons de tout poids entre les limites voulues, on établit un tableau indiquant l'effort de traction par wagon. L'effort total ou la résistance du train est alors le total de tous les efforts partiels des wagons composant le train. Cet effort total a pour limite la puissance de traction de la locomotive à la vitesse moyenne qu'il s'agit d'atteindre. Cette puissance de traction est déterminée pour les alignements droits en palier par des essais dynamométriques, dont les résultats sont reproduits dans une courbe des efforts et vitesses. Toutes les corrections, relatives aux rampes et aux courbes, qui ont été faites pour obtenir la résistance du train, doivent également être appliquées à la puissance de la locomotive ; en d'autres termes, il faut considérer qu'une pente augmente et qu'une rampe diminue la puissance de traction de la locomotive, proportionnellement au poids total de la machine et du tender, et que les courbes réduisent la puissance de traction. Il convient de considérer, en outre, qu'en cas d'accélération du train, la puissance de traction de la locomotive est diminuée de l'effort nécessaire pour accélérer la locomotive et le tender ; qu'en cas de ralentissement, au contraire, la puissance de la locomotive est augmentée.

Nous ajouterons que, pour trouver le « degré » de la courbe moyenne (1) (degré par lequel il faut multiplier 1 $^1/_2$ lb. par tonne — 0.75 kilogramme par tonne — pour trouver la résistance due à la courbe moyenne), on cherche d'abord le nombre total des degrés des angles au centre pour toutes les courbes du parcours, en procédant, s'il existe des contre-courbes, comme si toutes les courbes étaient dirigées dans dans le même sens. Ce nombre des degrés des angles au centre est ensuite divisé par le centième de la longueur totale, en pieds, des principales courbes considérées, et on obtient ainsi le « degré » moyen de courbure, c'est-à-dire le « degré » d'une courbe uniforme, qu'il aurait fallu employer pour obtenir le même nombre total de degrés de l'angle au centre sur la même distance totale.

Ajoutons aussi que la résistance due aux courbes est, jusqu'à présent, une quantité fort incertaine et qui varie beaucoup suivant que la vitesse est ou n'est pas appropriée au surhaussement du rail extérieur. Nous ne voulons, d'ailleurs, nullement prétendre que la formule donnée pour les alignements en palier s'applique à des conditions différant sensiblement de celles mentionnées ; nous ne pensons pas, toutefois, que, dans les limites des vitesses usuelles aux trains de marchandises, les chiffres concernant la voie en palier et en alignement soient susceptibles de grands écarts.

Phila. & Reading. — Pas de renseignements.

Pgh. & Western. — *a*) Oui.

Seaboard Air Line. — *a*) Oui. *d*) Fixation de charges de locomotives en tonnes.

So. Pacific. — *a*) Avant l'emploi général de wagons de grande capacité, la charge des machines était fixée en véhicules, avec une proportion arbitraire des wagons vides aux wagons sous charge, mais maintenant, nous appliquons le système des charges exprimées en tonnes. *d*) La puissance de

(1) Voir la réponse du « Pennsylvania » à la question 11 et la note du traducteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traction des locomotives a été d'abord déterminée par une série d'essais avec des wagons de grande capacité sous charge; en formant des trains, on se sert de ces chiffres, et, pour ramener à l'unité les wagons à charge incomplète ou ceux de plus faible capacité, on ajoute une quantité arbitraire à leur poids réel.

Southern Ry. — *a*) Réduction des rampes. *b*) Augmentation des charges de train. *c*) Aucune réduction n'a été faite. *d*) Chaque machine est chargée suivant son conditionnement.

Union Pac. — Aucune modification n'a été faite.

Vandalia. — Aucune modification n'a été faite.

Wis. Cent. — *a*) On tient compte de la variation de la proportion du tonnage utile au poids total du wagon et du chargement, de 0 à 75 p. c. *b*) Réduction du rapport de la tare au tonnage utile. *c*) Réduction des frais par tonne-mille.

IV. — Étude de l'emploi des wagons de grande capacité au point de vue du service de la voie.

Question 13.

a) *Quel est le poids maximum, sur rails, par roue des wagons de la plus grande capacité sous pleine charge?* b) *Le comparer au poids limité sur rails par roue pour les locomotives.*

Allegheny Valley. — *a*) 7,500 livres (3,400 kilogrammes).

Ann Arbor. — *a*) 12,000 livres (5,440 kilogrammes). *b*) 18,000 livres (8,170 kilogrammes).

B. & M. R. — *a*) 13,750 livres (6,240 kilogrammes).

C. of Ga. — *a*) 13,775 livres (6,250 kilogrammes). *b*) Varie avec les différents types de machines, mais est, à très peu de chose près, semblable à celui indiqué en (*a*).

Ches. & Ohio. — *a*) 14,500 livres (6,580 kilogrammes). *b*) 23,000 livres (10,430 kilogrammes).

C. B. & Q. — *a*) 14,400 livres (6,530 kilogrammes). *b*) 24,000 livres (10,890 kilogrammes).

C. G. W. — *a*) 12,063 livres (5,472 kilogrammes). *b*) 20,042 livres (9,091 kilogrammes).

C. R. I. & P. — *a*) 12,500 livres (5,670 kilogrammes). *b*) 20,750 livres (9,412 kilogrammes).

C. St. P. M. & O. — 10,500 livres (4,760 kilogrammes).

G. R. & I. — *a*) 13,000 livres (5,900 kilogrammes). *b*) 14,500 livres (6,580 kilogrammes).

L. & N. — *a*) 18,750 livres (8,500 kilogrammes). *b*) 20,000 livres (9,071 kilogrammes).

Mich. Cent. — *a*) 12,500 livres (5,670 kilogrammes). *b*) 20,000 livres (9,071 kilogrammes).

N. D. & C. — *a*) 8,243 livres (3,739 kilogrammes). *b*) 16,400 livres (7,440 kilogrammes).

Penna. Lines W. — *a*) 19,000 livres (8,620 kilogrammes). *b*) 25,000 livres (11,340 kilogrammes).

Penna. R. R. — 18,460 livres (8,370 kilogrammes). *b*) Les locomotives type E^1 ont 25,600 livres (11,610 kilogrammes) sur chaque roue du second essieu couplé.

Phila. & Reading. — *a*) 11,000 livres (4,990 kilogrammes). *b*) 25,250 livres (11,450 kilogrammes).

Pgh. & Western. — *a*) 6,500 livres (2,950 kilogrammes).

So. Pacific. — *a*) Pour les wagons actuellement en service, 11,500 livres (5,220 kilogrammes). Nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

construisons maintenant des wagons de 50 tonnes (45.4 tonnes métriques) de capacité, qui auront, sous charge, un poids maximum de près de 17,000 livres (7,710 kilogrammes). *b*) Poids maximum par roue couplée: Voyageurs, 21,460 livres (9,730 kilogrammes); marchandises, 21,880 livres (9,925 kilogrammes).

Union Pac. — *a*) 15,000 livres (6,800 kilogrammes) par roue. *b*) 60,000 livres (27,220 kilogrammes). Jusqu'aujourd'hui, ce chiffre n'est encore au maximum que de 22,700 livres (10,296 kilogrammes) pour les locomotives.

Vandalia. — *a*) 12,725 livres (5,770 kilogrammes). *b*) 23,350 livres (10,590 kilogrammes) de poids maximum par roue couplée.

Wis. Cent. — *a*) 11,250 livres (5,100 kilogrammes). *b*) 20,000 livres (9,070 kilogrammes).

V. — Étude de l'emploi des wagons de grande capacité au point de vue du service de l'exploitation.

Question 14.

a) *L'emploi de véhicules à grande capacité a-t-il donné lieu à une meilleure utilisation des installations des gares?* b) *A-t-il permis de surseoir à des agrandissements qui auraient été nécessaires avec le matériel de capacité ordinaire?* c) *Indiquer l'importance des économies que l'emploi de ces véhicules a pu permettre de réaliser dans les manœuvres de gare et de triage.*

Allegheny Valley. — *a* et *b*) Oui. *c*) Chiffre difficile à déterminer, les affaires ayant augmenté plus rapidement que la capacité des wagons.

Ann Arbor. — *a*) Oui. *b* et *c*) Le tonnage a augmenté, et les gares ont été agrandies de leur côté; mais sans l'accroissement de la capacité des wagons, il semble bien évident que pour expédier le même tonnage, il aurait fallu de plus grosses dépenses pour les installations de gares.

B. & M. R. — *a*) Oui. *b*) Oui, mais le trafic a augmenté si rapidement que l'agrandissement des gares s'est imposé. *c*) Il faut moins de place dans les gares pour expédier un certain tonnage.

C. of Ga. — *a*) Oui. *b*) Oui. *c*) Pas de renseignements.

Ches. & Ohio. — *a*) Oui.

C. B. & Q. — *a*) Oui. *b*) Certainement. *c*) Utilisation plus grande et plus efficace des terrains pour les garages et les installations de déchargement.

C. St. P. M. & O. — *a* et *b*) Oui; bien que, par suite de l'augmentation rapide du trafic, il soit difficile de dire dans quelles proportions. *c*) Les changements de matériel ont été si peu importants et si récents et l'emploi du matériel étranger est tellement général qu'il serait difficile de se prononcer.

G. R. & I. — *a*) Oui. *b*) Jusqu'à 1898, le trafic a été tellement restreint et a tellement contribué à ajourner les agrandissements des gares, que l'emploi des wagons de grande capacité ne saurait entrer en ligne de compte dans cette question. *c*) Pas de renseignements, mais on ne doute pas de leur existence.

L. & N. — Le nombre de wagons que nous avons en service n'est pas suffisant pour que leur effet soit appréciable.

Mich. Cent. — *a*) Oui. *b*) La réponse serait probablement affirmative si l'augmentation du trafic n'avait pas nécessité l'agrandissement des gares. *c*) Moins de place pour les voies, moins de dépense pour les manœuvres, moins de ruptures de barres d'attelage, moins de wagons à réformer, à plomber et à noter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N. D. & C. — Pas de renseignements.

Penna. Lines W. — *a*) Oui. *b*) Oui. *c*) Nous avons pu expédier un bien plus grand tonnage sans augmenter la puissance ou le nombre des machines de gare.

Penna. R. R. — *a*) Oui. *b*) Oui. *c*) Économies réalisées sur les moyens d'action des gares et garages, réduction du temps nécessaire pour manœuvrer les trains, etc.

Phila. & Reading. — *a*) Oui, surtout lorsqu'il s'agissait de marchandises générales.

Pgh. & Western. — *a*) Oui, car les wagons de 50 tonnes (45.4 kilogrammes) de capacité n'occupent pas plus de place que les wagons de 25 tonnes (22.7 kilogrammes). *b*) Oui. *c*) A mesure que la proportion du tonnage augmente, la dépense des gares, en ce qui concerne les voies, diminue.

Seabord Air Line. — *a*) Oui.

So. Pacific. — *a*) Oui. *b*) Le remplacement des wagons de faible capacité par ceux de plus fort tonnage a été très graduel et s'est prolongé pendant un certain nombre d'années. Il est certain que l'espace actuellement disponible dans les gares aurait été insuffisant et qu'il aurait fallu prolonger les voies d'évitement si les petits wagons étaient restés en usage. *c*) Le nouveau type est plus économique parce qu'il facilite le chargement et le déchargement des marchandises en plus grands lots sans interruption, que les manœuvres de wagons sont moins nombreuses, etc.

Southern Ry. — *a*) Oui. *b*) Le trafic a augmenté plus rapidement que la capacité du matériel. *c*) Aucune.

Union Pac. — Pas de renseignements, car on vient seulement de commencer à employer de grands wagons.

Vandalia. — *a*) Non; la proportion des wagons à grande capacité est faible. *b*) Non. *c*) Aucun effet appréciable, en raison du petit nombre des wagons de fort tonnage.

Wis. Cent. — *a*) Oui.

Question 15.

En quoi le service des gares est-il facilité par l'emploi des wagons de grande capacité et quels en sont les avantages pour le public ?

Allegheny Valley. — Il faut un moins grand nombre de wagons et une moindre longueur de voies pour assurer le même trafic.

Ann. Arbor. — Diminution du nombre de wagons à manœuvrer.

C. of Ga. — Les chargements peuvent être plus considérables, on gagne du temps et le service se fait plus promptement.

C. B. & Q. — On peut faire un usage plus étendu et plus efficace des terrains pour les voies de garage et les installations de déchargement.

C. St. P. M. & O. — La manutention des marchandises est centralisée, et on peut manipuler et charger plus de marchandises dans un magasin de superficie donnée ; le public bénéficie de l'amélioration du service qui en résulte.

G. R. & I. — Le service des gares est facilité par la réduction du nombre de wagons nécessaires : il en résulte une économie de surface du sol des halles à marchandises et une diminution du nombre de voies intérieures et de voies de quais de transbordement. Le public bénéficie de ce que la manutention de marchandises se fait plus facilement et plus promptement; en outre, l'augmentation du cube des wagons permet aux expéditeurs de charger plus généralement au minimum exigé pour obtenir le tarif des chargements complets.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L. & N. — Nous n'avons pas un nombre suffisant de wagons de grande capacité en service pour que leur effet soit appréciable.

Mich. Cent. — Les expéditeurs d'équipages et d'autres marchandises volumineuses peuvent charger les wagons au minimum prévu par le tarif.

Penna. Lines W. — Les opérations de chargement des wagons se font dans des conditions bien plus avantageuses et avec plus de facilité dans toutes les gares importantes, et le public partage avec les chemins de fer, le bénéfices de ces résultats.

Penna. R. R. — Le chargement des wagons se fait avec plus de facilité et plus avantageusement, surtout dans les gares importantes, et il en résulte naturellement un bénéfice pour le public aussi bien que pour les compagnies de chemins de fer.

Phila. & Reading. — Pas de renseignements.

Pgh. & Western. — Le service des gares n'est guère facilité. Le public bénéficie du plus petit nombre de wagons nécessaires pour ses expéditions.

Seaboard Air Line. — Pas de renseignements.

So. Pacific. — Le service des gares est facilité par la réduction du nombre de wagons nécessaires. Les grandes expéditions peuvent mieux rester ensemble, et comme les chemins de fer transportent les marchandises plus économiquement dans les grands wagons, le public participe au bénéfice dans la mesure où ces économies permettent aux compagnies de réduire leurs tarifs.

Southern Ry. — Pas de changement dans les gares. Les expéditeurs ont avantage à pouvoir expédier un plus fort tonnage.

Union Pac. — Pas de renseignements.

Vandalia. — Pas de changement dans le service des gares à la suite de l'augmentation de la capacité des wagons. Avantage possible pour les expéditeurs de marchandises volumineuses.

Question 16.

L'augmentation de tonnage a-t-elle permis de maintenir la même proportionnalité entre la surcharge tolérée et le tonnage nominal du wagon ?

Allegheny Valley. — Oui.

Ann Arbor. — Oui.

B. & M. R. — Non.

C. of Ga. — Oui.

Ches. & Ohio. — Oui.

C. B. & Q. — Oui, à peu près

C. G. W. — Oui.

C. St. P. M. & O. — Oui.

G. R. & I. — Oui.

L. & N. — Nous tolérons une surcharge égale à 10 p. c. du tonnage inscrit, aussi bien pour les wagons de 60,000 livres (27.22 tonnes) que pour ceux de plus petite capacité. Mais les wagons de très grande capacité appartenant à d'autres compagnies, les wagons de 100,000 livres (45.36 tonnes), par exemple, ne sont pas admis à circuler sous pleine charge sur certaines lignes du réseau.

Mich. Cent. — Oui.

Penna. Lines W. — Oui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Penna. R. R. — Oui.

Phila. & Reading. — Oui.

Pgh. & Western. — Oui.

Seaboard Air Line. — Pas de renseignements.

Southern Ry. — Oui.

Union Pac. — Pas de renseignements.

Vandalia. — Oui.

QUESTION 17.

L'emploi de wagons de grande capacité a-t-il permis de diminuer le nombre de wagons et de locomotives en service sur votre réseau? Le cas échéant, dans quelle proportion?

Allegheny Valley. — Non, car le trafic a augmenté plus rapidement que la capacité des wagons.

Ann Arbor. — Non, mais il a permis d'augmenter dans de moindres proportions le matériel nécessaire pour assurer le trafic.

B. & M. R. — Non, le trafic ayant augmenté; nous transportons un plus grand tonnage avec le même matériel.

C. of Ga. — L'emploi des wagons de grande capacité n'est pas encore assez général pour permettre de faire une réduction quelconque.

C. B. & Q. — Non, en raison de l'augmentation du trafic; mais chaque wagon transporte annuellement plus de tonnes.

C. St. P. M. & O. — Non, mais le nombre moyen de tonnes de marchandises par wagon et par train a augmenté.

G. R. & I. — Non, l'augmentation des demandes de matériel, par suite de l'accroissement du trafic, s'est opposée à toute réduction.

L. & N. — Nous n'avons pas un nombre suffisant de wagons de grande capacité en service pour qu'il en résulte un effet appréciable.

Mich. Cent. — Non; au contraire, l'accroissement du trafic a nécessité la construction d'un certain nombre supplémentaire de wagons.

N. D. & C. — Non.

Penna. Lines W. — Non, mais le cas se serait produit si le trafic n'avait pas augmenté dans des proportions égales ou plus fortes.

Penna. R. R. — Non, car le trafic a augmenté plus rapidement que la capacité des wagons, et il a fallu au contraire renforcer l'effectif.

Phila. & Reading. — Non, car le trafic a augmenté.

Pgh. & Western. — Oui, il faut moins de locomotives et moins de personnel.

So. Pacific. — Grâce à l'emploi de wagons de plus grande capacité et à la surveillance attentive des charges de wagons et de trains, nous n'avons eu, depuis dix ans, à augmenter que de 2 p. c. le nombre de locomotives et de 10 p. c. le nombre de wagons à marchandises, pour faire face à une augmentation du tonnage transporté de plus de 100 p. c.; le nombre de wagons employés pour un tonnage donné a diminué énormément.

Southern Ry. — Pas de réduction appréciable, par suite de l'augmentation du trafic.

Union Pac. — Pas de renseignements.

Vandalia. — Non.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 18.

La création du matériel à grande capacité a-t-elle permis d'améliorer les services directs pour desservir des courants déterminés de transports ? Citer des cas de l'espèce, en faisant ressortir les avantages économiques réalisés par l'emploi de matériel de plus grande capacité ?

Ann Arbor. — Oui, depuis dix ans, grâce à la nature des marchandises transportées, dont 80 p. c. sont de la houille, du bois en grume et des grains en vrac.

B. & M. R. — D'un grand avantage pour les transports de grains et autres matières pondéreuses. Dans la direction Est, les expéditions de grains en grands wagons, chargés à leur maximum de capacité, sont très avantageuses.

Ches. & Ohio. — Oui. Augmentation du tonnage ; diminution du parcours des trains.

C. B. & Q. — Plus le wagon est grand, plus il est utile et plus il peut recevoir de sortes de marchandises : d'où il résulte une circulation plus fréquente des wagons dans les deux sens.

C. St. P. M. & O. — Le matériel de grande capacité a considérablement facilité le transport des grains pendant la période active de ce trafic.

G. R. & I. — Non.

L. & N. — Nous n'avons pas un nombre suffisant de wagons à grande capacité en service pour que leur effet soit appréciable.

Mich. Cent. — Nous ne le pensons pas.

N. D. & C. — Non.

Penna. Lines W. — *a*) Oui. *b*) Des économies ont été réalisées dans le transport de grains, de houille, de minerai et de marchandises en vrac, par suite de la réduction du rapport de la tare au tonnage.

Penna. R. R. — *a*) Oui. *b*) Des économies ont été réalisées dans le transport des grains, houilles et marchandises en vrac de diverses espèces, grâce à la diminution de la tare des wagons remorqués, par rapport au tonnage.

Phila. & Reading. — *a*) Oui. *b*) Grains, houille et autres expéditions en vrac.

Pgh. & Western. — Oui. Il faut moins de wagons pour assurer le trafic, et le tonnage par train est plus élevé.

Seaboard Air Line. — Oui.

So. Pacific. — Le service direct a été très sensiblement amélioré depuis quelques années, le transport des marchandises par grandes unités de chargement sur de longs parcours nous a été précieux dans ce sens.

Southern Ry. — Oui, grâce à la réduction du poids mort du train.

Union Pac. — Pas de renseignements.

Vandalia. — Non.

S. & H. Elec. — Les résultats donnés par les wagons de grande capacité ont été meilleurs, le chargement complet moyen étant de 40 tonnes (36.3 tonnes).

QUESTION 19.

Quelle est la vitesse moyenne de vos trains de marchandises, directs et locaux, et quelle est la vitesse maximum fixée pour ces trains ?

Allegheny Valley. — Directs, 12 milles (19.3 kilomètres) ; locaux, 10 milles (16.1 kilomètres). Maximum, 20 milles (32.2 kilomètres).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ann Arbor. — Directs, 15 milles (24.1 kilomètres) en été, 12 milles (19.3 kilomètres) en hiver ; locaux, 10 milles (16.1 kilomètres) pour l'étape complète. Pas de limitation de vitesse.

Ches. & Ohio. — Directs, 15 milles (24.1 kilomètres) ; locaux, 10 milles (16.1 kilomètres).

C. B. & Q. — 20 à 25 milles (32.2 à 40.2 kilomètres) à l'heure pour les trains directs à grand parcours, arrêts et retards en cours de route compris. 10 à 15 milles (16.1 à 24.1 kilomètres) à l'heure pour les trains omnibus, arrêts compris. La vitesse des trains de marchandises atteint fréquemment 45 milles (72.4 kilomètres) à l'heure.

C. G. W. — Locaux, 10 milles (16.1 kilomètres) à l'heure ; directs, 15 à 20 milles (24.1 à 32.2 kilomètres). Vitesse maximum, 50 milles (80.5 kilomètres) à l'heure.

C. R. I. & P. — Directs, 23 milles (37 kilomètres) sur les lignes à double voie, 18 milles (28.9 kilomètres) sur les lignes à voie unique ; maximum, 35 milles (56.3 kilomètres). Locaux, vitesse moyenne, 12 milles (19.3 kilomètres) ; maximum, 25 milles (40.2 kilomètres).

C. St. P. M. & O. — Directs, 25 milles (40.2 kilomètres) ; locaux, 20 milles (32.2 kilomètres).

G. R. & I. — Directs, 15 milles (24.1 kilomètres) ; locaux, 9 milles (14.5 kilomètres). Maximum, 30 milles (48.3 kilomètres).

L. & N. — Directs, 18 milles (28.9 kilomètres) ; locaux, 10 milles (16.1 kilomètres). Maximum, 30 milles (48.3 kilomètres).

Mich. Cent. — Directs, 22 milles (35.4 kilomètres) ; locaux, 10 milles (16.1 kilomètres). Maximum, 35 milles (56.3 kilomètres).

N. D. & C. — Directs, 25 milles (40.2 kilomètres) ; locaux, 20 milles (32.2 kilomètres). Maximum, 25 milles (40.2 kilomètres) à l'heure.

Penna. Lines W. — Directs : marchandises grande vitesse, 20 milles (32.2 kilomètres) ; marchandises petite vitesse, 15 milles (24.1 kilomètres). Locaux, 12 milles (19.3 kilomètres). Tous les trains atteignent, par moments, une vitesse maximum de 35 milles (56.3 kilomètres) à l'heure.

Penna. R. R. — Vitesse moyenne d'environ 10 milles (16.1 kilomètres) à l'heure pour les marchandises petite vitesse, avec un maximum de 30 milles (48.3 kilomètres) à l'heure pour les marchandises susceptibles de s'avarier et les marchandises de valeur.

Phila. & Reading. — Directs, 30 milles (48.3 kilomètres) ; locaux, 20 milles (32.2 kilomètres) à l'heure.

Pgh. & Western. — 15 milles (24.1 kilomètres). Maximum, 18 milles (29 kilomètres).

Seaboard Air Line. — Directs, 20 milles (32.2 kilomètres) ; locaux, 10 milles (16.1 kilomètres). Maximum, 30 milles (48.3 kilomètres).

So. Pacific. — La vitesse varie d'une division à l'autre et est naturellement moindre sur les parties montagneuses du réseau. En général, arrêts compris, la vitesse moyenne des trains de marchandises directs varie de 15 à 16 milles (24.1 à 25.7 kilomètres) à l'heure, celle des trains locaux de 10 à 12 milles (16.1 à 19.3 kilomètres) à l'heure. Les tableaux de marche spécifient une limite qui ne doit pas être dépassée entre deux stations successives quelconques.

Southern Ry. — Directs, 14.2 milles (28.85 kilomètres) ; maximum, 30 milles (48.3 kilomètres) ; locaux, 9.7 milles (15.6 kilomètres). Maximum, 30 milles (48.2 kilomètres) à l'heure.

Union Pac. — Directs, 21 à 22 milles (33.8 à 35.4 kilomètres) ; locaux, 12 milles (19.3 kilomètres). Maximum dans les deux cas, 45 milles (72.4 kilomètres) à l'heure.

Vandalia. — Directs : rapides, 20 milles (32.2 kilomètres) et ordinaires, 12 milles (19.3 kilomètres) ; locaux, 7 1/2 milles (12 kilomètres). Pas de limite supérieure.

Wis. Cent. — Moyenne : directs, 16 milles (25.7 kilomètres) ; locaux, 10 milles (16.1 kilomètres). Maximum : directs, 35 milles (56.3 kilomètres) ; locaux, 18 milles (29 kilomètres).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION 20.

L'emploi de wagons de grande capacité a-t-il relevé la charge moyenne des trains (poids total du train et tonnage utile)?

Allegheny Valley. — Oui.

Ann Arbor. — Pas de renseignement, mais nous croyons que oui.

B. & M. R. — Nous pensons que oui.

Ches. & Ohio. — Oui.

C. B. & Q. — Oui.

C. G. W. — Non.

C. St. P. M. & O. — Oui.

G. R. & I. — Oui, mais nous ne saurions dire dans quelle proportion, l'évaluation de la charge en tonnes ayant été mise en usage après l'adoption des wagons de grande capacité.

L. & N. — Nous n'avons pas un nombre suffisant de wagons de grande capacité en service pour pouvoir en apprécier l'influence.

Mich. Cent. — Oui.

N. D. & C. — Oui.

Penna. Lines W. — Oui.

Penna. R. R. — Oui.

Phila. & Reading. — Oui.

Pgh. & Western. — Oui.

Seaboard Air Line. — Oui.

So. Pacific. — L'emploi de wagons de plus grande capacité, jointe à la surveillance exercée par le personnel dirigeant, a eu pour résultat une forte augmentation des charges de trains. Ainsi, par exemple, dans les dix années 1888 à 1898, le tonnage utile moyen par mille de locomotive à marchandises s'est élevé, sur le réseau du Pacifique, de 120 à 209 tonnes (175 à 305 tonnes métriques kilomètres), et, sur le réseau de l'Atlantique, de 161 à 245 (235 à 358 tonnes métriques kilomètres).

Southern Ry. — Oui.

Union Pac. — Oui.

Vandalia. — Oui, en thèse générale, mais notre expérience des grands wagons est trop restreinte pour répondre.

Wis. Cent. — Oui.

QUESTION 21.

Prière de remplir, pour la période des cinq dernières années au moins, le tableau D annexé au présent questionnaire. En outre des renseignements numériques portés à ce tableau, prière de donner toutes les indications de nature à faire ressortir les avantages, s'il y en a, de l'emploi de wagons de nature spéciale.

G. R. & I. — Les wagons à meubles sont avantageux, parce qu'ils sont suffisamment grands pour recevoir des chargements de marchandises volumineuses, telles que meubles, articles en bois, etc., étant chargés aux poids minimums fixés par la classification officielle. Ces wagons peuvent d'ailleurs servir très bien aussi pour le transport de foin, de bois en grume, etc.

Penna. Lines W. — Les wagons à fond en trémie déchargent la houille, le minerai et les matières

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

analogues très rapidement. Le wagon à volailles offre des facilités de transport, dans les meilleures conditions, de la volaille vivante. Les wagons à meubles permettent de transporter un grand volume de meubles et d'autres matériaux légers avec moins de risques d'avaries que quand ils sont chargés dans des wagons ordinaires.

Phila. & Reading. — *Voir* le tableau D.

So. Pacific. — En calculant le tonnage total, nous ne comptons chaque tonne qu'une seule fois pour chaque réseau (Pacifique et Atlantique). Pour l'échange du matériel, chaque réseau traite l'autre comme un réseau étranger, et le parcours des wagons d'un réseau sur l'autre réseau est compris dans le parcours de matériel étranger.

Southern Ry. — *Voir* le tableau D.

Union Pac. — *Voir* le tableau D.

Vandalia. — *Voir* le tableau D.

QUESTION 22.

a) Les règles en usage pour le transport des colis de détail font-elles désirer un accroissement du tonnage ou de la capacité des véhicules? Pour quelles catégories de wagons, et pour quelle nature de marchandises? b) A partir de quel poids un wagon de colis de détail est-il considéré comme complet? c) Le chargement minimum dépend-il du sens des courants des wagons chargés et des wagons vides? d) Ces limites ont-elles varié? A quelles époques et dans quelles proportions? e) Résultats donnés par ces variations au point de vue de la charge moyenne des wagons de détail?

Allegheny Valley. — *a)* Oui, l'augmentation de capacité des wagons se prêtant aux envois de marchandises quelconques et de marchandises légères. *b)* 10,000 livres (4,535 kilogrammes). *c)* Oui. *d)* Non.

Ann Arbor. — *a)* L'augmentation de la capacité en tonnage est inutile, car une très faible proportion des marchandises classées comme colis de détail charge les wagons actuels à leur limite. *b)* 6,000 livres (2,722 kilogrammes) dans le sens du trafic le plus intense. *c)* 3,000 livres (1,360 kilogrammes) dans le sens du courant des wagons vides. *d)* Oui, elles varient avec la proportion des wagons vides circulant dans le sens du trafic le moins intense.

B. & M. R. — *b)* Question de concurrence. *c)* Oui. *d)* Oui. *e)* Lorsque des wagons vides circulent dans le sens du trafic des colis, les charges sont moindres, car il est plus facile de transporter les colis en faibles chargements lorsque le parcours n'est pas allongé de ce fait.

C. of Ga. — *a)* Oui, pour les marchandises volumineuses, telles que le coton, etc.

Ches. & Ohio. — *a)* Oui; toutes les sortes de marchandises, sauf la houille et le minerai *c)* Oui. *d)* Oui; généralement l'hiver.

C. B. & Q. — *a)* L'emploi de grands wagons est surtout avantageux pour les colis destinés aux petites stations; on charge alors les colis pour un assez grand nombre de petites stations dans un seul wagon et on obtient un assez fort chargement; ou bien, les marchandises pour un groupe de stations sont chargées en destination de tel point où elles seront transbordées. *b)* Il n'est pas fixé de minimum; la moyenne ordinaire pour les marchandises très légères, volumineuses, et les colis, partant des grands centres de population, tels que Chicago et Saint-Louis, est de 4 $^1/_2$ à 5 tonnes (4,082 à 4,535 kilogrammes) par wagon pour les véhicules de 34 pieds (10.36 mètres). *c)* Très peu, en raison des fréquents changements inopinés du sens du courant des wagons vides.

C. St. P. M. & O. — *a)* Oui, toutes. *b)* Suivant les tarifs afférents. *c)* Non. *d)* Augmentent avec la capacité du wagon. *e)* Accroissement de la charge par wagon.

G. R. & I. — *a)* Non; les wagons à meubles actuels suffisent à toutes les catégories de transports.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) On considère 10,000 lb. (4,535 kilogrammes) comme un fort chargement pour les colis de détail. *c*) Non. *d*) Non.

L. & N. — *a*) En règle générale, non. La célérité avec laquelle il faut expédier ces marchandises a souvent pour résultat que les wagons de dimensions ordinaires partent avec une très faible charge. *b*) Pas de minimum fixe. *c*) L'expédition de ces marchandises dépend beaucoup des conditions locales, de la nécessité d'un prompt transport et de la demande de wagons en d'autres points.

Mich. Cent. — *a*) Pour le transport de grandes quantités de colis de détail entre certains points, les grands wagons couverts rendent de précieux services; les wagons de dimensions ordinaires suffisent dans la plupart des cas. *b*) 5,000 livres (2,270 kilogrammes). *c*) Oui.

N. D. & C. — *a*) Oui. *b*) Wagons couverts avec colis de détail, fruits, etc.

Penna. Lines W. — *a*) Non, pour les colis de détail eux-mêmes; mais pour les wagons affectés au transport des grains, de la houille et d'autres marchandises pondéreuses, il convient que la capacité en tonnage soit aussi grande qu'il est possible de l'obtenir sans augmenter les dimensions générales du wagon couvert de 36 pieds (10.97 mètres) actuel. *b*) 10,000 livres (4,535 kilogrammes). *c*) Oui, dans des proportions considérables. *d*) Oui, elles varient avec les conditions du trafic.

Penn. R. R. — *a*) En règle générale, non; sauf lorsque les marchandises sont exceptionnellement volumineuses et légères. *b*) 10,000 livres (4,535 kilogrammes). *c*) Oui, dans une certaine mesure. *d*) Pas de variations d'une importance particulière. *e*) Pas de résultats appréciables.

Phila. & Reading. — *a*) Le tonnage des colis de détail ne serait pas augmenté par des wagons de plus grande capacité, car les petits wagons peuvent en recevoir plus qu'il n'en est offert par les expéditeurs. *b*) 5,000 livres (2,270 kilogrammes). *c*) Pas de renseignements. *d*) Pas de renseignements.

Pgh. & Western. — *a*) Oui. Wagons couverts et wagons-tombereaux; houille, minerai, pierre à chaux, coke et grains. *b*) 10,000 lb. (4,535 kilogrammes). *c*) Oui. *d*) Dépendent beaucoup des conditions du trafic et des besoins des gares. *e*) Les marchandises sont transportées sans retard, et les wagons vides sont envoyés aux points où ils sont nécessaires.

So. Pacific. — *b*) Lorsque les chargements n'atteignent pas le tonnage inscrit, on charge jusqu'à la limite de capacité en volume autant que le permet la nature des colis.

Southern Ry. — *a*) Oui. Wagons couverts et colis de détail. *b*) Jusqu'à la toiture, si possible. *c*) Non. *d*) et *e*) Pas de renseignements.

Union Pac. — *a*) Le wagon de 34 pieds (10.36 mètres) actuel, avec 60,000 livres (27.2 tonnes) de capacité, suffit pour les expéditions des colis de détail. *b*) 5,000 livres (2,270 kilogrammes). *c*) Oui, dans une certaine mesure, mais plutôt pour la concurrence. *d*) Pas de renseignements. *e*) Chargements plus légers, pour soutenir la concurrence, et marche plus rapide des trains.

Vandalia. — La capacité actuelle des wagons couverts suffit amplement, car la concurrence et les exigences du public ne permettent pas de retenir les wagons jusqu'à leur chargement complet.

VI. — Étude des wagons de grande capacité au point de vue des tarifs appliqués.

QUESTION 23.

De quelle manière le commerce est-il intéressé à la meilleure utilisation de la capacité des véhicules?

Ann Arbor. — Le prix de transport dépend beaucoup de la possibilité d'utiliser les wagons à leur limite de capacité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. & M. R. — Les produits peuvent être amenés plus économiquement à bord du bateau et ont donc plus de valeur pour le producteur.

C. B. & Q. — Par la réduction des frais de transport, qui permet aux chemins de fer de diminuer leurs tarifs.

C. St. P. M. & O. — Les facilités offertes dans les périodes de grande activité sont plus grandes, etc.

G. R. & I. — Par l'augmentation de la capacité de transport du matériel, aux moments de pénurie de wagons; d'autre part, le minimum prescrit par les tarifs de chargements complets est plus souvent atteint.

L. & N. — Le commerce y est intéressé pour deux raisons : *a*) Lorsque les wagons sont complètement chargés, le rapport du tonnage utile au poids total augmente; il en résulte une économie de frais de traction pour la compagnie de chemins de fer, laquelle, sous la pression de la concurrence, est souvent amenée à réduire ses tarifs. *b*) Pendant les périodes de grande activité commerciale, il arrive souvent que le nombre de wagons disponibles ne suffit pas pour les demandes, et les chemins de fer ne peuvent pas promptement fournir les véhicules nécessaires pour tout le trafic qui se présente. Lorsqu'il s'agit de marchandises, telles que le bois en grume, les grains et autres articles, qui sont ordinairement chargées par les soins de l'expéditeur, celui-ci est forcé de les garder, à ses frais, jusqu'au moment où des wagons deviennent disponibles; de là, une augmentation de ses frais, sans compter les pertes qui peuvent résulter du retard apporté à l'expédition des marchandises. Par suite, lorsque les wagons sont chargés à leur limite de capacité, les chemins de fer sont en mesure de faire un service plus prompt, et l'expéditeur en bénéficie à son tour.

Mich. Cent. — A certains moments de l'année, chaque compagnie se trouve en présence d'une insuffisance de matériel, et le commerce en souffre. Cette situation pourrait être notablement améliorée si les expéditeurs s'attachaient à utiliser la capacité totale des wagons dans leurs chargements : le matériel existant serait ainsi beaucoup mieux utilisé, et le commerce en bénéficierait.

N. D. & C. — L'emploi des wagons de grande capacité a pour conséquence naturelle la réduction des tarifs par quintal.

Penna. Lines W. — A mesure que la capacité du matériel est mieux utilisée, les économies possibles deviennent plus grandes. Plus les frais de transport sont faibles, plus on peut réduire les tarifs.

Phila. & Reading. — Il convient que la capacité des wagons réponde aux besoins du commerce. Si alors elle est entièrement utilisée, il est plus facile de fournir le matériel nécessaire.

Pgh. & Western. — A certains moments, les wagons deviennent rares; plus la capacité est grande, plus elle est avantageuse pour le commerce.

So. Pacific. — La meilleure utilisation de la capacité des wagons permet aux chemins de fer de transporter les marchandises moyennant moins de frais par unité de trafic et, par suite, les met en mesure de rendre plus de services au public sous forme de réductions des tarifs, que lorsque la capacité des wagons est utilisée dans des proportions dérisoires.

Southern Ry. — Les expéditeurs peuvent expédier en plus grandes quantités, et les wagons disponibles sont plus abondants.

Union Pac. — Une plus grande économie dans l'expédition des marchandises; les compagnies peuvent se plier plus facilement aux variations commerciales, et les embarras périodiques des expéditeurs, dus à la pénurie de matériel, peuvent, par suite, être réduits au minimum.

Vandalia. — Ces wagons permettent de transporter les marchandises plus économiquement, d'accélérer le service et de réduire les risques d'insuffisance de matériel.

Question 24.

Lorsque la transformation du matériel a conduit à l'établissement de nouveaux tarifs pour lesquels les conditions de minimums de tonnage, longueur ou volume, ne sont plus parfaitement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conciliables avec les conditions d'établissement du matériel préexistant de moindre capacité, des difficultés se sont-elles produites ? Et comment ont-elles été résolues ?

Ann Arbor. — La forte proportion de wagons neufs de grand tonnage construits chaque année depuis vingt ans a fourni une solution à ce problème.

B. & M. R. — Non.

C. B. & Q. — Oui, et la difficulté a été atténuée dans certains cas en ramenant le tonnage minimum à la capacité réelle du wagon, ou en laissant charger deux wagons avec la charge nominale d'un seul.

C. St. P. & M. O. — Nous n'avons pas éprouvé de difficultés sérieuses.

G. R. & I. — Ces différences sont généralement réglées par le tarif des marchandises, contrôlé par la commission de classification.

L. & N. — Depuis quelques années, il existe une tendance marquée à augmenter les dimensions et le cube de tout le matériel des chemins de fer. Le résultat en est que les expéditeurs, surtout ceux d'objets légers et volumineux, refusent absolument de se servir de wagons d'anciens types, dont la longueur varie de 28 à 34 pieds (8.53 à 10.36 mètres). Les chemins de fer se sont efforcés d'arriver à une entente pour déclarer les poids minimums établis applicables aux wagons de 34 pieds (10.36 mètres) de longueur, avec augmentation proportionnelle du tonnage minimum de tous les wagons d'une longueur supérieure à 34 pieds (10.36 mètres). Mais cette proposition fut vivement combattue, certaines compagnies faisant remarquer qu'elles avaient l'intention d'adopter une longueur normale de 36 pieds (10.97 mètres) pour leur matériel futur. On tomba d'accord pour appliquer le tonnage minimum aux wagons de 36 pieds (10.97 mètres) ou moins et augmenter proportionnellement ce minimum pour tous les wagons de plus de 36 pieds (10.97 mètres). Le tableau ci-après indique les poids minimums pour chaque longueur de wagon, actuellement applicable dans le territoire au sud de l'Ohio et à l'est du Mississipi :

LONGUEUR DES WAGONS.	Lorsque le tonnage minimum prévu par la classe du tarif applicable à l'article expédié est de : 24,000 lb. (10.9 t.)	20,000 lb. (9.1 t.)	16,000 lb. (7.3 t.)	15,000 lb. (6.8 t.)	12,000 lb. (5.4 t.)	10,000 lb. (4.5 t.)	8,000 lb. (3.6 t.)	AUGMENTATION.
	le poids du chargement ne doit pas être inférieur à :							
	Lb. (kg.)	Lb. (kg.)	Lb. (kg.)	Lb. (kg.)	Lb. (kg.)	Lb. (kg.)	Lb. (kg.)	Pour cent.
Plus de 36 pieds (10m97) et jusqu'à 38 pieds (11m58). .	28,800 (13,062)	24,000 (10,886)	19,200 (8,708)	18,000 (8,165)	14,400 (6,531)	12,000 (5,443)	9,600 (4,354)	20
— 38 — (11m58) — 42 — (12m80). .	31,200 (14,151)	26,000 (11,793)	20,800 (9,433)	19,500 (8,845)	15,600 (7,076)	13,000 (5,897)	10,400 (4,717)	30
— 42 — (12m80) — 46 — (14m02). .	33,600 (15,240)	28,000 (12,700)	22,400 (10,160)	21,000 (9,525)	16,800 (7,620)	14,000 (6,350)	11,200 (5,080)	40
— 46 — (14m02) — 50 — (15m24). .	36,000 (16,329)	30,000 (13,608)	24,000 (10,886)	22,500 (10,205)	18,000 (8,165)	15,000 (6,804)	12,000 (5,443)	50
— 50 — (15m24) — 54 — (16m46). .	38,400 (17,417)	32,000 (14,515)	25,600 (11,611)	24,000 (10,886)	19,200 (8,709)	16,000 (7,257)	12,800 (5,806)	60
— 54 — (16m46) — 58 — (17m68). .	40,800 (18,505)	34,000 (15,422)	27,200 (12,337)	25,500 (11,565)	20,400 (9,253)	17,000 (7,711)	13,600 (6,169)	70
— 58 — (17m68)	43,200 (19,595)	36,000 (16,329)	28,800 (13,062)	27,000 (12,247)	21,600 (9,798)	18,000 (8,165)	14,400 (6,532)	80

Mich. Cent. — Oui, des difficultés presque insurmontables. Un allègement provisoire a été offert au commerce, mais au détriment des recettes des compagnies de chemins de fer, par le transport du contenu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de deux petits wagons au prix fixé pour un seul wagon de plus grande capacité, sous certaines réserves quant aux minimums, etc. Voici, à ce sujet, le texte de l'article 5-E du tarif officiel :

« A moins de spécification contraire indiquée dans la classification, lorsque des articles (autres que les marchandises en vrac) pour lesquels il existe un tarif de chargement complet sont présentés par un seul expéditeur, dans la même gare, pour être expédiés à un seul destinataire et sur un seul point de destination, en quantité égale ou supérieure au tonnage minimum prescrit pour ces articles dans la classification, et que le chemin de fer ne peut pas fournir de wagon pouvant recevoir le tonnage minimum stipulé, l'envoi pourra être chargé sur deux wagons et taxé sur la base du tarif pour le tonnage minimum; si le poids réel est plus grand que le tonnage minimum, on taxera le poids réel. »

Cette prescription est limitée, sur le Michigan Central, aux wagons de 33 pieds (10.06 mètres), ou moins, de longueur.

N. D. & C. — Le relèvement du minimum crée une pénurie temporaire de wagons pour le trafic général. Il faut que les chemins de fer maintiennent le matériel au minimum prescrit ou saisissent les occasions de trouver le matériel nécessaire lorsque le courant se dirige vers un réseau étranger. Le trafic local peut être provisoirement assuré par des dérogations aux nouveaux minimums.

Penna. Lines W. — Nous avons éprouvé des difficultés qui n'ont pas reçu de solution satisfaisante pour les intéressés. Dans certains cas, deux petits wagons ont été fournis pour un minimum déterminé au prix d'un seul : c'est une perte pour les compagnies de chemins de fer. Le haut personnel des États-Unis s'occupe attentivement, depuis quelque temps, de ce problème.

Phila. & Reading. — Le tarif prévoit des poids minimums, sauf pour les marchandises volumineuses. Ces dernières expéditions ont occasionné, dans certains cas, un surcroît de dépense et de retard pour le trafic par grands wagons.

Pgh. & Western. — Non.

So. Pacific. — Oui. Nous acceptons comme minimum pour ces wagons leur capacité de transport totale en tonnage.

Southern Ry. — Nous n'avons éprouvé aucune difficulté.

Union Pac. — Les tonnages minimums ont été relevés. Pour parer aux difficultés, il suffit souvent de donner une certaine élasticité à la prescription du tarif concernant le « tonnage minimum ». Les demandes de wagons de capacité exceptionnelle sont limitées aux objets légers ou volumineux et sont suffisantes pour nécessiter le retrait d'autres wagons pouvant être employés avantageusement à d'autres transports.

Vandalia. — Il s'est élevé des difficultés qui n'ont pas encore, dans tous les cas, été résolues d'une façon satisfaisante pour tous les intéressés. Les wagons de plus grande capacité ont donné lieu à de nombreuses modifications du tarif, et il en est résulté des confusions lorsque les très grands wagons n'étaient pas disponibles. Les règles formulées causent souvent de la gêne aux expéditeurs pour le transport économique des marchandises volumineuses et conduisent à de graves abus de la part du commerce.

Wis. Cent. — Non. Le petit matériel peut toujours être utilisé pour les marchandises pondéreuses, et les tarifs stipulent certains minimums suivant les dimensions du wagon employé.

Question 25.

a) Quels sont les maximums de tonnage et les tarifs appliqués par les masses indivisibles? b) Quels sont les dimensions maximums et les tarifs appliqués pour les chargements de longueur exceptionnelle? c) L'accroissement du tonnage ou de la longueur des véhicules a-t-il pour consé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quence des modifications dans la tarification des masses indivisibles ou des chargements de longueur exceptionnelle?

B. & M. R. — *a*) Il n'y en a pas. *b*) Lorsqu'il se présente des chargements de longueur exceptionnelle nécessitant plus d'un wagon, on les taxe d'après le nombre de wagons nécessaires et le poids minimum stipulé par wagon.

C. of Ga. — *b*) Il n'y a pas de prescriptions à cet égard, sauf en ce qui concerne la hauteur et la largeur, qui dépendent du gabarit des travaux d'art (tunnels et ponts).

C. St. P. M. & O. — La nature de notre trafic ne nécessite pas d'exceptions aux tarifs normaux. L'augmentation de longueur du matériel a entraîné une modification des tarifs, en raison de ce qu'un seul wagon porte des longueurs de chargement qui, autrefois, nécessitaient deux wagons.

G. R. & I. — *a*) 10 p. c. en plus du tonnage inscrit. *b*) Les dimensions maximums sont limitées par les conditions des différentes lignes. *c*) Les tarifs n'ont pas été modifiés, car on applique les tonnages tels qu'ils sont établis par la classification.

L. & N. — Les taxes normales publiées dans notre tarif s'appliquent aux articles pesant 2,000 livres (907 kilogrammes) ou moins. Pour les objets dont le poids dépasse 2,000 livres, les chemins de fer appliquent une surtaxe qu'ils établissent à leur gré. La règle en usage sur les réseaux du Sud est la suivante :

« Des conventions spéciales, pourvu qu'elles ne soient pas contraires aux tarifs établis, devront être conclues avant l'expédition des grosses machines et pièces de fonte, machines à vapeur, chaudières, instruments agricoles et autres objets volumineux, et de tous autres articles pesant plus de 2,000 livres (907 kilogrammes); le transport de ces articles pourra donner lieu à des surtaxes établies sur les bases suivantes :

Objets pesant plus de	2,000 lb.	(907 kilogrammes)	et jusqu'à	3,000 lb.	. . . .	$3.00 (15 francs).
—	—	3,000 —	(1,361	—)	—	4,000 —	. . . .	5.00 (25 —).
—	—	4,000 —	(1,814	—)	—	5,000 —	. . . .	7.00 (35 —).
—	—	5,000 —	(2,268	—)	—	6,000 —	. . . .	8.00 (40 —).
—	—	6,000 —	(2,722	—)	—	7,000 —	. . . .	10.00 (50 —).
—	—	7,000 —	(3,175	—) : tarif spécial.				

c) Il n'a pas été établi de tarif spécial pour les objets de longueur exceptionnelle, sauf les cas prévus par les prescriptions citées en réponse à la question 24.

Mich. Cent. — *a*) Ils varient suivant la classe du trafic et les conditions physiques du parcours. *b*) Divers; nous citerons comme exemple l'article 7-A de la classification officielle : « Sauf les exceptions prévues dans le tarif, lorsqu'il faut deux ou plusieurs wagons pour transporter les articles de longueur exceptionnelle (y compris les locomotives et les tenders), on taxera ces objets à raison de 35 p. c. du tonnage minimum prescrit pour chaque wagon supplémentaire (ou le poids réel, si le poids total effectif dépasse les poids minimums spécifiés), au tarif des chargements complets. Mais lorsque l'expéditeur fournit d'autres marchandises pour le même destinataire et le même point de destination, chargées sur les mêmes wagons, et que le poids réel de l'envoi devient ainsi égal ou supérieur aux minimums prévus plus haut, les différents articles seront taxés d'après le tarif de leur classe et pour leur poids réel. Lorsque la longueur du chargement nécessite deux ou plusieurs wagons pour le transporter et que les wagons sont chargés à leur capacité entière ou à la limite de sécurité de leur capacité, on appliquera les poids minimums indiqués par l'article 5-A ; si toutefois le poids réel total dépasse le poids minimum spécifié, c'est le poids réel qui sera taxé. » *c*) Non.

N. D. & C. — *a*) Ils varient avec la capacité du wagon. *b*) Pas de limite particulière. En cas de deux wagons, tarif entier pour le premier et demi-tarif pour le second. *c*) Non.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Penna. Lines W. — *a*) 10 p. c. au-dessus de la capacité nominale du wagon. *b*) Ils dépendent du gabarit des lignes que l'article doit parcourir, des courbes et d'autres conditions locales. Lorsqu'il faut deux ou plusieurs wagons, le tarif est basé sur le poids minimum prévu par la classification pour chaque wagon, aucun wagon ne devant être chargé au delà d'une proportion spécifiée de sa capacité inscrite.

Phila. & Reading. — D'après la classification officielle, le tonnage minimum pour les expéditions sur 2 wagons est de 36,000 livres (16.3 tonnes) et pour celles sur 3 wagons, de 48,000 livres (21.8 tonnes). Il n'a pas été fait de modification particulière à la suite de l'augmentation de la capacité. On peut supposer que les taxes perçues pour les envois de pièces de ponts ou autres chargements de grande longueur ont diminué, le nombre de wagons nécessaires étant devenu moindre.

Pgh. & Western. — *a*) 10 p. c. au-dessus de la capacité marquée du matériel, sous réserve des limites imposées par les dimensions. Lorsque deux ou plusieurs wagons sont employés, les tarifs restent les mêmes, mais on prend comme taxe minimum 35 p. c. de la taxe perçue pour le premier wagon. *b*) Les dimensions maximums varient d'une ligne à l'autre. *c*) L'augmentation de capacité et de longueur des wagons a eu pour conséquence la modification du tarif en ce sens que le tonnage minimum à taxer est, pour beaucoup d'articles, relevé de 6,000 livres (2.7 tonnes) par wagon.

Southern Ry. — *a*) Tonnage maximum : 10 p. c. en plus de la capacité inscrite ; les tarifs à appliquer sont régis par les lois des différents États. *b*) Dimensions maximums, 70 à 100 pieds (21 à 30 mètres) nécessitant deux wagons et un tamponnier ; la taxe est basée sur le plein tarif applicable au tonnage minimum pour chaque wagon employé.

Union Pac. — *a*) Le tonnage maximum dépend de la capacité des wagons employés. *b*) Les tarifs ne prévoient pas de dimensions maximums ; les taxes sont calculées d'après le poids réel, avec tonnage minimum pour chaque wagon employé. Cette règle ne s'applique qu'au territoire à l'ouest de Chicago et du Mississipi. L'augmentation de capacité n'a pas permis de modifier le tarif.

Vandalia. — *a*) Tonnage maximum, généralement 10 p. c. au-dessus de la capacité inscrite, en tenant compte de l'âge et du conditionnement du wagon. *b*) Dimensions maximums limitées à la convenance du chemin de fer, suivant les wagons, les courbes, la sécurité de transport, etc. Le tarif minimum est augmenté d'une certaine proportion pour cent pour les longueurs exceptionnelles nécessitant deux ou plusieurs wagons.

Wis. Cent. — *b*) Les tarifs ne prévoient pas de dimensions maximums. Pour les objets de longueur exceptionnelle, nécessitant deux ou plusieurs wagons, on applique le minimum prescrit pour chaque wagon employé. *c*) Non.

Question 26.

Quelles sont les dispositions prises dans les tarifs pour inciter les particuliers à réduire le poids mort de leurs véhicules ?

Ann Arbor. — Aucune.

B. M. & R. — Aucune.

C. St. P. M. & O. — Aucune.

G. R. & I. — Aucune.

L. & N. — Aucune.

Mich. Cent. — Aucune.

N. D. & C. — Il n'y a pas, sur notre réseau, de wagons appartenant à des particuliers.

Penna. Lines W. — Aucune ; mais les propriétaires particuliers de matériel roulant sont invités à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

construire leurs wagons conformément aux types des Compagnies dont ils doivent parcourir les lignes, et, autant que possible, à fournir des wagons donnant un bon tonnage utile aux chemins de fer.

Phila. & Reading. — Aucune.

Pgh. & Western. — Aucune.

So. Pacific. — Possédant nous-mêmes un matériel suffisant pour presque tous les genres de transport, nous refusons les wagons de particuliers, à moins qu'ils ne soient chargés d'une marchandise spéciale que nous ne voulons pas transporter nous-mêmes. En général, nous tâchons de restreindre par tous les moyens l'emploi de ces wagons.

Southern Ry. — Aucune.

Union Pac. — Les tarifs sont muets à ce sujet. Les particuliers suivent généralement l'exemple des compagnies de chemins de fer. Dans certains cas exceptionnels, toutefois, les chemins de fer ont refusé de remorquer des wagons de particuliers.

Vandalia. — Aucune.

Wis. Cent. — Aucune.

B. — TRANSPORT DES MARCHANDISES EN GRANDE VITESSE.

Quels sont, au point de vue de l'exploitation, les motifs qui ont conduit, pour chacune des catégories de véhicules considérées, à l'augmentation de la capacité? Quels sont les avantages qu'on en a retirés?

B. & M. R. — Nous essayons d'avoir des fourgons d'une longueur et d'une capacité suffisantes pour que généralement un seul fourgon soit nécessaire dans chaque train.

C. St. P. M. & O. — De plus grands chargements et un plus fort tonnage à remorquer, proportionnellement au poids mort. Ce matériel économise des mouvements de wagons vides pour assurer les transports pondéreux, et réduit la dépense en graissage, en réparations et en appareils de traction.

N. D. & C. — Nous n'avons que des fourgons à bagages, poste et à messageries combinés.

Penna. Lines W. — De grands wagons ont été nécessaires pour le transport des décors de théâtre, des chevaux, etc. Souvent, un seul grand wagon en a remplacé deux petits : il en est résulté une réduction de la longueur des trains; dans certains cas aussi, on évite la nécessité de former des rames supplémentaires.

Penna. R. R. — La création des moyens d'action nécessaires pour le transport d'un plus grand tonnage sans augmentation proportionnelle de l'effectif; cette augmentation se serait imposée si nous n'avions pas augmenté d'une façon générale la capacité des wagons. Résultats économiques dans la manutention et le transport des marchandises.

Phila. & Reading. — La capacité a été augmentée en vue du transport des décors de théâtre et des bagages.

So. Pacific. — Ces transports influent sur la capacité en volume. Des wagons de plus grande dimension ne sont fournis que quand l'augmentation des transports par un train déterminé l'exige. Dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

certains cas, on a des fourgons spéciaux pour les bagages et les messageries, comme dans nos lourds trains directs ; dans d'autres cas, les mêmes wagons servent aux deux catégories de transports. Afin de réduire le nombre de fourgons par train au minimum, on emploie des wagons d'une capacité suffisante, plutôt que de faire usage d'un plus grand nombre de wagons d'une faible capacité de transport.

Southern Ry. — Le tonnage utile a augmenté et le poids mort a été réduit.

Vandalia. — La capacité a été augmentée en vue du transport des décors de théâtre et des bagages.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE II.

Description technique des wagons découverts pour le transport des marchandises.

Tableau A.

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Les têtes de caisse sont-elles mobiles?	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	FREINS. Le wagon est-il muni de freins à action mécanique?	Les freins sont-ils à action rapide?
Wagons-tombereaux à fond plat de 30,000 lb. (13,607 kilog.).																
Allegheny Valley.	232	4	4' 10" (1.473)	Oui.	21' 4" (6.502)	Mixte.	Mixte Bois.	32' 6" (9.906)	Mixte Bois.	30' 0" (9.144)	8' 0" (2.438)	2' 0" (0.610)	Oui.	480 (13.591)	Non.	Non.
B. & M.	279	4	4' 9 1/2" (1.461)	—	19' 9" (6.020)	—	—	30' (9.144)	—	...	...	...	...	...	—	Oui.
N. D. & C.	95	4	...	—	20' (6.096)	—	—	30' 8" (9.347)	—	28' 2" (8.585)	7' 8" (2.337)	2' 0" (0.610)	Non.	431 (12.204)	Non.	Non.
O. R. R. & Nav.	89	4	...	—	...	—	—	30' (9.144)	—	28' 6" (8.687)	8' 1" (2.464)	2' 0" (0.610)	Oui.	461 (13.053)	—	—
Penna. Lines W.	65	4	...	—	22' 4 3/4" (6.826)	—	—	31' 10 3/4" (9.722)	—	29' 8 3/4" (9.061)	8' (2.438)	2' 6" (0.762)	—	595 (16.848)	—	—
Penna. R. R.	1,491	4	...	—	22' 6" (6.858)	—	—	33' 1" (10.084)	—	30' 9 1/2" (9.384)	7' 6 1/2" (2.299)	2' 4 1/4" (0.717)	—	721 (20.415)	—	—
Phila. & Reading.	711	4	4' 6 1/2" (1.385)	—	20' 10" (6.350)	—	—	32' 7" (9.931)	—	30' 1" (9.169)	6' 10" (2.083)	1' 1" (0.330)	—	223 (6.314)	—	—
Southern Ry.	32	4	5' (1.524)	—	19' 3" (5.867)	—	—	28' 8" (8.737)	—	26' 3" (8.001)	8' 3" (2.514)	2' 6" (0.762)	—	541·5 (15.333)	—	—
Union Pac.	72	4	...	—	18' 10" (5.740)	—	—	28' (8.534)	—	26' 8" (8.128)	8' 1" (2.464)	2' 6" (0.762)	Oui.	538 (15.234)	En partie.	Oui.
Union Pac.	86	4	...	—	21' (6.401)	—	—	30' (9.144)	—	28' (8.534)	7' 11" (2.413)	2' 6" (0.762)	—	554 (15.687)	—	—
Vandalia	59	4	4' 10" (1.473)	—	18' 2 1/2" (5.550)	—	—	28' (8.534)	—	26' 2" (7.975)	8' 1" (2.464)	1' 7" (0.483)	Pour la plupart.	335 (9.486)	Non.	Non.
Wagons-tombereaux à fond plat de 40,000 lb. (18,144 kilog.).																
Allegheny Valley	442	...	...	...	21' 4" (6.502)	...	...	32' 6" (9.906)	...	30' (9.144)	8' (2.438)	2' (0.610)	...	480 (13.591)	Non.	Non.
Allegheny Valley	1,150	4	4' 10" (1.473)	Oui.	24' (7.315)	Mixte.	Bois.	35' 7" (10.846)	Bois.	33' (10.058)	7' 5" (2.261)	2' 6" (0.762)	Oui.	612 (17.389)	Oui.	Oui.
A. T. & S. F.	2,250	4	...	—	...	—	—	30' (9.144)	—	28' (8.534)	8' 1" (2.644)	2' 9" (0.838)	—	...	—	62 p. c.
C. of Ga.	43	4	5' (1.524)	—	22' (6.705)	—	Mixte Bois.	32' (9.753)	Mixte Bois.	32' (9.753)	8' 8" (2.641)	2' 2" (0.660)	Non.	620 (17.556)	Non.	Non.
Ches. & Ohio.	250	4	5' (1.524)	Non.	...	—	—	33' (10.058)	—	31' 6" (9.601)	7' 8" (2.337)	2' 6" (0.762)	—	594 (16.819)	—	—
C. B. & Q.	694	4	4' 6" (1.372)	Oui.	24' 8 1/2" (7.531)	—	—	34' (10.363)	—	32' 8 3/4" (9.976)	7' 10 1/2" (2.401)	2' 6" (0.762)	—	644 (18.235)	En partie.	En partie.
C. G. W.	210	4	...	—	21' 6" (6.553)	—	—	33' (10.058)	—	31' 9" (9.677)	7' 9" (2.362)	3' (0.914)	—	738 (20.897)	Non.	Non.
Mich. Cent.	600	4	5' (1.524)	—	24' (7.315)	—	—	34' (10.363)	—	32' 1 1/2" (9.792)	8' 1 1/2" (2.477)	2' 6" (0.762)	...	650 (18.405)	13 p. c.	13 p. c.
M. K. & T.	646	4	4' 10" (1.473)	—	25' 4" (7.721)	—	—	34' 8" (10.566)	—	31' (9.449)	8' 4" (2.540)	3' (0.914)	Oui.	775 (21.944)	—	...
N. D. & C.	18	4	...	—	20' (6.096)	—	—	30' 8" (9.347)	—	28' 2" (8.585)	7' 8" (2.337)	3' (0.914)	Non.	647 (18.320)	Non.	Non.

NOM DE LA COMPAGNIE.	Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogr. par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 livres) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	DIVERS. Surface de plancher, en pieds carrés, par tonne américaine de capacité inscrite (mètres carrés par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	Deux ou plusieurs wagons peuvent-ils être conjugués pour les chargements de grande longueur?	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Wagons-tombereaux à fond plat de 30,000 lb. (13,607 kilog.).																
Allegheny Valley.	19,700 (8,936)	30,000 (13.608)	41 1/24 (657.4)	1,313 (656.5)	34' 3" (10.439)	·852" (764)	2 17/60 (766)	17·00 (1.74)	325·00 (1,625)	67 17/24 (119.55)	21·66 (119.38)	Oui.	Un seul.	Oui.	1876	Houille, bois en grume, etc. Une partie avec trappes.
B. & M.	20,000 (9,072)	30,000 (13.608)	45 7 (732.1)	1,333 (666.5)	32' 4" (9.855)	·876" (786)	2·15" (722)	14 79 (1.51)	300·00 (1,500)	...	20·00 (110.23)	...	—	...	...	
N. D. & C.	17,000 (7,711)	30,000 (13.608)	39 (624.8)	1,133 (566.5)	33' 1" (10.084)	·921" (826)	2' 2·4" (739)	14·3 (1.46)	260·00 (1,300)	·60 (105.95)	17·33 (95.52)	Non.	—	Oui.	1888	
O. R. R. & Nav.	18,500 (8,391)	30,000 (13.608)	40 1/8 (642.8)	1,233 (616.5)	32' 7" (9.931)	·852" (764)	2' 2" (728)	15·33 (1.57)	...	...	...	Oui.	—	La plupart.	1882	
Penna. Lines W.	19,800 (8,981)	30,000 (13.608)	33·27 (533.0)	1,320 (660.0)	33' 1 3/4" (10.090)	·668" (599)	2' 2·3" (736)	15·8 (1.62)	400·00 (2,000)	·672 (118.66)	26·60 (146.61)	—	—	Non.	1880	
Penna. R. R.	18,500 (8,391)	30,000 (13.608)	25·7 (411.7)	1,233 (616.5)	34' 3" (10.439)	·57" (511)	2' 3 1/4" (763)	15·5 (1.59)	400·00 (2,000)	·555 (98)	26.67 (146.99)	—	—	En partie.	1869	853 wagons ont des trappes.
Phila. & Reading.	19,500 (8,845)	30,000 (13.608)	87·56 (1402.7)	1,300 (650.0)	33' 8" (10.261)	1·812" (1.625)	2' 1·7" (720)	13·7 (1.40)	300·00 (1,500)	1·347 (237.86)	20·00 (110.23)	—	—	67 p. c. Oui.	1871	
Southern Ry.	16,760 (7,602)	30,000 (13.608)	30·95 (495.8)	1,117 (558.5)	31' 10" (9.703)	·705" (632)	2' 1 1/2" (714)	...	315·00 (1,575)	·58 (102.42)	21·00 (115.74)	...	—	En partie.	1879	
Union Pac.	18,830 (8,541)	30,000 (13.608)	35 (560.1)	1,255 (627.5)	31' 3" (9.525)	·696" (624)	2·08 (696)	14·3 (1.46)	...	...	...	Non.	—	—	Inconnu.	
Union Pac.	18,830 (8,541)	30,000 (13.608)	34 (544.7)	1,255 (627.5)	33' 3" (10.134)	·72" (646)	2·21 (742)	14·7 (1.51)	419·46 (2,097.30)	·757 (133.67)	27·96 (154.10)	—	—	—	1879	
Vandalia	16,750 (7,598)	30,000 (13.608)	50 (801.0)	1,117 (558.5)	29' 2" (8.890)	1·00" (897)	1' 87" (628)	14·1 (1.44)	325 00 (1,625)	·97 (171.29)	21·66 (119.38)	Au-dessus des côtés seulement.	—	20 p. c. Oui.	1876	
Wagons-tombereaux à fond plat de 40,000 lb. (18,144 kilog.).																
Allegheny Valley	21,50 (9,752)	...	44·75 (716.9)	1,075 (537.5)	34' 3" (10.439)	·85" (762)	1' 8·5" (574)	12· (1.23)	...	·833 (147.09)	...	...	...	...	1880	
Allegheny Valley	22,500 (10,206)	...	36·8 (587.6)	1,125 (562.5)	37' 4" (11.379)	·73" (655)	1' 10·4" (627)	12·25 (1.25)	400·00 (2.000)	·654 (115.49)	20·00 (110.23)	Oui.	Un seul.	Oui.	1887	
A. T. & S. F.	20,000 (9,072)	...	...	...	...	...	...	...	460·00 (2,300)	...	...	—	—	60 p. c.	...	
C. of Ga.	21,500 (9,752)	...	34·6 (554.3)	1,075 (537.5)	34' 6" (10.515)	·684" (614)	1' 8·6" (577)	13·85 (1.42)	315·00 (1,575)	·50 (88.29)	15·75 (86.81)	Non.	—	Non.	1876	
Ches. & Ohio.	21,000 (9,525)	...	35·4 (567.1)	1,050 (525.0)	34' 7" (10.541)	·684" (614)	1' 9" (588)	12· (1.23)	...	...	...	—	—	—	...	
C. B. & Q.	20,900 (9,480)	...	32·44 (519.7)	1,045 (522.5)	36' 6 1/2" (11.138)	·68" (610)	1' 9·9" (613)	12·89 (1.32)	...	...	...	—	—	Oui.	...	
C. G. W.	20,700 (9,389)	...	28 (448.5)	1,035 (537.5)	35' 6" (10.820)	·57" (517)	1' 9·4" (599)	12·30 (1.26)	320·00 (1.600)	·42 (74.16)	15·50 (85.43)	Oui.	—	—	1885	
Mich. Cent.	19,500 (8,845)	...	30 (480.6)	975 (487.5)	37' 4 1/8" (11.382)	·689" (618)	1' 10 3/8" (627)	13· (1.33)	360·00 (1,800)	·554 (97.83)	18·00 (99.21)	—	—	—	1883	25 de ces wagons sont à caisse basculante.
M. K. & T.	23,000 (10,433)	...	...	...	37' 8" (11.481)	·583" (523)	1' 10·6" (633)	12·9 (1.32)	...	...	...	—	—	—	...	
N. D. & C.	20,000 (9,072)	...	31 (496.6)	1,000 (500.0)	33' 1" (10.084)	·613" (550)	1' 7·85" (556)	10·8 (1.11)	575·00 (2,875)	·88 (155.39)	28·75 (158.46)	Non.	—	—	1880	

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies ?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	Dimensions intérieures. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Les têtes de caisse sont-elles mobiles ?	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable [illegible]
Wagons-tombereaux à fond plat de 40,000 lb. (18,144 kilog.). (Suite.)															
O. R. R. & Nav.	41	4	...	Oui.	...	Mixte.	Bois.	32' (9.753)	Bois.	30' 7" (9.322)	7' 7 1/2" (2.323)	2' 2 1/2" (0.672)	Oui.	603 (17.074)	[illegible]
Penna. Lines W.	2,012	4	...	—	22' 4 3/4" (6.826)	—	—	31' 10 3/4" (9.722)	—	29' 8 3/4" (9.061)	8' (2.438)	2' 6" (0.762)	81 p. c.	595 (16.848)	[illegible]
Penna. R. R.	6,531	4	...	...	24' (7.315)	—	—	35' 7" (10.846)	—	33' (10.058)	7' 5" (2.261)	2' 6" (0.762)	Non.	795·4 (22.522)	[illegible]
Phila. & Reading.	2,233	4	4' 6 1/2" (1.385)	Oui.	14' (4.267)	—	—	22' (6.705)	—	21' 4" (6.502)	6' 11" (2.108)	2' 2" + 5' − 1" (0.660 +1.524 −0.025)	Non.	365 (10.335)	[illegible]
	1,234	4	4' 6 1/2" (1.385)	...	20' 10" (6.350)	—	—	36' 7" (11.150)	—	34' 1" (10.388)	6' 10" (2.083)	1' 1" (0.330)	Oui.	252 (7.135)	[illegible]
Pgh. & Western.	507	...	...	...	22' (6.705)	...	...	32' (9.753)	...	31' (9.449)	8' (2.438)	...	Oui.	620 (17.556)	[illegible]
	980	4	4' 10" (1.473)	Oui.	25' 2" (7.671)	Bois.	Mixte.	35' 6" (10.820)	Bois.	33' (10.058)	7' 9" (2.362)	2' 6" (0.762)	Non.	639 (18.093)	[illegible]
Southern Ry.	505	4	5' 7" (1.702)	—	25' 1" (7.645)	Mixte.	Bois.	32' 9" (9.982)	—	30' 9" (9.372)	8' 2" (2.489)	2' 10" (0.864)	...	711 (20.132)	[illegible]
	404	...	5' (1.524)	...	22' 11" (6.985)	—	—	32' 4" (9.855)	—	30' 9" (9.372)	8' 3" (2.514)	2' 6" (0.762)	...	634 (17.952)	[illegible]
	227	...	5' 7" (1.702)	...	25' 1" (7.645)	—	—	34' 6" (10.515)	—	33' (10.058)	8' 3" (2.514)	1' 6" (0.457)	...	408 (11.553)	[illegible]
Union Pac.	119	...	...	...	24' (7.315)	—	...	30' (9.144)	...	28' 6" (8.687)	8' 2" (2.489)	3' (0.914)	...	698 (19.764)	[illegible]
	282	4	...	Oui.	24' 8" (7.518)	—	Bois.	34' (10.363)	Bois.	32' (9.753)	7' 11" (2.413)	3' 6" (1.067)	Oui.	886 (22.822)	[illegible]
Vandalia	80	4	5' 2" (1.575)	—	24' (7.315)	—	—	34' (10.363)	—	31' (9.449)	8' 1" (2.464)	2' 6" (0.762)	Pour la plupart.	620 (17.556)	[illegible]
	1,230	...	4' 10" (1.473)	...	20' 6" (6.248)	—	—	30' (9.144)	—	28' (8.534)	7' 6" (2.286)	2' 6" (0.762)	—	525 (14.866)	[illegible]
Wis. Cent.	96	...	5' 6" (1.676)	...	...	—	Mixte.	...	...	32' (9.753)	7' 10" (2.388)	3' 3" (0.991)	...	810 (22.935)	[illegible]
	131	4	5' (1.524)	Oui.	24' (7.315)	—	—	34' (10.363)	Bois.	31' (9.449)	8' (2.438)	2' 4" (0.711)	Oui.	579 (16.394)	[illegible]
Wagons-tombereaux à fond plat de 50,000 lb. (22,680 kilog.).															
Ches. & Ohio	874	4	5' (1.524)	Non.	25' 4" (7.721)	Mixte.	Bois.	34' (10.363)	Bois.	32' 6" (9.906)	7' 7" (2.311)	3' 6" (1.067)	Non.	863 (24.436)	[illegible]
M. K. & T.	483	...	...	...	...	—	—	...	—	...	...	...	...	...	[illegible]
	482	4	4' 10" (1.473)	Oui.	25' (7.620)	—	—	34' 8" (10.566)	—	31' (9.449)	8' 4" (2.540)	3' (0.914)	Oui.	775 (21.944)	[illegible]
N. D. & C.	40	4	...	—	20' (6.096)	—	—	30' 8" (9.344)	—	28' 10" (8.788)	7' 8" (2.337)	3' 6" (1.067)	Non.	773 (21.887)	[illegible]
O. R. R. & Nav.	1	4	...	—	...	—	—	34' (10.363)	—	32' (9.753)	8' 1" (2.464)	2' (0.610)	Oui.	518 (14.667)	[illegible]
Penna. Lines W.	3,154	4	...	—	22' 4 3/4" (6.826)	—		31' 10 3/4" (9.722)	—	29' 8 3/4" (9.061)	8' 4" (2.540)	2' 6" (0.762)	93 p. c.	619 (17.527)	[illegible]
Penna. R. R.	339	4	...	—	24' (7.315)	—	—	35' 7" (10.846)	—	33' (10.058)	7' 5" (2.261)	2' 6" (0.762)	Oui.	795·4 (22.522)	[illegible]
Phila. & Reading.	495	4	5' (1.524)	—	23' 6" (7.163)	—	—	36' 8" (11.176)	—	34' 1/4" (10.369)	7' 1" (2.159)	1' 1" (0.330)	—	261 (7.390)	[illegible]
	2,429	4	4' 10" (1.473)	—	24' (7.315)	—	—	34' 6" (10.515)	—	32' 1" (9.779)	7' 7 1/2" (2.323)	2' 6" (0.762)	14/10 p. c. Oui.	612 (17.329)	[illegible]
Pgh. & Western.	1,100	...	...	...	25' 2" (7.671)	—	Mixte.	...	—	32' 7" (9.931)	...	...	Un bout	651 (18.433)	[illegible]
	289	4	4' 10" (1.473)	Oui.	25' 2" (7.671)	—	—	35' 6" (10.820)	—	33' (10.058)	8' (2.438)	2' 6" (0.762)	Non.	660 (18.688)	[illegible]

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif	FREINS. Les freins sont-ils à action rapide ?	Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	DIVERS. Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogr. par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 livres) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Surface de plancher, en pieds carrés, par tonne américaine de capacité inscrite (mètres carrés par tonne métrique).	Prix moyen du wagon en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	Deux ou plusieurs wagons peuvent-ils être conjugués pour les chargements de grande longueur ?	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	Observations.
Wagons-tombereaux à fond plat de 40,000 lb. (18,144 kilog.). (Suite.)																		
O. R. R. & Nav.	41	Non.	19,500 (8,845)	...	32·3 (517.4)	975 (487.5)	34' 7" (10.541)	·688" (617)	1' 8·7" (580)	13·5 (1.38)	...	...	...	Oui.	Un seul.	La plupart.	1883	
Penna. Lines W.	2,012	23 p. c.	19,800 (8,981)	...	33·3 (533.4)	990 (495.0)	33' 7 3/4" (10.255)	·678" (608)	1' 8·2" (566)	11·9 (1.22)	400 (2,000)	·672 (118.66)	26·67 (146.99)	81 p. c.	—	Oui.	1880	
Penna. R. R.	6,531	En partie.	24,800 (11,249)	...	31·2 (499.8)	1,240 (620.0)	37' 10 1/2" (11.544)	·58" (520)	1' 10·7" (636)	12·2 (1.25)	420 (2,100)	·528 (93.24)	21·00 (115.74)	Oui.	—	En partie.	—	
Phila. & Reading.	2,233	Non.	18,368 (8,331)	...	32·5 (520.6)	918 (459.0)	24' (7.315)	·504" (452)	1' 2·4" (403)	7·7 (0.79)	325 (1,625)	·575 (101.54)	16·25 (89.56)	...	—	Non.	—	Fond à trappes. Houille et coke
	1,234	4 p. c. oui.	19,800 (8,981)	...	78·5 (1257.5)	990 (495.0)	37' 8" (11.481)	1·788" (1,604)	1' 10·6" (633)	11·6 (1.19)	350 (1,750)	1·387	17·50 (96.45)	Oui.	—	67 p. c. oui.	1872	
Pgh. & Western.	507	...	19,500 (8,845)	...	...	975 (487.5)	34' 6" (10.515)	·660" (592)	1' 8·5" (574)	12·40 (1.27)	...	·72 (127.14)	...	...	...	...	1888-91	
	980	Non.	20,000 (9,072)	...	31 (496.6)	1,000 (500.0)	38' (11.582)	·708" (635)	1' 10·8" (638)	12·50 (1.28)	450 (2,250)	·70 (123.61)	22·50 (124.01)	Oui.	Un seul.	Non.	1883-86	
Southern Ry.	505	En partie.	24,650 (11,204)	...	24·7 (395.7)	1,232·5 (616.25)	35' 7" (10.846)	·60" (538)	1' 9·4" (599)	...	428 (2,140)	·623 (110.01)	21·40 (117.95)	...	—	En partie.	1881	
	404	—	23,400 (10,614)	...	36·9 (591.1)	1,170 (585.0)	35' (10.668)	·66" (592)	1' 9" (588)	...	325 (1,625)	·512 (90.41)	25·60 (141.10)	...	—	—	1884	Trappes.
	227	—	23,650 (10,727)	...	57·9 (927.5)	1,183 (591.5)	35' 4" (10.769)	1·04" (933)	1' 9·2" (594)	...	425 (2,125)	1·04 (183.65)	21·25 (117.12)	...	—	—	1873	
Union Pac.	119	...	...	...	32·1 (514.2)	...	33' 3" (10.134)	·576" (517)	1' 7·9" (557)	11·6 (1.19)	617·35 (3,086.75)	·884 (156.10)	30·87 (170.14)	...	—	...	1882	
	282	En partie.	22,420 (10,170)	...	25·3 (405.3)	1,121 (560.5)	37' 3" (11.354)	·494" (443)	1' 10·3" (624)	12·6 (1.29)	457 (2,285)	·515 (90.94)	22·85 (125.94)	Oui.	—	Oui.	1884-87	
Vandalia	80	Non.	19,200 (8,709)	...	31 (496.6)	960 (480.0)	35' 6" (10.820)	·69" (619)	1' 9·3" (596)	12·4 (1.27)	342 (1,710)	·551 (97.30)	17·10 (94.25)	Au-dessus des côtés seulement.	—	20 p. c. oui.	1887	
	1,230	—	18,200 (8,255)	...	34·7 (555.9)	910 (455.0)	31' 3" (9.525)	·71" (637)	1' 6·8" (526)	10·5 (1.08)	325 (1,625)	·619 (109.30)	16·25 (89.56)	Au-dessus des côtés seulement.	—	20 p. c. oui.	1880	
Wis. Cent.	96	...	26,000 (11,793)	...	32 (512.6)	1,300 (650.0)	...	·504" (452)	...	...	550 (2,750)	·68 (120.08)	27·50 (151.57)	...	...	...	1889	
	131	Non.	21,500 (9,752)	...	37·1 (594.3)	1,075 (537.5)	36' 4" (11.074)	·696" (624)	1' 8·4" (571)	12·5 (1.28)	397 (1,985)	·69 (121.84)	19·85 (109.40)	Oui.	Un seul.	En partie.	1887	Trappes.
Wagons-tombereaux à fond plat de 50,000 lb. (22,680 kilog.).																		
Ches. & Ohio	874	Non.	22,000 (9,979)	...	25·5 (408.5)	880 (440.0)	35' 7" (10.846)	·49" (440)	1' 5" (476)	10 (1.02)	...	...	...	Non.	Un seul.	Oui.	...	
M. K. & T.	483	...	23,500 (10,659)	...	...	...	...	...	...	...	379 (1,895)	...	...	...	...	...	...	
	482	Oui.	24,500 (11,113)	...	...	...	37' 8" (11.481)	·583" (523)	1' 6" (504)	10·32 (1.06)	540 (2,700)	...	...	Oui.	Un seul.	Oui.	...	
N. D. & C.	40	—	22,000 (9,979)	...	27 (432.5)	880 (440.0)	33' 1" (10.084)	·513" (460)	1' 3·9" (445)	8·8 (0.90)	490 (2,450)	·63 (111.25)	19·60 (108.03)	Non.	—	—	1888	
O. R. R. & Nav.	1	—	24,000 (10,886)	...	46·3 (741.7)	960 (490.0)	36' 7" (11.150)	·848" (761)	1' 5·6" (493)	10·33 (1.06)	...	...	...	Oui.	—	En partie.	1890	
Penna. Lines W.	3,154	Non.	20,700 (9,389)	...	33·44 (535.7)	828 (414.0)	33' 7 3/4" (10.225)	·652" (585)	1' 4·1" (451)	9·88 (1.01)	410 (2,050)	·662 (116.90)	16·40 (90.39)	93 p. c.	—	Oui.	1882	
Penna. R. R.	339	En partie.	24,800 (11,249)	...	31·2 (499.8)	992 (496.0)	37' 10 1/2" (11.544)	·58" (520)	1' 6·2" (510)	9·8 (1.00)	445 (2,225)	·559 (98.71)	17·80 (98.11)	Oui.	—	45 p. c.	1880	
Phila. & Reading.	495	Non.	22,200 (10,070)	...	85·03 (1362.1)	880 (440.0)	38' 5 1/2" (11.722)	1·764" (1,582)	1' 6·4" (515)	9·64 (0.99)	400 (2,000)	1·532 (270.53)	16·00 (88.18)	—	—	Oui.	1892	Trappes. Houille et coke.
	2,429	—	22,200 (10,070)	...	36·29 (581.3)	888 (440.0)	36' 2" (11.023)	·708" (635)	1' 5·3" (484)	7·78 (0.80)	400 (2,000)	·654 (115.49)	16·00 (88.18)	...	—	—	1890-95	
Pgh. & Western.	1,100	...	...	...	33 (529)	...	...	·696" (624)	...	10·44 (1.07)	...	·77 (135.97)	...	Oui.	...	...	1888	
	289	Non.	21,500 (9,752)	...	32·5 (520.1)	860 (430.0)	38' (11.582)	·684" (614)	1' 6·2" (510)	10·56 (1.08)	500 (2,500)	·7 (123.61)	20·00 (116.23)	Non.	Un seul.	Non.	—	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	Essieux et bogies : Nombre d'essieux.	Essieux et bogies : Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Essieux et bogies : Avec ou sans bogies ?	Essieux et bogies : Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Essieux et bogies : Matériaux de construction des bogies.	Châssis : Matériaux de construction du châssis.	Châssis : Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	Caisse : Matériaux de construction de la caisse.	Caisse, dimensions intérieures : Longueur en pieds et pouces (mètres).	Caisse, dimensions intérieures : Largeur en pieds et pouces (mètres).	Caisse, dimensions intérieures : Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Caisse, dimensions intérieures : Les têtes de caisse sont-elles mobiles ?	Caisse : Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).
Wagons-tombereaux à fond plat de 50,000 lb. (22,680 kilog.). (*Suite.*)														
Southern Ry.	146	4	5' (1.524)	Oui.	24' 1" (7.340)	Mixte.	Bois.	34' (10.363)	Bois.	31' 4" (9.550)	8' 7" (2.616)	3' (0.914)	...	805 (22.794)
	733	4	5' (1.524)	—	24' 1" (7.340)	—	—	34' (10.363)	—	31' 4" (9.550)	8' 7" (2.616)	3' 9" (1.143)	...	1,008 (28.542)
	737	4	5' & 5' 7" (1.524 & 1.702)	—	24' 6" & 25' 1" (7.467 & 7.645)	—	—	34' 3" (10.439)	—	32' (9.753)	8' 5" (2.565)	3' 6" (1.067)	...	942 (26.673)
Union Pac.	798	4	...	—	24' 8" (7.518)	—	—	34' (10.363)	—	32' (9.753)	7' 11" (2.413)	3' 6" (1.067)	Oui.	886 (25.087)
Vandalia	409	4	5' 2" (1.575)	—	24' 3" (7.391)	—	—	34' (10.363)	—	32' (9.753)	8' (2.438)	2' 6" (0.762)	Pour la plupart.	640 (18.122)
Wis. Cent.	15	4	5' (1.524)	—	24' 6" (7.467)	—	—	34' 6" (10.515)	—	32' 6" (9.906)	8' (2.438)	2' 10" (0.864)	Oui.	735 (20.812)
Wagons-tombereaux à fond plat de 60,000 lb. (27,216 kilog.).														
Allegheny Valley	611	4	5' (1.524)	Oui.	24' (7.315)	Mixte.	Mixte.	35' 7" (10.846)	Mixte.	33' (10.058)	8' 4" (2.540)	3' 4" (1.016)	Oui.	917 (25.965)
A. T. & S. F.	115	4	...	—	...	Métal.	Bois.	34' (10.363)	Bois.	31' 8" (9.652)	8' 3" (2.514)	4' (1.219)	—	...
B. & M.	466	4	4' 9 1/2" (1.461)	—	25' 7" (7.798)	—	—	30' (9.144)	—	...	...	3' 10" (1.168)	Non.	820 (23.219)
C. of Ga.	454	...	5' 1" (1.549)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	290	4	5' 6" (1.676)	Oui.	24' (7.315)	Mixte.	Mixte.	34' (10.363)	Mixte.	32' (9.753)	8' 1/2" (2.451)	3' 6" (1.067)	Oui.	900 (25.484)
Ches. & Ohio	576	4	5' (1.524)	Non.	24' 6" (7.467)	—	Bois.	36' (10.973)	Bois.	34' (10.363)	8' 4" (2.540)	3' 8" (1.118)	Non.	1,039 (29.420)
C. B. & Q.	2	...	...	...	...	...	...	...	Métal.	...	...	...	...	...
	523	4	5' (1.524)	Oui.	24' 9" (7.544)	Métal.	Mixte.	34' 9" (10.592)	Bois.	33' (10.058)	8' 1/2" (2.451)	3' 10" (1.168)	Non.	1,017 (28.797)
C. R. I. & P.	198	4	5' (1.524)	—	25' 10" (7.874)	—	Bois.	36' (10.973)	—	33' 4 1/2" (10.173)	8' 8 1/2" (2.654)	3' 6" (1.067)	—	1,000 (28.315)
C. St. P. M. & O.	900	4	5' (1.524)	—	23' (7.010)	Mixte.	—	Sans traverses de tête.	—	32' 1" (9.779)	7' 10 1/2" (2.401)	3' (0.914)	Oui.	758 (21.463)
G. R. & I.	55	...	...	—	...	...	...		...	33' (10.058)	8' 4" (2.540)	3' 8" (1.118)	...	1,020 (28.88[illegible])
	100	4	5' (1.524)	—	24' (7.315)	—	Bois.	35' 7" (10.846)	Bois.	33' 1 1/2" (10.097)	8' (2.438)	2' 9" (0.838)	Non.	687 (19.453)
Lehigh V.	219	4	...	—	23' 1" (7.036)	Métal.	—	35' 1" (10.693)	—	32' 3" (9.830)	8' (2.438)	1' 1/2" (0.318)	Oui.	268 (7.588)
L. & N.	450	4	5' 3" (1.600)	—	25' 9" (7.848)	Mixte.	—	36' 3" (11.049)	—	35' (10.668)	8' 1 1/2" (2.451)	3' 4" (1.016)	Non.	948 (26.843)
M. K. & T.	491	...	...	...	20' 4" (6.197)	Métal.	...	30' (9.144)	...	29' 7" (9.017)	8' 4 1/2" (2.553)	4' (1.219)	—	991 (28.061)
	99	4	4' 10" (1.473)	Oui.	25' (7.620)	Mixte.	Bois.	34' 8" (10.566)	Bois.	33' (10.058)	8' 4" (2.540)	3' 4" (1.016)	Oui.	915 (25.908)
O. R. R. & Nav.	4	4	...	—	25' 4" (7.721)	—	—	34' 8" (10.566)	—	34' 3" (10.439)	8' 5" (2.565)	3' 7" (1.092)	—	1,050 (29.731)
Penna. Lines W.	10,887	4	...	—	24' (7.315)	—	—	35' 7" (10.846)	—	33' (10.058)	8' 4" (2.540)	3' 8" (1.118)	19 p. c.	1,021 (28.910)
	4,409	4	...	—	24' (7.315)	—	—	35' 7" (10.846)	—	33' (10.058)	7' 5" (2.261)	2' 6" (0.762)	Oui.	795·4 (22.5[illegible])
Penna. R. R.	4,757	4	...	—	24' (7.315)	—	—	35' 7" (10.846)	—	33' (10.058)	8' 4" (2.540)	2' 6" (0.762)	—	906·4 (25.665)
	2,305	4	...	—	24' (7.315)	—	—	35' 7" (10.846)	—	33' (10.058)	8' 4" (2.540)	3' 8" (1.118)	—	1,227 (34.743)

Tableau A. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif	Freins : Le wagon est-il muni de freins à action mécanique ?	Freins : Les freins sont-ils à action rapide ?	Divers : Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilog. par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 livres) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Surface de plancher, en pieds carrés, par tonne américaine de capacité inscrite (mètres carrés par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	Deux ou plusieurs wagons peuvent-ils être conjugués pour les chargements de grande longueur ?	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Wagons-tombereaux à fond plat de 50,000 lb. (22,680 kilog.). (*Suite.*)																			
Southern Ry.	146	En partie.	En partie.	27,760 (12,592)	...	34·5 (552.7)	1,110 (555.0)	36' 6 1/2" (11.138)	·54" (484)	1' 5 1/2" (490)	...	386 (1,930)	·479 (84.58)	15·44 (85.10)	...	Un seul.	En partie.	1887	
	733	—	—	22,760 (10,324)	...	22·6 (362.0)	910 (455.0)	36' 6 1/2" (11.138)	·43" (386)	1' 5 1/2" (490)	...	386 (1,930)	·382 (67.45)	15·44 (85.10)	...	—	—	1886	
	737	—	—	26,700 (12,111)	...	28·3 (453.3)	1,068 (534.0)	37' 2" (11.328)	·47" (422)	1' 5·8" (498)	...	428 (2,140)	·454 (80.17)	17·12 (94.36)	...	—	—	1886	Trappes.
Union Pac.	798	Oui.	Oui.	22,493 (10,203)	...	25·3 (405.2)	899 (449.5)	37' 3" (11.354)	·494" (443)	1' 5·9" (501)	10·1 (1.03)	417 (2,085)	·47 (82.99)	16·68 (91.93)	Non.	—	—	1889	
Vandalia	409	Non.	Non.	20,400 (9,253)	...	32· (512.6)	816 (408.0)	35' 6" (10.820)	·67" (601)	1' 5" (476)	10·2 (1.04)	342 (1,710)	·534 (94.30)	13·68 (75.40)	Au-dessus des côtés seulem^t^.	—	20 p. c. Oui.	1887	
Wis. Cent.	15	—	—	22,000 (9,979)	...	30· (480.6)	880 (440.0)	37' 8" (11.481)	·564" (506)	1' 4·8" (470)	10·4 (1.07)	450 (2,250)	·61 (107.72)	18· (99.21)		—	En partie.	1893	
Wagons-tombereaux à fond plat de 60,000 lb. (27,216 kilog.).																			
Allegheny Valley	611	Oui.	Oui.	27,000[1] (12,247)	...	29·4 (471.0)	900 (450.0)	37' 4" (11.379)	·48" (431)	1' 3" (420)	9·16 (0.94)	460 (2,300)	·502 (88.64)	15·33 (84.49)	Oui.	Un seul.	Oui.	1890	Trappes. (1) 1 année.
A. T. & S. F.	115	[illegible] p. c.	62 p. c.	24,000 (10,868)	...	...	...	...	...	...	...	575 (2,875)	...	...	—	—	60 p. c.	...	
B. & M.	466	[illegible] p. c.	55 p. c.	25,400 (11,521)	...	30·96 (495.9)	847 (423.5)	33' 4" (10.160)	·492" (441)	1' 1·3" (372)	7·14 (0.73)	475 (2,375)	·579 (102.24)	15·83 (87.25)	...	—	80 p. c.	...	
C. of Ga.	454	Non.	Non.	24,000 (10,886)	...	26·6 (426.1)	800 (400.0)	...	...	...	...	425 (2,125)	·47 (82.99)	14·16 (78.84)	...	...	...	1888	
	290	Oui.	Oui.	26,000 (11,793)	...	28·8 (429.3)	866 (433.0)	37' 6" (11.430)	·492" (441)	1' 3" (420)	8.33 (0.85)	525 (2,625)	·58 (102.42)	17·50 (96.45)	Oui.	Un seul.	Oui.	1892	Trappes.
Ches. & Ohio	576	—	—	26,000[1] (11,793)	...	25· (400.4)	866 (433.0)	37' 7" (11.455)	·43" (386)	1' 3" (420)	9· (0.92)	...	...	...	Non.	—	—	...	(1) 1 année.
C. B. & Q.	2	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	523	Oui.	Oui.	23,900 (10,841)	...	23·49 (376.3)	797 (398.5)	37' 3 1/2" (11.367)	·44" (395)	1' 2·9" (417)	8·85 (0.91)	390 (1,950)	...	...	Non.	Un seul.	Oui.	...	
C. R. I. & P.	198	—	—	25,600 (11,612)	...	25·6 (410.1)	853 (426.5)	39' 6 1/4" (12.045)	·396" (355)	1' 3·8" (442)	8·9 (0.91)	450 (2,250)	·45 (79.46)	15·00 (82.67)	...	...	—	1896	
C. St. P. M. & O.	900	—	—	22,000[1] (9,979)	...	29· (464.6)	733 (366.5)	37' (11.277)	·585" (525)	1' 2·8" (414)	8·4 (0.86)	450 (2,250)	·59 (104.18)	15·00 (82.67)	Oui.	Un seul.	—	...	(1) 1 année.
G. R. & I.	55	—	...	30,000[2] (13,608)	...	29·42 (471.3)	1,000 (500.0)	...	·444" (398)	1' 3·1" (423)	9·16 (0.94)	...	·477 (84.23)	...	...	...	...	1897	(2) Nouveaux.
	100	Oui.	Oui.	22,200[1] (10,070)	...	32·32 (517.8)	740 (370.0)	37' 10" (11.531)	·660" (592)	1' 3·1" (423)	8·83 (0.90)	485 (2,425)	·706 (124.67)	16·17 (89.12)	Oui.	Un seul.	Oui.	1887	(1) 1 année.
Lehigh V.	219	—	...	23,300 (10,569)	...	87· (1393.7)	776 (388.0)	37' 10" (11.531)	1·69" (1.516)	1' 3·5" (434)	8·67 (0.89)	493 (2,465)	1 84 (324.91)	16·43 (90.55)	—	—	—	...	
L. & N.	450	Oui.	Oui.	31,000 (14,061)	...	32·7 (523.8)	1,033 (516.5)	39' (11.887)	·49" (440)	1' 3·6" (437)	9·46 (0.97)	425 (2,125)	·44 (77.70)	14·16 (78.04)	Non.	—	—	1898	Trappes.
M. K. & T.	491	—	...	26,500 (12,020)	...	...	...	33' (10.058)	·4" (359)	1' 1·2" (370)	8·25 (0.84)	392 (1,960)	...	...	—	...	...	...	100 de ces wagons sont à fond en trémie.
	99	Oui.	Oui.	25,500 (11,567)	...	...	...	37' 8" (11.481)	·493" (442)	1' 3" (420)	9 16 (0.94)	470 (2,350)	...	...	Oui.	Un seul.	Oui.	...	
O. R. R. & Nav.	4	—	—	30,800 (13,971)	...	29·3 (46[illegible].4)	1,026 (513.0)	37' 3" (11.354)	·426" (382)	1' 2·9" (417)	9·67 (0.99)	...	...	...	—	—	En partie.	1893	
Penna. Lines W.	10,887	[illegible] p. c.	81 p. c.	28,700 (13,018)	...	28·1 (450.1)	956 (478.0)	37' 4" (11.379)	·438" (393)	1' 2·9" (417)	9·16 (0.94)	415 (2,075)	·406 (71.69)	13·83 (76.22)	19 p. c.	—	Oui.	1896	
	4,409	[illegible] p. c.	55 p. c.	27,300 (12,383)	...	34·3 (549.5)	910 (455.0)	37' 10 1/2" (11.544)	·58" (520)	1' 3·2" (426)	8·2 (0.84)	490 (2,450)	·616 (108.78)	16·33 (90.00)	Oui.	—	70 p. c.	1880	Trappes. Houille et coke.
Penna. R. R.	4,757	[illegible] p. c.	75 p. c.	26,800 (12,156)	...	29·7 (475.8)	893 (446.5)	37' 10 1/2" (11.544)	·50" (449)	1' 3·1" (423)	9·1 (0.93)	500 (2,500)	·552 (97.47)	16·67 (91.88)	—	—	Oui.	1888	Trappes. Houille et coke.
	2,305	Oui.	Oui.	30,300 (13,744)	...	24·6 (394.1)	1,010 (505.0)	37' 10 1/2" (11.544)	·87" (780)	1' 3·1" (423)	9·1 (0.93)	500 (2,500)	·407 (71.87)	16·67 (91.88)	—	—	—	1896	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies ?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Les têtes de caisse sont-elles mobiles ?	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable en pieds carrés (mètres carrés).	FREINS. Le wagon est-il muni de freins à action mécanique ?	Les freins sont-ils à action rapide ?
Wagons-tombereaux à fond plat de 60,000 lb (27,216 kilog.). (Suite.)																	
Phila. & Reading	449	4	5' 2'' (1.575)	Oui.	24' (7.315)	Métal.	Bois.	36' 5 5/8'' (11.116)	Bois.	34' (10.373)	8' 4 1/3'' (2.546)	1' 1'' (0.330)	Oui.	308 (8.721)	[illegible]	Non.	Non.
Pgh. & Western	1,479	4	5' (1.524)	—	26' 6'' (8.077)	Mixte.	Mixte.	35' 6'' (10.820)	—	32' 7'' (9.931)	8' (2.438)	3' (0.914)	—	782 (22.143)	[illegible]	—	—
P. B. & L. E.	1,840	4	...	—	34' (10.363)	Bois & fer.	Bois & fer.	24' (7.315)	Mixte.	33' (10.058)	8' 2'' (2.489)	3' 4'' (1.016)	Non.	898 (25.42)	[illegible]	Oui.	Oui.
So. Pacific	...	4	5' (1.524)	—	26' 4'' (8.026)	Mixte.	Bois.	36' 4'' (11.074)	Bois.	32' 10 1/8'' (10.010)	8' 1 1/2'' (2.477)	3' 11'' (1.194)	—	935 (26.475)	[illegible]	—	—
Southern Ry.	298	4	5' 7'' (1.702)	—	25' 1'' (7.645)	—	—	34' 6'' (10.515)	—	33' (10.058)	8' 4'' (2.540)	4' (1.219)	...	1,100 (31.147)	[illegible]	—	—
	470	4	5' 7'' (1.702)	—	25' 1'' (7.645)	—	—	34' 1'' (10.388)	—	32' 11'' (10.033)	8' 7'' (2.616)	1' 6'' (0.457)	...	425 (12.034)	[illegible]	—	—
T. St. L. & K. C.	940	4	...	...	...	...	—	...	—	4' 9'' (10.592)	8' 8'' (2.641)	3' (0.914)	Non.	903 (25.569)	[illegible]	En partie.	En partie.
Union Pac.	70	4	...	Oui.	24' 8'' (7.518)	Mixte.	—	34' 8'' (10.388)	—	34' 3'' (10.439)	8' 5'' (2.565)	3' 6'' (1.067)	Oui.	1,008 (28.542)	[illegible]	Oui.	Oui.
Vandalia	67	4	5' 2'' (1.575)	-	24' 3'' (7.391)	—	—	34' (10.363)	—	32' (9.753)	8' (2.438)	3' (0.914)	Pour la plupart.	768 (21.746)	[illegible]	Non.	Non.
Wagons-tombereaux à fond plat de 80.000 lb. (36,287 kilogr.).																	
Ches. & Ohio	1	4	5' (1.524)	Non.	26' (7.925)	Mixte.	Bois.	38' 1'' (11.608)	Bois.	36' (10.973)	9' 6'' (2.895)	3' 6'' (1.067)	Non.	1,197 (33.893)	[illegible]	Oui.	Oui.
Wagons-tombereaux divers.																	
A. T. & S. F.	4,760	4	2' (0.610)	Oui.	...	Mixte.	Bois.	34' (10.363)	Bois.	32' (9.753)	8' 3'' (2.514)	3' (0.914)	Oui.	...	[illegible]	[illegible] p.c.	62 p.c.
Phila. & Reading	123	4	4' 6 1/2'' (1.385)	—	13' (3.962)	—	—	20' (6.121)	—	19' 4'' (5.893)	6' 1'' (1.854)	2' 4'' & 4' 8'' (0.711) (1.422)	Non.	433 (12.261)	[illegible]	Non.	Non.
Southern Ry.	45	4	5' (1.524)	—	21' 11'' (6.680)	—	—	31' 4'' (9.550)	—	28' (8.534)	8' 2'' (2.489)	2' 6'' (0.762)	...	572 (16.196)	[illegible]	—	—
	21	4	5' (1.524)	—	13' 7'' (4.140)	—	—	23' (7.010)	—	21' (6.401)	8' 6'' (2.591)	2' 5'' (0.737)	...	430 (12.176)	[illegible]	En partie.	En partie.
	3	4	5' (1.524)	—	12' 7'' (3.835)	—	—	22' (6.705)	—	20' 1'' (6.121)	7' 6'' (2.286)	1' 6'' (0.457)	...	226 (5.399)	[illegible]	Non.	Non.
	215	...	...	...	18' 10'' (5.740)	...	...	28' (8.534)	...	26' 8'' (8.128)	8' 1'' (2.464)	...	...	539 (15.262)	[illegible]	...	...
Union Pac.	158	4	...	Oui.	21' (6.401)	Mixte.	Bois.	30' (9.144)	Bois.	28' (8.534)	7' 11'' (2.413)	2' 6'' (0.762)	Oui.	554 (15.687)	[illegible]	En partie.	En partie.
	82	...	...	...	18' 10'' (5.740)	...	...	28' (8.534)	...	26' 8'' (8.128)	8' 1'' (2.464)	...	...	646 (18.292)	[illegible]	—	...
	104	4	...	Oui.	21' (6.401)	Mixte.	Bois.	30' (9.144)	Bois.	28' (8.534)	7' 11'' (2.413)	3' (0.914)	Oui.	665 (18.830)	[illegible]	En partie.	En partie.
Vandalia	120	4	5' (1.524)	—	24' (7.315)	Métal.	—	35' 7'' (10.846)	—	33' (10.058)	8' 4'' (2.540)	3' 10'' (1.168)	Non.	1,008 (28.542)	[illegible]	Oui.	Oui.
Wagons-tombereaux spéciaux.																	
C. of Ga.	92	4	5' (1.524)	Oui.	23' (7.010)	Mixte.	Mixte.	33' (10.058)	Mixte.	30' 8'' (9.347)	8' 3'' (2.514)	3' 3'' (0.991)	Non.	750 (21.236)	[illegible]	Non.	Non.
Ches. & Ohio	1	4	5' (1.524)	Non.	26' (7.925)	—	Bois.	38' 1'' (11.608)	Bois.	36' (10.973)	8' 1'' (2.464)	7' 5'' (2.261)	—	2,360 (66.824)	[illegible]	Oui.	Oui.

NOM DE LA COMPAGNIE.	DIVERS. Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilog. par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 livres) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Surface de plancher, en pieds carrés, par tonne américaine de capacité inscrite (mètres carrés par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	Deux ou plusieurs wagons peuvent-ils être conjugués pour les chargements de grande longueur ?	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	Observations.
Wagons-tombereaux à fond plat de 60,000 lb. (27,216 kilog.). (Suite.)																
Phila. & Reading	24,700 (11,204)	...	80·3 (1286.4)	823 (411.5)	38' 4'' (11.684)	1·488'' (1,335)	1' 3·3'' (428)	9·47 (0.97)	450 (2,250)	1·462 (258.16)	15·00 (82.67)	Oui.	Un seul.	Oui.	1896	
Pgh. & Western	24,500 (11,113)	...	31 (496.6)	816 (408.0)	38' (11.582)	·536'' (481)	1' 3·1'' (423)	8·7 (0.89)	550 (2,750)	·70 (123.61)	18·33 (101.03)	—	—	—	1890	
P. B. & L. E.	26,079 (11,829)	...	29 (464.6)	869 (434.5)	38' (11.582)	·492'' (441)	1' 3·1'' (423)	8·98 (0.92)	410 (2,050)	·456 (80.52)	13·67 (75.34)	Non.	—	—	...	
So. Pacific	30,850 (13,993)	...	16·7 (267.5)	1,028 (514.0)	39' 9'' (12.116)	·413'' (370)	1' 3·9'' (445)	...	627·88 (3,139.40)	·544 (96.06)	20·92 (115.30)	—	—	—	1895	
Southern Ry. (298)	27,700 (12,565)	...	25·2 (403.7)	923 (461.5)	37' 10'' (11.531)	·41'' (368)	1' 3·1'' (423)	...	488 (2,440)	·443 (78.22)	16·26 (89.62)	...	—	—	1888	
Southern Ry. (470)	25,270 (11,462)	...	59·8 (957.9)	842 (421.0)	37' 9'' (11.506)	1·07'' (960)	1' 3·1'' (423)	...	518 (2,590)	1·225 (216.31)	17·23 (94.96)	...	—	—	1890	
T. St. L. & K. C.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	—	En partie.	...	
Union Pac.	29,101 (13,200)	...	28·8 (461.4)	970 (485.0)	37' 3'' (11.354)	·443'' (397)	1' 2·9'' (417)	9·6 (0.98)	468·70 (2,343.50)	·465 (82.11)	15·62 (86.09)	Non. Au-dessus des côtés seulem.	—	—	1893	
Vandalia	20,800 (9,435)	...	27·1 (434.1)	693 (346·5)	35' 6'' (10.820)	·55'' (493)	1' 2·2'' (398)	8·5 (0.87)	366 (1,830)	·467 (82.46)	12·20 (67.24)		—	20 p. c. Oui.	1891	
Wagons-tombereaux à fond plat de 80,000 lb. (36,287 kilog.).																
Ches. & Ohio	32,000 (14,515)	...	26·7 (427.7)	800 (400.0)	39' 8'' (12.090)	·40'' (359)	1' (336)	8 (0.82)	...	...	...	Non.	Oui.	...	...	
Wagons-tombereaux divers.																
A. T. & S. F.	24,000 (10,886)	46,000 (20,865)	...	...	...	...	...	...	475 (2,375)	...	...	Oui.	...	60 p. c.	...	
Phila. & Reading	14,000 (6,350)	20,000 (9,072)	32·3 (517.4)	1,400 (700.0)	22' (6.705)	·60'' (538)	2' 2·4'' (739)	12·16 (1.25)	300 (1,500)	·692 (122.20)	30·00 (165.35)	...	Un seul.	Non.	1870	
Southern Ry. (45)	16,000 (7,257)	25,000 (11,340)	28·0	1,280 (640.0)	34' 6'' (10.515)	·72'' (646)	2' 9·7'' (944)	...	400 (2,000)	·70 (123.61)	32·00 (176.36)	...	—	En partie.	1862	
Southern Ry. (21)	18,300 (8,301)	32,000 (14,515)	42·6 (682.4)	1,144 (572.0)	26' 4'' (8.026)	·73'' (655)	1' 7·8'' (554)	...	300 (1,500)	·70 (123.61)	18·75 (103.34)	...	—	—	1881	
Southern Ry. (3)	18,000 (8,165)	20,000 (9,072)	79·7 (1276.7)	1,800 (900.0)	25' 2'' (7.671)	1·35'' (1,211)	2' 6·2'' (846)	...	420 (2,100)	1·38 (243.68)	42·00 (231.49)	...	—	—	1870	
Southern Ry. (215)	...	...	29·2 (467.8)	...	31' 3'' (9.525)	·695'' (623)	2' 2·8'' (750)	15·4 (1.58)	...	...	...	...	...	...	1867	
Union Pac. (158)	15,756 (7,147)	28,000 (12,700)	28·4 (454.9)	1,125 (562.5)	33' 3'' (10.134)	·720'' (646)	2' 4·3'' (792)	15·8 (1.62)	335 (1,675)	·604 (106.66)	23·93 (131.89)	Non.	Un seul.	En partie.	1867-79	
Union Pac. (82)	...	...	28·9 (462.9)	...	31' 3'' (9.525)	·580'' (520)	1' 11·4'' (655)	13·4 (1.37)	...	...	...	...	—	—	1878	
Union Pac. (104)	18,712 (8,506)	32,000 (14,515)	28·1 (450.1)	1,169 (584.5)	33' 3'' (10.134)	·600'' (538)	2' 8·4'' (851)	13·8 (1.41)	513·94 (2,569.70)	·772 (136.32)	32·12 (177.03)	...	—	—	1867-82	
Vandalia	29,200 (13,245)	66,000 (29,937)	29 (464.6)	885 (462.5)	36' 9'' (11.201)	·44'' (395)	1' 1·3'' (372)	8·3 (0.85)	462 (2,310)	·458 (80.87)	14·00 (77.16)	*Voir* ci-dessus.	—	Oui.	1897	
Wagons-tombereaux spéciaux.																
C. of Ga.	21,800 (9,889)	50,000 (22,680)	29·2 (467.8)	870 (435.0)	36' (10.973)	·564'' (506)	1' 5·3'' (484)	10 (1.02)	380 (1,900)	·52 (91.82)	15·60 (85.98)	Non.	Un seul.	Non.	1887	Houille. Caisse basculante.
Ches. & Ohio	32,000 (14,515)	60,000 (27,216)	13·6 (217.9)	1,066 (533.0)	39' 8'' (12.090)	·20'' (179)	1' 4'' (448)	...	...	...	...	—	—	Oui.	...	Coke.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	Nombre d'essieux.	ESSIEUX ET BOGIES. Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies ?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Les têtes de caisse sont-elles mobiles ?	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable en pieds carrés (mètres carrés).
Wagons-tombereaux spéciaux. (*Suite.*)															
C. B. & Q.	67	4	4' 6" (1.372)	Oui.	24' (7.315)	Mixte.	Bois.	34' (10.363)	Bois.	32' 4 1/2" (9.868)	9' 2 1/2" (2.807)	3' 1" (0.940)	Non.	927 (26,248)	[illegible]
	500	4	...	—	22' 4 3/4" (6.826)	—	—	31' 10 3/4" (9.722)	—	29' 8 3/4" (9.061)	8' 4" (2.540)	7' 3" (2.210)	—	1,790 (50,684)	[illegible]
Penna. Lines W.	100	6	...	—	10' 6" (3.200)	—	—	30' 6" (9.296)	—	28' 8" (8.737)	8' 9" (2.667)	3' 9" (1.143)	—	450 (12,742)	[illegible]
	100	4	...	—	23' 8" (7.213)	—	—	32' (9.753)	—	23' 9" (7.239)	8' 9" (2.667)	2' 1" (0.635)	—	380 (10,760)	[illegible]
Penna. R. R.	6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	6	4	...	Oui.	...	Mixte.	Bois.	...	...	...	...	...	Non.	...	...
Phila. & Reading	104	4	4' 5 1/2" (1.359)	—	11' 2" (3.403)	—	—	21' 2" (6.451)	Bois.	18' (5.486)	6' 10" (2.083)	1' 11" (0.584)	Oui.	236 (6,682)	[illegible]
Pgh. & Western	25	4	4' 10" (1.473)	—	25' 2" (7.671)	Bois.	—	35' 6" (10.820)	—	33' (10.058)	8' (2.438)	3' 10" (1.168)	Non.	439 (12,430)	[illegible]
	100	4	5' 7" (1.702)	—	25' 1" (7.645)	Mixte.	—	30' (9.144)	—	27' 11" (8.509)	9' 7" (2.921)	5' 8 1/2" (1. 40)	...	1,514 (42,869)	[illegible]
	26	4	5' (1.524)	—	20' 7" (6.274)	—	—	30' (9.144)	—	28' 2" (8.585)	8' 4" (2.540)	4' 7" (1.397)	...	1,075 (30,439)	[illegible]
Southern Ry.	199	4	5' 7" (1.702)	—	25' 1" (7.645)	—	—	34' 6" (10.515)	—	32' 6" (9.906)	8' 6" (2.591)	4' 7" (1.397)	...	1,266 (35,847)	[illegible]
	147	4	5' 7" (1.702)	—	25' 1" (7.645)	—	—	34' 6" (10.515)	—	32' 10" (10.007)	8' 7" (2.616)	4' 7" (1.397)	...	1,294 (36,640)	[illegible]
	300	4	...	—	23' 8 1/2" (7.226)	—	—	32' (9.753)	—	23' 6" (7.163)	8' 6" (2.591)	7' (2.134)	Non.	789 (22,341)	[illegible]
Union Pac.	6	4	...	—	21' 8" (6.604)	—	—	31' (9.449)	—	28' 10" (8.788)	7' 8" (2.337)	2' 6" (0.762)	—	552 (15,630)	[illegible]
	1	4	...	—	22' 9 1/2" (6.947)	—	—	32' (9.753)	—	22' 5" (6.832)	7' 10" (2.388)	3' (0.914)	—	526 (14,894)	[illegible]
Wagons-tombereaux à fond en trémie de moins de 60,000 lb. (27,216 kilog.) de capacité pour houille, minerai, coke, etc.															
Ches. & Ohio	1,242	...	...	...	...	...	...	26' (7.925)	...	23' 7" (7.188)	...	2' 10" (0.864)	...	600 (19,821)	[illegible]
	488	4	5' (1.524)	Non.	17' 10" (5.435)	Mixte.	Bois.	28' (8.534)	Bois	25' 7" (7.798)	7' 7" (2.311)	4' (1.219)	Non.	882 (24,974)	[illegible]
N. Y. C. & H. R.	725	4	5' (1.524)	Oui.	20' 9" (6.324)	—	Mixte.	33' 2" (10.109)	—	31' (9.449)	7' 3" (2.210)	3' 5 1/2" (1.054)	—	876 (24,804)	[illegible]
Penna. Lines W.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	98	4	...	Oui.	15' 8" (4.775)	Mixte.	Bois.	26' (7.925)	Bois	23' 6 1/2" (7.176)	7' 6 1/2" (2.299)	3' 11" (1.194)	Non.	806 (22,822)	[illegible]
Penna. R. R.	5,374	...	...	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	6,481	4	...	—	15' 6" (4.724)	Mixte.	Bois.	26' (7.925)	Bois	23' 6 1/2" (7.176)	7' 6 1/2" (2.299)	3' 11" (1.194)	Non.	932 (26,390)	[illegible]
Phila. & Reading	10,775	4	5' (1.524)	—	23' 6" (7.163)	—	—	36' 2" (11.024)	—	34' 1/4" (10.369)	7' 1 1/4" (2.165)	3' 1/4" (0.920)	—	780 (22,086)	[illegible]
	1,572	4	5' (1.524)	—	23' 6" (7.163)	—	—	36' 2" (11.023)	—	34' 1/4" (10.369)	7' 1 1/4" (2.165)	3' 4 1/4" (1.022)	—	811 (22,964)	[illegible]
	77	4	5' (1.524)	—	14' (4.267)	—	—	23' (7.010)	—	21' 6 1/2" (6.566)	7' (2.134)	2' 11" (0.889)	—	440 (12,459)	[illegible]
Southern Ry.	1,675	4	5' (1.524)	—	18' (5.486)	—	—	28' (8.534)	—	25' 8" (7.823)	7' 7" (2.311)	4' (1.219)	...	778 (22,029)	[illegible]
	121	4	5' 7" (1.702)	—	25' 1" (7.645)	—	—	34' 6" (10.515)	—	33' (10.058)	8' 4" (2.540)	4' (1.219)	...	1,099 (31,119)	[illegible]

NOM DE LA COMPAGNIE.	Les wagons sont-ils munis de freins à action mécanique ?	FREINS. Les freins sont-ils à action rapide ?	Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilog. par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 livres) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	DIVERS. Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Surface de plancher, en pieds carrés, par tonne américaine de capacité inscrite (mètres carrés par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	Deux ou plusieurs wagons peuvent-ils être conjugués pour les chargements de grande longueur ?	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Wagons-tombereaux spéciaux. (*Suite.*)																		
C. B. & Q.	Non.	Non.	20,000 (9,072)	40,000 (18,144)	21·52 (344.7)	1,000 (500.0)	36' 5 1/4" (11.106)	·47" (422)	1' 9·4" (599)	14·9 (1.53)	420· (2,100)	...	...	Non.	Un seul.	Oui.	...	Fraisil.
	—	—	25,900 (11,748)	50,000 (22,680)	14·46 (231.6)	1,036 (518.0)	33' 7 3/4" (10.255)	·22" (197)	1' 4·1" (451)	9·88 (1.01)	450· (2,250)	·43 (75.93)	18· (99.21)	—	—	—	1882	Cokes. Tombereaux ordinaires avec ranchers.
Penna. Lines W.	—	—	38,000 (17,237)	80,000 (36,287)	84·44 (1352.7)	950 (475.0)	32' 3" (9.830)	·86" (771)	0' 9·6" (269)	...	660· (3,300)	1·467 (259.05)	16·50 (100.94)	—	Deux	—	1885	Minerai. Caisse basculante par côté.
	Oui.	Oui.	25,550 (11,589)	50,000 (22,680)	52· (833)	1,022 (511.0)	32' 2" (9.804)	·80" (718)	1' 4" (448)	...	549· (2,745)	1·11 (196.01)	22· (121.25)	—	Un seul.	—	1893	Ballast. Fond en trémie.
Penna. R. R.	—	...	...	80,000 (36,287)	...	...	...	...	...	...	726· (3,630)	...	18·15 (100.08)	...	...	...	...	
	Non.	Non.	...	30,000 (13,608)	...	...	...	...	...	...	425· (2,125)	...	28·33 (156.14)	Non.	Un seul	Non.	...	Minerai
Phila. & Reading	—	—	15,100 (6,849)	30,000 (13,608)	64· (1025.2)	1,007 (503.5)	22' 1" (6.731)	1·126" (1,010)	1' 5·7" (496)	8·20 (0.84)	275· (1,375)	1·166 (205.90)	18·33 (101.03)	...	—	—	1881	Chaux.
Pgh. & Western	—	—	24,000 (10,886)	50,000 (22,680)	50· (801)	960 (480.0)	38' (11.582)	1·04" (934)	1' 6·2" (510)	...	600· (3,000)	1·36 (240.45)	24· (132.28)	Oui.	—	—	1888	Ballast. Caisse basculante par côté.
	Oui.	Oui.	32,800 (14,878)	60,000 (27,216)	21·67 (347.1)	1,093 (546.5)	33' 1 1/2" (10.097)	·26" (233)	1' 1·3" (372)	...	495· (2,475)	·327 (57.74)	16·50 (90.94)	...	—	Oui.	1896	Ballast Basculant.
	Non.	Non.	18,100 (8,210)	25,000 (11,340)	16·8 (269.1)	1,448 (724.0)	33' 6" (10.211)	...	2' 8·1" (899)	...	420· (2,100)	·402 (70.99)	33·60 (185.19)	...	—	En partie	1868	Coke.
Southern Ry.	En partie.	En partie.	22,000 (9,979)	40,000 (18,144)	17·38 (278.4)	1,100 (550.0)	37' 6" (11.430)	·35" (314)	1' 10·5" (630)	...	427·50 (2,137.50)	·337 (59.51)	21·37 (117.78)	...	—	—	1882	—
	Oui.	Oui.	28,400 (12,882)	60,000 (27,216)	21·75 (348.4)	947 (473.5)	37' 8" (11.481)	·34" (305)	1' 3·6" (437)	...	480·00 (2,400)	·371 (65.51)	16·00 (88.18)	...	—	Oui.	1890	—
	—	—	32,200 (14,606)	80,000 (36,287)	...	805 (402.5)	35' 3" (10.744)	·535" (480)	1' 0·5" (350)	...	578·94 (2,894.70)	·733 (129.44)	14·47 (79.75)	Non.	—	—	1898	Ballast. Fond en trémie.
Union Pac.	—	—	21,160 (9,598)	40,000 (18,144)	38·3 (613.5)	1,058 (524.0)	34' 3" (10.439)	·744" (667)	1' 8·5" (574)	11· (1.13)	580·23 (2,901.15)	1·05 (185.41)	29·01 (169.89)	—	—	—	1898	Cendre.
	—	—	22,493 (10,203)	60,000 (27,216)	42·7 (684)	750 (375.0)	34' 8" (10.566)	·790" (709)	1' 1·8" (386)	5·8 (0.59)	1,172·11 (5,860.55)	2·22 (392.01)	39·70 (228.81)	—	—	—	1889	Minerai. Caisse basculante par côté.
Wagons-tombereaux à fond en trémie de moins de 60,000 lb. (27,216 kilog.) de capacité pour houille, minerai, coke, etc.																		
Ches. & Ohio	—	...	21,000 (1) (9,525)	40,000 (18,144)	35· (560.7)	1,050 (525.0)	27' 7" (8.407)	·55" (493)	1' 4" (448)	...	...	...	...	...	...	...	...	(1) 1 année.
	Non.	Non.	22,000 (9,979)	50,000 (22,680)	24·9 (398.9)	880 (440.0)	29' 7" (9.017)	·40" (359)	1' 2" (392)	...	...	...	...	Non.	Un seul.	Oui.	...	
N. Y. C. & H. R.	Oui.	Oui.	26,000 (11,793)	50,000 (22,680)	29·7 (475.8)	1,040 (520.0)	36' 5 1/2" (11.113)	·512" (459)	1' 9·9" (613)	...	480· (2,400)	·548 (96.77)	19·20 (115.82)	...	...	—	1887	
Penna. Lines W.	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	500· (2) (2,500)	·62 (109.48)	20·00 (110.23)	...	...	...	...	(2) 70 %.
	30 p.c.	30 p.c	20,700 (9,389)	50,000 (22,680)	25·68 (411.4)	828 (414.0)	27' 2" (8.280)	·404" (362)	1' 1" (364)	7·08 (0.73)	380· (3) (1,900)	·42 (74.16)	11·20 (71.73)	Non.	Un seul.	Non.	1874	(3) 30 %.
Penna. R. R.	—	...	20,100 (9,117)	40,000 (18,144)	21·6 (346)	1,050 (525.0)	...	...	1' 5" (476)	8·9 (0.91)	425· (2,125)	·456 (80.52)	21·25 (12 .12)	...	...	33 p.c.	...	
	Non.	Non.	20,700 (9,389)	50,000 (22,680)	22·2 (355.6)	828 (414.0)	28' 3 1/2" (8.623)	·36" (323)	1' 1 1/2" (378)	7·1 (0.73)	450· (2,250)	·483 (85.29)	18·00 (99.21)	Oui.	Un seul.	66 p.c.	1874	
Phila. & Reading	9 p.c. Oui.	9 p.c. Oui.	26,600 (12,066)	50,000 (22,680)	36·4 (583.1)	1,064 (532.0)	37' 6" (11.430)	·612" (549)	1' 6" (504)	9·67 (0.99)	450· (2,250)	·616 (108.78)	18·00 (99.21)	...	—	Oui.	1889	Double trémie.
	Non.	Non.	25,900 (11,748)	50,000 (22,680)	31·9 (511)	1,036 (518.0)	37' 5 1/2" (11.417)	·552" (495)	1' 5·9" (501)	9·66 (0.9.)	450· (2,250)	·555 (98.00)	18·00 (99.21)	...	—	—	1887	Simple trémie.
	—	...	18,330 (8,314)	40,000 (18,144)	41·7 (668)	916 (458.0)	24' (7.315)	·648" (581)	1' 2·4" (403)	7·54 (0.77)	325· (1,625)	·738 (130.3?)	16·25 (99.56)	...	—	Non.	1882	— —
Southern Ry.	En partie.	En partie.	24,830 (11,263)	50,000 (22,680)	31·9 (511)	993 (496.5)	30' 7" (9.322)	·47" (422)	1' 2·7" (412)	...	443· (2,215)	·569 (100.48)	...	...	—	En partie	1888	
	—	—	21,550 (9,775)	40,000 (18,144)	19·6 (314)	1,078 (539.0)	37' 10" (11.531)	·41" (368)	1' 10·7" (636)	...	420· (2,100)	·381 (67.28)	17·60 (107)	...	—	—	1883	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	Nombre d'essieux.	ESSIEUX ET BOGIES. Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies ?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	Dimensions intérieures. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Les têtes de caisse sont-elles mobiles ?	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable
Wagons-tombereaux à fond en trémie de moins de 60,000 lb. (27,216 kilog.) de capacité pour houille, minerai, coke, etc. (Suite.)															
Union Pac.	99	4	...	Oui.	21' 8" (6.604)	Mixte.	Bois.	31' (9.449)	Bois.	28' 10" (8.788)	7' 10" (2.388)	2' 6" (0.762)	Non.	564 (15.970)	[illegible]
Wis. Cent.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	17' (5.181)	6' 9" (2.057)	...	...	—	[illegible]
	1,774	4	5' 6" (1.676)	Oui.	13' 3" (4.038)	Mixte.	Mixte.	21' 7" (0.578)	Bois.	7' 5" (2.261)	3' 7" (1.092)	5' (1.524)	Oui.	315 (8.919)	[illegible]
Wagons-tombereaux à fond en trémie de service de 60,000 lb. (27,216 kilog.) de capacité pour houille, minerai, coke, etc.															
B. & M.	450	4	4' 9 1/2" (1.461)	Oui.	30' 11" (9.423)	Mixte.	Bois.	35' 4" (10.769)	Bois.	...	...	4' (1.219)	Non.	1,162 (32.902)	[illegible]
C. of Ga.	97	4	5' 1" (1.549)	—	18' (5.486)	—	Mixte.	28' (8.534)	Mixte.	26' (7.925)	8' (2.438)	4' 2" (1.270)	—	950 (26.900)	[illegible]
Ches. & Ohio	2,887	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	5' (1.524)	...	1,036 (29.335)	[illegible]
	101	4	5' (1.524)	Non.	17' 10" (5.435)	Mixte.	Bois.	28' (8.534)	Bois.	25' 8" (7.823)	8' (2.438)	7' (2.134)	Non.	1,448 (41.001)	[illegible]
G. R. & I.	75	4	5' 3" (1.600)	Oui.	25' 9" (7.848)	—	—	34' (10.363)	—	24' 7" (7.493)	7' 8" (2.337)	2' 2 1/2" (0.673)	—	720 (30.387)	[illegible]
Lehigh V.	2,987	4	...	—	2' 6" (0.762)	Métal.	—	31' (9.449)	—	28' 6 1/2" (8.700)	8' 5 1/2" (2.578)	3' 11" (1.194)	—	1,075 (30.439)	[illegible]
N. Y. C. & H. R.	4,000	4	5' 2" (1.575)	—	24' (7.315)	—	Mixte.	35' 4" (10.769)	—	33' (10.058)	8' 3" (2.514)	4' 2" (1.270)	—	1,221 (34.573)	[illegible]
	700	...	...	...	23' 3" (7.086)	...	...	33' (10.058)	Métal.	31' 6 1/8" (9.604)	9' 6" (2.895)	6' 6" (1.981)	...	1,650 (46.720)	[illegible]
Penna. Lines W.	316	4	...	Oui.	20' 2" (6.147)	Métal.	Métal.	30' (9.144)	Bois.	27' 7" (8.407)	8' 5" (2.565)	5' 11" (1.803)	Non.	1,221 (34.573)	[illegible]
	1,947	...	...	...	19' 10" (6.045)	—	...	30' (9.144)	—	27' 7" (8.407)	8' 5" (2.565)	4' 8" (1.422)	...	926 (26.220)	[illegible]
	124	4	...	Oui.	17' 6" (5.334)	Mixte.	Bois.	28' (8.534)	—	25' 6 1/2" (7.785)	8' 5 1/2" (2.578)	3' 11" (1.194)	Non.	946 (26.786)	[illegible]
Penna. R. R.	2,945	4	...	...	15' 6" (4.724)	—	—	26' (7.925)	—	23' 6 1/2" (7.176)	7' 6 1/2" (2.299)	3' 11" (1.194)	—	(³) 932 (26.390)	[illegible]
	12,878	...	...	...	17' 6" (5.334)	—	—	28' (8.534)	—	25' 6 1/2" (7.785)	8' 5 1/2" (2.578)	3' 11" (1.194)	—	1,128 (31.940)	[illegible]
	5	4	...	Oui.	20' (6.096)	Métal.	Métal.	30' 5" (9.271)	Métal.	28' 6" (8.687)	9' 5 1/2" (2.883)	6' 2 1/2" (1.893)	—	2,038 (57.707)	[illegible]
Phila. & Reading	3,448	4	5' 2" (1.575)	Oui.	21' 6" (6.553)	—	Bois.	31' 8" (9.652)	Bois.	29' 6 1/4" (8.997)	8' 5 1/4" (2.571)	3' 9 1/2" (1.156)	—	944 (26.730)	[illegible]
P. B. & L. E.	600	4	5' 7" (1.702)	—	20' 3" (6.172)	—	Métal.	30' (9.144)	Acier.	28' 1/4" (8.540)	9' 2" (2.794)	...	—	1,478 (41.850)	[illegible]
Seaboard Air Line	8	4	4' 10" (1.473)	—	17' (5.181)	—	Bois.	28' (8.534)	Bois.	25' 3" (7.696)	7' 6 1/2" (2.299)	4' 10 3/4" (1.492)	—	1,200 (33.978)	[illegible]
So. Pacific	...	4	5' (1.524)	—	26' 4" (8.026)	Mixte.	—	36' 4" (11.0 4)	—	34' 3/4" (10.382)	8' 1/2" (2.451)	4' 5/8" (1.235)	—	1,154 (32.676)	[illegible]
Southern Ry.	1,362	4	5' 7" (1.702)	—	18' (5.486)	—	—	28' (8.534)	—	25' 8" (7.823)	7' 7" (2.311)	5' (1.524)	...	973 (27.551)	[illegible]
	648	4	5' 7" (1.702)	—	25' 1" (7.645)	—	—	34' 6" (10.515)	—	33' (10.058)	8' 4 1/2" (2.553)	5' 4" (1.626)	...	1,359 (38.481)	[illegible]
Wagons plats de 30,000 lb. (13,608 kilog.).															
B. & M.	273	4	4' 9 1/2" (1.461)	Oui.	24' 11" (7.594)	Mixte.	Bois.	30' (9.144)	Bois.	...	...	...	...	...	[illegible]
M. K. & T.	310	4	4' 10" (1.473)	—	19' 10" (6.045)	—	—	29' 6" (8.991)	...	29' 6" (8.991)	8' (2.438)	...	...	...	[illegible]

Tableau A. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	FREINS. Le wagon est-il muni de freins à action automatique ?	Les freins sont-ils à action rapide ?	Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilog. par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 livres) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Surface de plancher, en pieds carrés, par tonne américaine de capacité inscrite (mètres carrés par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	Deux ou plusieurs wagons peuvent-ils être conjugués pour les chargements de grande longueur ?	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelage automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Wagons-tombereaux à fond en trémie de moins de 60,000 lb. (27,216 kilog.) de capacité pour houille, minerai, coke, etc. (Suite.)																		
Union Pac.	Oui.	Oui.	22,916 (10,395)	40,000 (18,144)	40·6 (650.4)	1,145 (552.5)	36' 5" (11.100)	·774" (694)	1' 9·7" (608)	11·2 (1.15)	580·23 (2,901.15)	1·03 (181.88)	29·01 (169.89)	Non.	Un seul.	Oui.	1887	
Wis. Cent.	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	Non.	Non.	26,000 (11,793)	40,000 (18,144)	32· (512.6)	1,300 (650.0)	36' 4" (11.074)	·504" (452)	1' 8·4" (571)	12·5 (1.28)	550· (2,750)	·68 (120.08)	27·50 (161.57)	Oui.	Un seul.	En partie.	1889	
Wagons-tombereaux à fond en trémie de moins de 60,000 lb. (27,216 kilog.) de capacité, pour houille, minerai, coke, etc.																		
B. & M.	55 p. c.	55 p. c.	24,000 (10,887)	60,000 (27,216)	20·65 (330.8)	800 (400)	38' 8" (11.785)	·396" (355)	1' 3·2" (426)	9·68 (0.99)	475· (2,375)	·408 (72.05)	15·83 (97.25)	...	Un seul.	80 p. c.	...	
C. of Ga.	Non.	Non.	23,400 (10,614)	60,000 (27,216)	24·50 (392.5)	780 (390)	31' (9.449)	·384" (344)	1' 0·4" (347)	...	500· (2,500)	·52 (91.82)	16·66 (101.82)	Non.	—	Oui.	1890	
Ches. & Ohio	—	...	26,000 (¹) (11,793)	60,000 (27,216)	25·10 (402.1)	866 (433)	...	·340" (305)	1' (336)	...	...	...	...	...	...	...	...	(¹) 1 an.
	Oui.	Oui.	33,000 (14,969)	80,000 (36,287)	22.80 (375.2)	825 (412.5)	29' 7" (9.017)	·250" (224)	0·9" (25)	...	...	...	...	...	Un seul.	Oui.	...	
G. R. & I.	—	—	28,000 (²) (12,700)	60,000 (27,216)	38·88 (622.8)	933 (466.5)	37' 1" (11.303)	·612" (549)	1' 2·8" (414)	6·28 (0.64)	550· (2,750)	·764 (134.91)	18·33 (111.03)	Non.	—	—	1897	(²) Nouveau.
Lehigh V.	—	—	28,300 (12,837)	60,000 (27,216)	26·30 (421.3)	943 (471.5)	33' 9" (10.287)	·376" (337)	1' 1·5" (378)	8·07 (0.83)	570· (2,850)	·529 (93.41)	19·00 (104.72)	—	—	—	...	Trémie King.
N. Y. C. & H. R.	—	—	33,100 (²) (15,014)	60,000 (27,216)	27·10 (434.1)	1,105 (552.5)	37' 7 1/2" (11.468)	·362" (325)	1' 3" (420)	...	550· (2,750)	·45 (79.46)	18·33 (111.03)	...	Deux parties fixes.	—	1896	(²) Nouveau.
	—	...	39,000 (17,690)	...	23·63 (378.5)	780 (390)	34' 11 1/2" (10.655)	·254" (228)	0' 7·6" (213)	...	854· (4,270)	·518 (91.47)	17·08 (94.14)	...	...	...	...	
Penna. Lines W.	Oui.	Oui.	40,200 (18,234)	100,000 (45,359)	32·92 (527.4)	804 (402)	31' 9" (9.677)	·312" (280)	0' 8·3" (232)	...	565· (2,825)	·463 (81.76)	11·30 (62.28)	Non.	?	Oui.	1898	? Fond à trappes. Déchargement spontané.
	—	...	35,200 (15,966)	70,000 (31,751)	38·01 (608.9)	1,005 (502.5)	31' 9" (9.677)	·411" (369)	0' 10·8" (302)	...	565· (2,825)	·61 (107.72)	16·14 (88.96)	...	...	...	1895	
	Oui.	Oui.	26,700 (12,111)	60,000 (27,216)	22·20 (355.6)	890 (425)	29' 9" (9.068)	·300" (269)	0' 11·9" (333)	7·20 (0.74)	507· (2,535)	·42 (74.16)	16·90 (93.15)	Non.	Un seul.	Oui.	1896	
Penna. R. R.	En partie.	En partie.	23,200 (10,523)	60,000 (27,216)	24·90 (398.9)	773 (386.5)	28' 3 1/2" (8.623)	·360" (323)	0' 11·3" (316)	5·90 (0.60)	470· (2,350)	·504 (89)	15·67 (86.37)	Oui.	—	—	1874	Houille. (³) Charge entassée.
	—	—	26,700 (12,111)	60,000 (27,216)	23·60 (378.1)	890 (445)	30' 3 1/2" (9.233)	·320" (287)	1' 0·1" (339)	7·20 (0.74)	515· (2,575)	·456 (80.52)	17·17 (94.63)	—	—	—	1886	—
	Oui.	Oui.	33,800 (15,331)	100,000 (45,359)	16·50 (264.3)	676 (338)	32' 8 1/2" (9.970)	·190" (170)	0' 7·8" (218)	...	2,090· (10,450)	1·026 (181.17)	41·80 (230.38)	Non.	—	—	1898	Houille et minerai.
Phila. & Reading	—	—	28,150 (12,769)	60,000 (27,216)	29·80 (477.4)	938 (469)	34' (10.363)	·442" (396)	1' 1·6" (381)	8·30 (0.85)	530· (2,650)	·561 (99.06)	17·66 (97.33)	...	—	—	1895	Trémie King.
P. B. & L. E.	—	—	34,350 (15,581)	100,000 (45,359)	23·20 (371.6)	687 (343.5)	32' (9.753)	·252" (226)	0' 7·68" (215)	...	900· (4,500)	·61 (170.72)	18·00 (99.21)	Non.	...	—	1897-98	
Seaboard Air Line	—	—	28,000 (12,700)	60,000 (27,216)	23·30 (373.3)	933 (466.5)	29' 9" (9.068)	·298" (267)	0' 11·9" (333)	...	412·50 (2,062.50)	·34 (60.04)	13·75 (75.78)	...	Un seul.	—	1896	
So. Pacific	—	—	30,850 (13,993)	60,000 (27,216)	16·70 (267.5)	1,028 (514)	39' 9" (12.116)	·413" (370)	1' 3·9" (445)	...	627·88 (3,139.40)	·544 (96.06)	20·92 (115.30)	Non.	—	—	1895	
Southern Ry.	—	—	29,400 (13,336)	60,000 (27,216)	30·23 (484.3)	980 (490)	31' 2 1/2" (9.512)	·385" (345)	1' 2·5" (406)	...	456· (2,280)	·468 (82.64)	15·20 (83.78)	...	—	En partie.	1891 & 97	
	—	—	31,500 (14,288)	60,000 (27,216)	23·17 (371.2)	1,050 (525)	37' 10" (11.531)	·330" (296)	1' 3·1" (423)	...	515· (2,575)	·378 (66. 5)	17·16 (94.58)	...	—	Oui.	1888	
Wagons plats de 30,000 lb. (13,608 kilog.).																		
B. & M.	55 p. c.	55 p. c.	20,000 (9,072)	30,000 (13,608)	...	1,333 (666.5)	32' 4" (9.855)	...	2' 1·8" (722)	14·79 (1.51)	300· (1,500)	...	20· (110.23)	...	Un seul.	...	...	Wagons à rehausses latérales.
M. K. & T.	Oui.	Oui.	20,000 (9,072)	30,000 (13,608)	...	1,333 (666.5)	33' 3" (10.134)	...	1' 1·5" (378)	15.70 (1.61)	...	...	...	Oui.	—	En partie.	...	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	Essieux et bogies : Nombre d'essieux.	Ecartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies ?	Ecartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	Châssis : Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	Caisse : Matériaux de construction de la caisse.	Dimensions intérieures : Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Les têtes de caisse sont-elles mobiles ?	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable [illegible]
Wagons plats de 30,000 lb. (13,608 kilog.). (Suite.)															
N. D. & C.	8	4	...	Oui.	20' (6.096)	Mixte.	Bois.	30' 8" (9.347)	Bois.	30' 8" (9.347)	8' (2.438)	...	...	...	[illegible]
O. R. R. & Nav.	53	4	...	—	...	—	—	30' (9.144)	...	30' (9.144)	8' 1" (2.464)	...	...	...	[illegible]
Penna. Lines W.	120	4	...	—	20' 2" (6.147)	—	—	33' (9.220)	...	33' (9.220)	9' (2.743)	...	...	...	[illegible]
Penna. R. R.	59	4	...	—	20' (6.096)	—	—	30' 8" (9.347)	...	...	...	...	...	...	[illegible]
Southern Ry.	11	4	5' (1.524)	—	20' 7" (6.274)	—	—	30' (9.144)	Bois.	30' (9.144)	8' 7" (2.616)	...	...	...	[illegible]
Union Pac.	9	...	...	...	18' 10" (5.740)	...	...	28' (8.534)	...	28' (8.534)	...	...	...	...	[illegible]
Union Pac.	9	4	...	Oui.	21' (6.401)	Mixte.	Bois.	30' (9.144)	Bois.	30' (9.144)	8' 4" (2.540)	...	...	...	[illegible]
Vandalia.	13	4	4' 10" (1.473)	—	20' 6" (6.248)	—	—	30' (9.144)	...	...	...	...	...	...	[illegible]
Wagons plats de 40,000 lb. (18,144 kilog.).															
A. T. & S. F.	1,163	4	...	Oui.	...	Mixte.	Bois.	30' (9.144)	Bois.	...	...	...	...	...	[illegible]
B. & M.	1,293	4	4' 9½" (1.461)	—	24' 11" (7.340)	—	—	30' (9.144)	—	...	...	...	...	...	[illegible]
C. of Ga.	309	4	5' (1.524)	—	22' (6.705)	—	Mixte.	32' (9.753)	Mixte.	32' (9.753)	8' 8" (2.641)	...	...	...	[illegible]
Ches. & Ohio	208	4	5' (1.524)	Non.	...	—	Bois.	33' (10.058)	...	33' (10.058)	8' 3" (2.514)	...	...	...	[illegible]
C. B. & Q.	114	4	4' 6" (1.372)	Oui.	24' (7.315)	—	—	34' (10.363)	...	34' (10.363)	8' 3" (2.514)	...	...	...	[illegible]
C. G. W.	385	4	...	—	21' 6" (6.553)	—	—	33' (10.058)	...	...	...	...	...	...	[illegible]
Mich. Cent.	2,576	4	5' (1.524)	—	24' (7.315)	—	—	34' (10.363)	Bois.	...	...	...	...	...	[illegible]
M. K. & T.	132	4	4' 10" (1.473)	—	24' 4" (7.417)	—	—	34' (10.363)	...	34' (10.363)	8' 6" (2.591)	...	...	...	[illegible]
O. R. R. & Nav.	132	4	...	—	...	—	—	33' (10.058)	Bois.	33' (10.058)	7' 7½" (2.324)	...	...	...	[illegible]
Penna. Lines W.	21	4	...	—	24' (7.315)	—	—	35' 7" (10.846)	...	...	...	...	...	...	[illegible]
Penna. R. R.	6	4	...	—	20' (6.096)	—	—	30' 8" (9.347)	...	...	...	...	...	...	[illegible]
Pgh. & Western	68	4	4' 10" (1.473)	—	25' 6" (7.772)	Bois.	—	34' 6" (10.515)	Bois.	34' 6" (10.515)	8' 6" (2.591)	...	...	...	[illegible]
Southern Ry.	881	4	5' (1.524) 5' 7" (1.702)	—	22' 9" (6.934)	Mixte.	—	32' 2" (9.804)	—	32' 2" (9.804)	8' 7" (2.616)	...	...	...	[illegible]
Union Pac.	1	...	...	...	24' 8" (7.518)	...	...	34' (10.363)	...	34' (10.363)	8' 9" (2.667)	...	...	...	[illegible]
Union Pac.	54	4	...	Oui.	21' (6.401)	Mixte.	Bois.	30' (9.144)	Bois.	30' (9.144)	8' 4" (2.540)	...	...	...	[illegible]
Vandalia	73	4	4' 10" (1.473)	—	23' 7" (7.188)	—	—	30' (9.144)	...	...	...	...	...	...	[illegible]
Wis. Cent.	289	...	...	...	23' 9" (7.239)	...	...	...	...	...	8' 4" (2.540)	...	...	...	[illegible]
Wis. Cent.	184	4	5' (1.524)	Oui.	24' 6" (7.467)	Mixte.	Mixte.	34' 6" (10.515)	Bois.	34' 7" (10.541)	8' 8" (2.641)	...	...	...	[illegible]

NOM DE LA COMPAGNIE.	Freins : Le wagon est-il muni de freins à action mécanique ?	Les freins sont-ils à action rapide ?	Tare moyenne en livres (kilog.)	Capacité inscrite en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable en livres (kilogr. par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 livres) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Divers : Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube)	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Surface de plancher, en pieds carrés, par tonne américaine de capacité inscrite (mètres carrés par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	Deux ou plusieurs wagons peuvent-ils être conjugués pour les chargements de grande longueur ?	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	Observations.
Wagons plats de 30,000 lb. (13,608 kilog.). (Suite.)																		
N. D. & C.	Non.	Non.	16,500 (7,484)	30,000 (13,608)	...	1,100 (550.0)	33' 1" (10.084)	...	2' 2·5" (742)	16·3 (1.67)	225 (1,125)	...	15·00 (82.67)	Oui.	...	Oui.	1888	
O. R. R. & Nav.	—	—	17,500 (7,938)	30,000 (13,608)	...	1,167 (583.5)	32' 7" (9.931)	...	2' 2" (728)	16 (1.64)	...	...	...	—	Un seul.	En partie.	1881	
Penna. Lines W.	—	—	19,900 (9,026)	30,000 (13,608)	...	1,326 (663.0)	34' 2" (10.414)	...	1' 10·6" (633)	19·8 (2.03)	400 (2,000)	...	26·66 (146.94)	—	...	Oui.	—	
Penna. R. R.	—	—	18,500 (8,391)	30,000 (13,608)	...	1,233 (616.5)	34' 2" (10.414)	...	2' 3·3" (764)	18·9 (1.94)	350 (1,750)	...	23·33 (128.58)	—	...	15 p. c.	...	
Southern Ry.	—	—	17,800 (8,074)	30,000 (13,608)	...	1,187 (582.5)	33' 2" (10.109)	...	2' 2·5" (742)	...	360 (1,800)	...	24·00 (132.28)	...	Un seul.	En partie.	1881	
Union Pac.	—	...	...	...	...	...	31' 3" (9.525)	...	2' 1" (700)	15·4 (1.58)	...	...	...	...	...	...	...	
Union Pac.	En partie.	En partie.	18,154 (8,235)	30,000 (13,608)	...	1,210 (605.0)	33' 3" (10.134)	...	2' 2·5" (742)	16·6 (1.70)	330 (1,650)	...	22·00 (121.25)	Oui.	Un seul.	En partie.	1880	
Vandalia.	Non.	Non.	15,600 (7,076)	30,000 (13,608)	...	1,040 (520.0)	31' 1" (9.474)	...	2' 1" (700)	16·7 (1.71)	300 (1,500)	...	20·00 (110.23)	—	...	64 p. c. oui.	1872	
Wagons plats de 40,000 lb. (18,144 kilog.).																		
A. T. & S. F.	[illegible] p.c.	62 p.c.	20,000 (9,072)	...	...	...	...	...	...	...	410 (2,050)	...	...	Oui.	...	60 p. c.	...	
B. & M.	[illegible] p.c.	55 p.c.	20,000 (9,072)	40,000 (18,144)	...	1,000 (500.0)	32' 4" (9.855)	...	2' 6" (784)	14·79 (1.51)	325 (1,625)	...	16·25 (89.56)	—	...	...	...	
C. of Ga.	Non.	Non.	18,200 (8,255)	40,000 (18,144)	...	910 (455.0)	34' 6" (10.515)	...	1' 8·6" (577)	13·85 (1.42)	300 (1,500)	...	15·00 (82.67)	—	...	Non.	1876	
Ches. & Ohio	—	—	18,000 (8,165)	40,000 (18,144)	...	900 (450.0)	34' 7" (10.541)	...	1' 9" (588)	14 (1.4[illegible])	...	...	...	—	...	Oui.	...	
C. B. & Q.	En partie.	En partie.	18,500 (8,391)	40,000 (18,144)	...	925 (462.5)	36' 6½" (11.138)	...	1' 9·9" (613)	14·03 (1.44)	...	...	...	—	...	—	...	
C. G. W.	Non.	Non.	19,000 (8,618)	40,000 (18,144)	...	950 (475.0)	35' 6" (10.820)	...	1' 9·4" (599)	14·02 (1.43)	310 (1,550)	...	15·50 (85.43)	—	...	—	1885	
Mich. Cent.	5 p.c.	5 p.c.	19,200 (8,709)	40,000 (18,144)	...	960 (480.0)	37' 2¼" (11.334)	...	1' 10·3" (624)	14·7 (1.51)	350 (1,750)	...	17·50 (96.45)	—	...	—	1883	
M. K. & T.	Oui.	Oui.	18,000 (8,165)	40,000 (18,144)	...	900 (450.0)	37' 9" (11.506)	...	1' 10·4" (627)	14·4 (1.47)	375 (1,875)	...	...	—	...	En partie.	...	
O. R. R. & Nav.	Non.	Non.	19,000 (8,618)	40,000 (18,144)	...	950 (475.0)	35' 7" (10.846)	...	1' 9·4" (599)	12·5 (1.28)	...	...	...	—	...	—	1882	
Penna. Lines W.	—	—	21,000 (9,525)	40,000 (18,144)	...	1,050 (525.0)	37' 4" (10.769)	...	1' 10·3" (624)	12·5 (1.28)	433 (2,165)	...	21·65 (119.33)	—	...	Oui.	1884	
Penna. R. R.	—	—	19,900 (9,026)	40,000 (18,144)	...	995 (497.5)	34' 2" (10.414)	...	1' 8·5" (574)	14·2 (1.45)	370 (1,850)	...	18·50 (101.96)	—	...	Non.	...	
Pgh. & Western	—	—	17,000 (7,711)	40,000 (18,144)	...	850 (425.0)	37' (11.277)	...	1' 10·2" (622)	14·65 (1.50)	325 (1,625)	...	16·25 (89.56)	—	...	—	1882	
Southern Ry.	En partie.	En partie.	21,800 (9,888)	40,000 (18,144)	...	1,090 (545.0)	35' 4" (10.769)	...	1' 9·2" (594)	...	380 (1,900)	...	19·00 (104.72)	...	Un seul.	En partie.	1881	
Union Pac.	—	...	...	...	...	...	37' 3" (11.354)	...	1' 10·3" (624)	14·8 (1.52)	...	...	...	...	...	...	1892	
Union Pac.	En partie.	En partie.	21,160 (9,598)	40,000 (18,144)	...	1,058 (529.0)	33' 3" (10.134)	...	1' 7·9" (557)	12·5 (1.28)	617·35 (3,086.75)	...	30·87 (89.56)	Oui.	...	En partie.	1884	
Vandalia	Non.	Non.	16,300 (7,394)	40,000 (18,144)	...	815 (407.5)	34' 3" (10.439)	...	1' 8·5" (574)	...	300 (1,500)	...	15·00 (82.67)	—	...	64 p. c. Oui.	1878	
Wis. Cent.	—	...	18,000 (8,165)	...	...	900 (450.0)	...	...	...	14·4 (1.47)	400 (2,000)	...	20·00 (110.23)	...	...	...	1880	
Wis. Cent.	Non.	Non.	19,500 (8,845)	40,000 (18,144)	...	975 (487.5)	36' 10" (11.227)	...	...	15 (1.54)	375 (1,875)	...	18·75 (103.34)	Oui.	...	En partie.	1885	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. *(Suite.)*

| NOM DE LA COMPAGNIE. | Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1888. | ESSIEUX ET ROUES. Nombre d'essieux. | ESSIEUX ET ROUES. Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres). | ESSIEUX ET ROUES. Avec ou sans boîtes? | ESSIEUX ET ROUES. Écartement d'axe en axe des boîtes en pieds et pouces (mètres). | CHASSIS. Matériaux de construction des boîtes. | CHASSIS. Matériaux de construction du châssis. | CHASSIS. Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres). | CAISSE. Matériaux de construction de la caisse. | DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur en pieds et pouces (mètres). | DIMENSIONS INTÉRIEURES. Largeur en pieds et pouces (mètres). | DIMENSIONS INTÉRIEURES. Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres). | DIMENSIONS INTÉRIEURES. Les tôles de caisse sont-elles moulées? | CAISSE. (Tôle utilisable en pleins cubes (mètres cubes). | CAISSE. Surface de plancher utilisable en pieds carrés (mètres carrés). | CAISSE. Les trains sont-ils à action rapide? | DIVERS. | | |

Tableau A. (*Suite.*)

XVIII
374

NOM DE LA COMPAGNIE.	Relevé des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES.			CHASSIS.	DIMENSIONS INTÉRIEURES.			CAISSE.	DIVERS.																		Observations.
	Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies ?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction de la caisse.	Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Les tôles de caisse sont-elles mobiles ?	Cube utilisable en pieds cubes intérieurs (mètres).	Les wagons sont-ils munis de freins ?	Les freins sont-ils à action rapide ?	Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilog. par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 livres) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée par tonne d'extrémités à extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité inscrite, millimètres par mètre cube.	Longueur de voie occupée par tonne métrique de capacité inscrite, millimètres par tonne métrique.	Surface de plancher, en pieds carrés par tonne métrique (mètres carrés par tonne métrique).	Prix moyen du wagon en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne métrique de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	Deux ou plusieurs wagons peuvent-ils être coupulés pour les chargements de grande longueur ?	La caisse repose-t-elle en sus supplémentaires appuis par des colonnes fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	
G. R. & I. . .	400	...	...	24' (7.315)	...	...	35' 7" (10.846)	...	...	...	...	...	...	...	Oui.	31,000 (9,072)	...	...	37' 11" (11.557)	...	...	...	...	...	...	...	...	1887
	367	5' (1.524)	Oui.	24' 11" (7.594)	Mixte.	Bois.	34' 6" (10.502)	...	35' 7" (10.846)	8' 9" (2.667)	...	...	...	...	...	23,300 (10,569)	...	697 (383.5)	37' 10" (11.531)	1' 3·2" (420)	...	400 (2,000)	10·13 (1.04)	...	...	Oui.	...	1890
Lehigh V. . .	50	...	—	23' 1" (7.036)	Métal.	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	23,300 (10,569)	...	778 (383.5)	37' 10" (11.531)	1' 3·5" (434)	...	454 (2,420)	8·80 (0.90)	...	...	—	...	...
	900	...	—	24' 3" (7.366)	...	...	34' 5" (10.441)	...	...	...	...	...	...	...	...	26,000 (11,793)	...	895 (383.5)	37' 11" (11.552)	1' 3·5" (375)	...	360 (1,920)	10·2 (1.02)	...	...	...	...	1885
L. & N. . . .	200	5' 3" (1.600)	—	24' 9" (7.544)	Mixte.	Bois.	36' 3" (11.046)	...	...	...	...	...	...	...	Oui.	26,500 (12,020)	...	883 (441.5)	38' (11.887)	1' 3·6" (437)	...	390 (1,950)	10·95 (1.08)	...	...	Oui.	...	1898
Mich. Cent. . .	124	5' (1.524)	—	25' 10⅝" (8.000)	—	—	40' (12.192)	Bois.	...	...	...	...	...	...	—	24,300 (11,022)	...	895 (441.5)	38' 4" (11.836)	1' 3·9" (484)	...	390 (2,500)	11·5 (1.13)	...	...	—	...	1895
N. Y. C. & H. R.	1,300	5' 2" (1.575)	—	25' 4" (7.721)	Métal.	Mixte.	35' (10.668)	...	35' 7" (10.846)	8' 11" (2.718)	...	...	...	...	—	24,300 (11,022)	...	810 (405.0)	38' 3½" (11.671)	1' 3·3" (428)	...	480 (2,400)	10·43 (1.07)	...	...	—	...	1896
Penna. Lines W.	877	...	—	29' (7.925)	—	Bois.	35' 7" (10.846)	...	35' 7" (10.846)	8' 11" (2.718)	...	...	...	...	—	23,500 (10,660)	...	783 (383.5)	37' 4" (11.384)	1' 3·2" (423)	...	440 (2,200)	10·5 (1.05)	...	...	—	...	1894
Penna. R. R. . .	932	...	—	29' (7.925)	Mixte.	Métal.	35' 7" (10.846)	...	...	...	...	...	...	...	—	23,100 (10,478)	...	770 (385.0)	37' 10½" (11.544)	1' 3·1" (423)	...	480 (2,400)	10·5 (1.08)	...	...	—	...	1894
Phila. & Reading. .	100	5' 2" (1.575)	—	24' (7.315)	Métal.	—	36' 1½" (11.017)	Bois.	34' 6" (10.515)	8' 10⅛" (2.698)	...	...	...	...	—	23,300 (10,569)	...	783 (383.5)	38' 4" (11.684)	1' 3·8" (442)	...	490 (2,450)	10·2 (1.04)	...	...	—	...	1896
So. Pacific. . .	...	5' (1.524)	—	28' 4" (8.636)	Mixte.	—	40' (12.192)	—	...	...	...	...	...	...	—	23,100 (10,478)	...	733 (366.5)	39' 9" (12.116)	...	...	373·31 (1,866.55)	9·4 (0.96)	...	...	—	...	1892
Southern Ry. . .	50	5' 7" (1.702)	—	30' 7" (9.322)	—	—	40' (12.192)	Bois.	40' (12.192)	9' (2.743)	...	...	...	...	—	25,300 (11,476)	60,000 (27,216)	845 (421.5)	43' 7½" (13.285)	1' 8·7" (520)	...	372 (1,860)	...	...	...	Un seul.	...	1898
	72	5' 7" (1.702)	—	30' 7" (9.322)	—	—	34' 1" (10.363)	—	34' 1" (10.363)	8' 11" (2.718)	...	...	...	...	—	24,300 (11,476)	60,000 (27,216)	845 (421.5)	43' 3½" (13.181)	1' 3·7" (420)	...	430 (2,150)	...	...	...	—	...	1889
T. St. L. & K. C. .	28	...	...	...	...	...	35' 1" (10.693)	—	35' 1" (10.693)	8' 8" (2.641)	...	...	...	...	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Union Pac. . . .	3	...	Oui.	24' (7.315)	Mixte.	Bois.	34' (10.363)	—	34' (10.363)	8' 4" (2.540)	...	...	...	...	Oui.	31,000 (14,061)	...	1,033 (516.5)	37' 3" (11.354)	1' 2·9" (417)	...	9·4 (0.96)	404·55 (2,022.75)	...	...	Oui.	...	1897
Vandalia . . .	105	5' 2" (1.575)	—	28' 8" (7.823)	—	—	36' (10.973)	...	...	...	...	...	...	...	—	21,100 (9,571)	...	703 (351.5)	39' (11.887)	1' 3·6" (437)	...	330 (1,650)	10·2 (1.04)	...	...	—	...	1892

Wagons plats de 60,000 lb. (27,216 kilog.). (*Suite.*)

Wagons plats de 70,000 lb. (31,751 kilog.).

Penna. Lines W.	44	...	Oui.	29' (7.925)	Métal.	Bois.	35' 7" (10.846)	Bois.	...	...	...	...	...	...	...	23,000 (10,705)	...	674 (337.0)	37' 4" (11.370)	1' 7·2" (538)	8·85 (0.91)	420 (2,100)	...	12 (60.14)	Oui.	...	Oui.	1898
Penna. R. R. . .	7	...	—	29' (7.925)	Mixte.	—	35' 7" (10.846)	...	...	...	...	...	...	...	—	23,100 (10,478)	...	746 (373.0)	37' 10½" (11.544)	1' 3·1" (423)	9·43 (0.98)	315 (1,575)	...	84·71 (421.35)	—	...	—	1884
Seaboard Air Line .	249	5' (1.524)	—	25' 11" (7.874)	Métal.	—	36' (10.973)	Bois.	36' (10.973)	8' 6" (2.591)	...	...	...	...	—	27,850 (12,633)	...	772 (386.0)	38' 9" (11.811)	1' 1·2" (370)	8·75 (0.90)	400 (2,000)	...	11·43 (63.00)	—	...	—	1896

Matériaux gros, etc. (1) Nouveaux.

1 année. (1) Nouveaux.

XVIII
375

Tableau A. (*Suite.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. *(Suite.)*

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1896.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Matériaux de construction de la caisse.	Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Les têtes de caisse sont-elles mobiles?	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable en pieds carrés (mètres carrés).
Wagons plats divers.															
A. T. & F. S.	335	4	...	Oui	...	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	...	...	...		...	...
O. R. R. & Nav.	54	4	...	—	...	—	—	30′ (9.144)	—	30′ (9.144)	8′ (2.438)			...	...
Southern Ry.	36	4	5′ 7″ (1.702)	—	21′ 1″ (6.476)	—	—	30′ 6″ (9.296)	—	30′ (9.296)	8′ 5″ (2.565)			...	...
	11	4	5′ (1.524)	—	20′ 7″ (6.274)	—	—	30′ (9.144)	—	30′ (9.144)	8′ 7″ (2.616)			...	...
	76	4	...	—	...	...	...	...	...	...	...			...	...
Union Pac.	198	4	...	—	21′ (6.401)	Mixte.	Bois.	30′ (9.144)	Bois.	30′ (9.144)	8′ 4″ (2.540)			...	...
Wagons plats spéciaux.															
A. T. & S. F.	3	4	...	Oui.	...	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Métal.	...	...	...		...	...
N. Y. C. & H. R.	10	4	5′ 6″ (1.676)	—	26′ (7.925)	—	Métal.	36′ 6″ (11.125)	...	36′ (10.973)	8′ 10″ (2.692)			...	...
	1	4	...	—	24′ (7.315)	Mixte.	Bois.	35′ 7″ (10.846)	...	...	...			...	...
Penna. Lines W.	1	...	...	—	...	...	...	...	...	...	...			...	...
	1	4	...	—	24′ (7.315)	Métal.	Bois.	35′ 7″ (10.846)	...	...	...			...	...
	2	8	...	—	21′ 9″ (6.629)	Mixte.	Métal.	39′ (11.887)	...	...	...			...	...
	2	...	...	—	21′ (6.401)	...	Bois.	35′ 4″ (10.769)	...	...	...			...	...
	2	4	...	—	24′ 6″ (7.467)	Métal.	Mixte.	36′ 4″ (11.074)	...	...	...			...	...
	2	8	...	—	33′ (6.096)	...	...	33′ (10.058)	...	...	...			...	...
Penna. R. R.	5	4	...	—	21′ 9″ (6.629)	Métal.	Métal.	40′ 5″ (12.319)	...	...	...			...	...
	4	...	...	—	21′ 9″ (6.629)	...	—	40′ 5″ (12.319)	...	...	...			...	...
	1	8	...	—	17′ (5.181)	Métal.	Bois.	31′ 10″ (9.703)	...	...	...			...	...
	1	8	...	—	35′ 6″ (10.820)	...	...	55′ 7″ (16.941)	...	...	...			...	...
	1	16	...	—	50′ (15.240)	Métal.	Métal.	87′ 7″ (26.695)	Métal.	...	...			...	...
	1	8	12′ (3.657)	—	19′ 9″ (6.020)	Mixte.	Bois.	36′ 4″ (11.074)	Bois.	36′ 4″ (11.074)	7′ 4″ (2.235)		4′ (1.219)	...	73·3 (2.076)
Phila. & Reading	1	6	9′ 6″ (2.895)	—	19′ 9½″ (6.035)	—	—	33′ (10.058)	—	36′ (10.973)	6′ 8″ (2.032)				

Tableau A. *(Suite.)*

Les freins sont-ils à action rapide?	Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilog. par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 livres) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée par chaque unité de capacité inscrite (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne métrique (millimètres).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite millimètres par tonne métrique).	Surface de plancher en pieds carrés par tonne américaine de capacité inscrite (mètres carrés par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	Deux ou plusieurs wagons peuvent-ils être couplés pour les chargements de grande longueur?	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Wagons plats divers.																
—	22,000 (9,979)	46,000 (20,865)	...	956 (468)	...	...	...	...	425· (2,125)	...	...	Oui.	...	60 p. c.	...	
Non.	16,000 (6,804)	24,000 (10,886)	...	1,333 (666.5)	32′ 7″ (9.931)	...	2′ 8·6″ (913)	20· (2.05)	...	...	...	—	...	En partie.	1881	
—	17,200 (7,802)	30,000 (9,072)	...	1,720 (860)	32′ 2″ (10.169)	...	2′ 7·8″ (857)	...	350· (1,750)	...	35·00 (192.90)	...	...	—	1871	
—	17,800 (8,074)	25,000 (11,340)	...	1,424 (712)	33′ 9″ (10.169)	...	2′ 7·8″ (890)	...	437·50 (2,187.50)	...	35·00 (192.90)	...	...	—	1868	
...	17,812 (8,079)	28,000 (12,700)	...	1,272 (636)	...	...	2′ 4·4″ (795)	17·8 (1·2)	530·17 (2,650.85)	...	37·87 (208.72)	...	...	...	1867	
En partie.	18,800 (8,568)	32,000 (14,515)	...	1,180 (590)	33′ 3″ (10.134)	...	2′ 0·8″ (694)	16·5 (1.69)	443·00 (2,215)	...	27·60 (152.9)	Oui.	...	En partie.	1881	
Wagons plats spéciaux.																
—	25,000 (11,340)	100,000 (45,359)	...	500 (250)	...	...	...	...	800 (4,000)	...	...	Oui.	...	60 p. c.	...	(1) Nouveau.
Oui.	23,000 (10,433)	100,000 (45,359)	...	580 (280)	39′ 3·7″ (11.981)	...	0′ 9·5″ (266)	6·55 (0.67)	1,030 (5,150)	...	20·60 (113.54)	—	...	Oui.	1898	Machines pondéreuses.
Non.	24,300 (11,022)	60,000 (27,216)	...	810 (405)	37′ 4″ (11.379)	...	1′ 2·9″ (417)	10·3 (1.05)	463 (2,315)	...	15·43 (85.04)	—	...	—	1889	Glaces.
—	...	60,000 (27,216)	...	1,000 (500)	...	...	1′ 2·9″ (417)	10·3 (1.05)	458 (2,290)	...	15·27 (84.16)	...	...	—	1897	Volants.
Non.	30,000 (13,608)	70,000 (34,473)	...	857 (427.5)	37′ 4″ (11.379)	...	1′ 0·7″ (356)	8·85 (0.91)	480 (2,400)	...	13·71 (75.56)	Oui.	...	—	1897	
—	31,800 (23,496)	100,000 (45,359)	...	1,000 (503)	42′ 2″ (12.852)	...	0′ 10·1″ (283)	5·92 (0.61)	2,667 (13,335)	...	53·34 (293.99)	—	...	Non.	1887	True à canons.
...	35,000 (16,148)	60,000 (27,216)	...	1,186 (593)	38′ 8½″ (11.798)	...	1′ 3·4″ (431)	11·1 (1.14)	1,200 (6,000)	...	40·00 (220.46)	...	...	...	1897	Machines.
Oui.	41,800 (18,960)	100,000 (45,359)	...	836 (418)	35′ 7½″ (11.763)	...	9·2″ (258)	6·5 (0.67)	1,500 (7,500)	...	30·00 (165.35)	Oui.	...	Oui.	1897	Machines et blindages.
—	41,300 (18,733)	100,000 (45,359)	...	826 (413)	35′ 3½″ (10.757)	...	8·4″ (235)	5·2 (0.53)	6,900 (34,500)	...	138·00 (760.59)	...	...	...	1892	Machines et blindages.
Oui.	51,000 (23,133)	100,000 (45,359)	...	1,020 (510)	42′ 8½″ (13.018)	...	10·3″ (288)	6·3 (0.65)	1,850 (9,000)	...	36·00 (198.42)	Oui.	...	Oui.	1889	Cables métalliques.
—	51,800 (23,496)	120,000 (54,431)	...	864 (434)	42′ 8½″ (13.018)	...	8·3″ (235)	5·2 (0.53)	2,400 (12,000)	...	40·00 (220.46)	...	...	—	1887	Cables métalliques.
Non.	36,100 (16,375)	70,000 (31,751)	...	1,031 (515.5)	33′ (10.058)	...	11·8″ (330)	8·1 (0.83)	1,400 (7,000)	...	40·00 (220.46)	Oui.	...	Non.	1869	Canons.
...	72,900 (33,067)	150,000 (68,039)	...	972 (486)	67′ 10½″ (20.688)	...	10·8″ (302)	...	6,500 (32,500)	...	86·67 (477.69)	...	...	...	1892	—
Oui.	175,000 (79,379)	285,000 (129,274)	...	1,249 (624.5)	89′ 10½″ (27.394)	...	7·6″ (213)	...	10,800 (54,000)	...	75·78 (417.67)	Non.	...	Oui.	1892	—
Non.	43,200 (19,595)	60,000 (27,216)	...	1,440 (720)	37′ 4″ (11.379)	...	1′ 2·9″ (417)	8·88 (0.91)	900 (4,500)	...	30·00 (165.35)	Oui.	...	—	1870	Canons.
—	38,300 (17,373)	100,000 (45,359)	52·2 (836.2)	766 (383)	37′ 4″ (11.379)	61 (548)	8·9″ (249)	4·40 (0.45)	1,000 (5,000)	...	20·00 (110.23)	...	...	—	1890	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE II.

Tableau B.

Description technique des wagons couv

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1888.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux, en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies ?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).
Wagons couverts de 30,000 lb. (13,607 kilog.).													
Ann Arbor	70	4	4′ 10″ (1.473)	Oui.	20′ 4″ (6.197)	Bois.	Bois.	29′ 11″ (9.118)	—	27′ 6″ (8.382)	8′ 2″ (2.489)	6′ (1.829)	1,350 (38.228)
Ches. & Ohio	71	4	5′ (1.524)	Non.	...	Bois & fer.	—	29′ 2″ (8.585)	—	27′ 4″ (8.331)	8′ (2.438)	6′ 1″ (1.930)	1,384 (39.188)
Mich. Cent.	3,970	4	5′ (1.524)	Oui.	19′ (5.791)	Mixte.	—	29′ (8.839)	—	28′ 5″ (8.661)	8′ 1″ (2.464)	6′ 5 1/2″ (1.962)	1,478 (41.850)
N. D. & C.	21	4	...	—	20′ 6″ (6.248)	—	—	30′ 2″ (9.195)	—	29′ 4″ (8.941)	8′ 1″ (2.464)	6′ 1″ (1.854)	1,442 (40.831)
O. R. R. & Nav.	305	4	...	—	20′ 4″ (6.197)	—	—	30′ (9.144)	—	29′ 5″ (8.966)	8′ (2.438)	6′ 1″ (1.854)	1,551 (43.909)
Penna. Lines W.	1,664	4	...	—	20′ 3 3/4″ (6.191)	—	—	29′ 10 3/4″ (9.112)	—	27′ 5 1/4″ (8.362)	7′ 11 1/2″ (2.419)	6′ 0 3/4″ (1.848)	1,328 (37.598)
Penna. R. R.	3,652	4	...	—	20′ 4 3/4″ (6.216)	—	—	29′ 10 3/4″ (9.112)	—	27′ 5 1/4″ (8.362)	7′ 11 1/2″ (2.419)	6′ 0 3/4″ (1.848)	1,326 (34.177)
Phila. & Reading	561	4	4′ 6 1/2″ (1.385)	—	19′ 10 1/4″ (6.051)	—	—	32′ 6 1/2″ (9.919)	—	29′ 4 1/2″ (8.954)	7′ 3″ (2.210)	6′ 4″ (1.930)	1,347 (38.167)
Southern Ry.	44	4	5′ (1.524)	—	20′ 0″ (6.224)	—	—	30′ 2″ (9.195)	—	29′ 5″ (8.966)	8′ 4″ (2.540)	6′ 8″ (1.889)	1,509 (42.728)
Union Pac.	95	4	...	—	18′ 10″ (5.740)	—	—	28′ (8.534)	—	27′ 6″ (8.382)	7′ 7″ (2.311)	6′ 4″ (1.930)	1,328 (37.598)
Vandalia	208	4	4′ 10″ (1.473)	—	20′ 8″ (6.299)	—	—	30′ (9.144)	—	28′ (8.534)	8′ (2.438)	6′ 1″ (1.854)	1,363 (38.594)
Wagons couverts de 40,000 lb. (18,144 kilog.).													
Allegheny Valley	75	4	4′ 10″ (1.473)	Oui.	26′ 8″ (8.128)	Mixte.	Bois.	36′ 4″ (11.074)	Bois.	33′ 9″ (10.287)	8′ 2″ (2.489)	7′ (2.134)	1,967 (55.696)
A. T. & S. F.	4,478	4	...	—	...	—	—	28′ 2″ (8.585)	—	27′ 6″ (8.382)	7′ 10″ (2.388)	6′ 3″ (1.905)	...
B. & M.	2,521	4	4′ 9 1/2″ (1.461)	—	21′ 1 3/4″ (6.445)	—	—	30′ 5 3/4″ (9.296)	—	30′ (9.144)	8′ 4 1/2″ (2.553)	6′ 10″ (2.083)	1,717 (48.617)
C. of Ga.	60	4	5′ (1.524)	—	22′ (6.705)	—	Mixte.	32′ (9.753)	Mixte.	31′ 4″ (9.550)	8′ 3″ (2.489)	6′ (1.829)	1,532 (43.407)
	227	4	5′ (1.524)	—	22′ (6.705)	—	—	32′ (9.753)	—	31′ 4″ (9.550)	8′ 3″ (2.489)	6′ 3″ (1.822)	1,541 (43.663)
Ches. & Ohio	989	4	5′ (1.524)	Non.	...	—	Bois.	30′ 2″ (9.195)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2 1/2″ (2.502)	6′ 10 1/4″ (2.096)	1,680 (47.634)
C. B. & Q.	3,365	4	5′ (1.524)	Oui.	24′ (7.315)	—	—	34′ (10.363)	—	33′ 3 7/8″ (10.158)	7′ 7″ (2.311)	6′ 6″ (1.981)	1,824 (51.694)
C. G. W.	2,500	4	...	—	22′ 7″ (6.883)	—	—	33′ 6″ (10.211)	—	33′ (10.058)	7′ 11 3/4″ (2.423)	7′ 2 1/2″ (2.197)	1,958 (55.503)
Mich. Cent.	1,272	4	5′ (1.524)	—	24′ (7.315)	—	—	34′ (10.363)	—	33′ 3 7/8″ (10.156)	8′ 4″ (2.540)	7′ 3″ (2.184)	1,969 (55.783)
	857	4	4′ 10″ (1.473)	—	24′ (7.315)	—	—	33′ 8″ (10.261)	—	33′ (10.058)	8′ 4″ (2.540)	7′ 1″ (2.159)	1,906 (54.001)
M. K. & T.	600	4	4′ 10″ (1.473)	—	25′ (7.620)	—	—	34′ 8″ (10.566)	—	34′ (10.368)	8′ 4″ (2.540)		

ANNEXE II.

le transport des marchandises.

Tableau B.

...mins. Les freins sont-ils à action rapide ?	DIVERS. Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par m³.	Poids mort par tonne de 2,240 liv. de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique)	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou les diverses parties sont-elles séparées par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Wagons couverts de 30,000 lb. (13,607 kilog.).														
Non. Non.	20,000 (9,072)	30,000 (13,608)	14·8 (237.1)	1,333 (666.5)	31′ 8″ (9.652)	·28″ (231)	2′ 08″ (674)	440 (2,200)	·326 (46.67)	29·33 (161.65)	Un seul.	Oui.	1870	
– –	20,000 (9,072)	30,000 (13,608)	14·4 (230.7)	1,333 (666.5)	29′ 9″ (9.068)	·26″ (233)	2′ (672)	...	...	...	—	Non.	...	
p. c. 20 p. c.	22,000 (9,979)	30,000 (13,608)	14·8 (237.1)	1,466 (733.0)	32′ 4 1/2″ (9.858)	·262″ (235)	2′ 1 7/8″ (724)	...	...	...	—	Oui.	1872	
Oui. Oui.	21,000 (9,525)	...	14 (224.3)	1,400 (700.0)	32′ 7″ (9.931)	·271″ (243)	2′ 2·06″ (730)	250 (1,250)	·17 (30.02)	16·67 (91.88)	—	—	1883	
Non. Non.	22,000 (9,979)	30,000 (13,608)	14·5 (232.3)	1,466 (733.0)	32′ 7″ (9.931)	·271″ (231)	2′ 2″ (728)	...	...	...	—	—	1883	
– –	20,300 (9,208)	30,000 (13,608)	15·37 (246.2)	1,353 (676.5)	31′ 0 3/4″ (9.408)	·282″ (253)	2′ 8″ (840)	520 (2,600) 45 % 500 (2,500) 55 –	·394 (60.57) ·38 (67.10)	34·67 (194.09) 33·33 (183.70)	... Un seul.	Non 45 p. c. Oui 55 p. c.	1879 1870	
– –	20,300 (9,208)	30,000 (13,608)	16·8 (269.1)	1,353 (676.5)	32′ 2 1/4″ (9.810)	·32″ (257)	2′ 1·8″ (722)	500 (2,500)	·414 (73.11)	33·33 (183.70)	—	En partie.	1879	
– –	19,000 (9,027)	30,000 (13,608)	14·78 (236.3)	1,326 (663.0)	32′ 8″ (10.261)	·283″ (258)	2′ 2·9″ (753)	400 (2,000)	·296 (52.27)	26·66 (146.94)	—	Oui 46·5 p. c.	1870	
En partie. Oui.	22,600 (10,251)	30,000 (13,608)	14·97 (230.8)	1,507 (753.5)	32′ 8″ (10.261)	·30″ (233)	2′ 2·9″ (753)	500 (2,750)	·364 (64.28)	36·66 (202.05)	—	En partie.	—	
Oui. –	21,113 (9,577)	30,000 (13,608)	15·9 (254.7)	1,407 (703.5)	31′ 5″ (9.525)	·283″ (254)	2′ 9″ (868)	467·58 (2,337.90)	·354 (62.51)	31·17 (171.80)	—	Oui.	1878	
Oui Oui.	20,200 (9,163)	30,000 (13,608)	14·8 (237.1)	1,347 (673.5)	31′ (9.449)	·27″ (242)	2′ 1″ (700)	...	...	...	—	Oui 65 p. c.	1865	
Wagons couverts de 40,000 lb. (18,144 kilog.).														
Oui. Oui.	26,500 (12,020)	40,000 (18,144)	13·5 (216.3)	1,325 (662.5)	38′ 1″ (11.608)	·23″ (203)	1′ 11″ (644)	520 (2,600)	·26·43 (46.67)	26 (143.30)	Un seul.	Oui.	1880	
p. c. 62 p. c.	22,000 (9,979)	...	...	...	...	...	...	500 (2,500)	...	...	—	60 p. c.	...	
p. c. 55 p. c.	22,000 (9,979)	40,000 (18,144)	12·81 (205.2)	1,100 (550.0)	33′ 11 1/2″ (10.351)	·228″ (205)	1′ 8″ (590)	425 (2,125)	·24·6 (43.44)	21·25 (117.12	—	...	...	
Non. Non.	24,200 (10,977)	40,000 (18,144)	15·9 (254.7)	1,210 (605.0)	34′ 6″ (10.515)	·264″ (237)	1′ 8·6″ (577)	500 (2,500)	·32 (56.51)	25 (137.79)	—	Non.	1883	A ventilateurs.
– –	22,000 (9,979)	40,000 (18,144)	14·2 (227.5)	1,100 (550.0)	34′ 6″ (10.515)	·264″ (237)	1′ 8·6″ (577)	475 (2,375)	·30 (52.97)	23·75 (130.90)	—	—	1876.	
– –	23,000 (10,433)	40,000 (18,144)	16·4 (262.7)	1,150 (575.0)	31′ 9″ (9.677)	·28″ (251)	1′ 7″ (532)	...	...	...	—	Oui.	...	
En parte. Oui.	26,000 (11,793)	40,000 (18,144)	21·28 (340.9)	1,300 (550.0)	36′ 6 1/2″ (11.138)	·233″ (209)	1′ 8·3″ (570)	...	...	...	—	—	...	
– –	24,000 (11,294)	40,000 (18,144)	15·27 (244.6)	1,245 (622.5)	36′ (10.973)	·264″ (237)	1′ 9·6″ (605)	400 (2,000)	·25 (44.15)	20·00 (110.23)	—	—	1885	
p. c. –	25,000 (11,340)	40,000 (18,144)	13·2 (211.5)	1,250 (625.0)	37′ 4 1/4″ (11.382)	·277″ (213)	1′ 10 3/4″ (626)	500 (2,500)	·26 (45.91)	25· (137.70)	—	—	1880	
– ...	27,500 (12,474)	40,000 (18,144)	...	...	36′ 9″ (11.201)	·224″ (201)	1′ 10″ (616)	560 (2,800)	...	...	—	...	...	
– ...	27,000 (12,247)	40,000 (18,144)	...	...	37′ 9″ (11.506)	·216″ (194)	1′ 10″ (616)	...	...	...	—	...	...	

Nom de la compagnie	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	Essieux et bogies. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	Châssis. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	Caisse. Matériaux de construction de la caisse.
Wagons couverts de 40,000 lb. (18,144 kilog.). (*Suite.*)									
N. Y. C. & H. R.	2,000	4	5' 2" (1.575)	Oui.	19' 4" (5.893)	Mixte.	Mixte.	29' (8.839)	Bois.
	2,200	4	5' 2" (1.575)	—	24' 4" (7.417)	—	—	34' (10.363)	—
O. R. R. & Nav.	936	4	...	—	24' 4" (7.417)	—	Bois.	34' (10.363)	—
Penna. Lines W.	6,092	4	...	—	26' 10" (8.179)	—	—	36' 4" (11.074)	—
Penna. R. R.	729	4	...	...	20' 4 3/4" (6.216)	—	—	29' 10 3/4" (9.112)	—
	1,269	4	...	Oui.	26' 10" (8.179)	—	—	36' 4" (11.074)	...
Phila. & Reading	902	4	4' 6 1/2" (1.385)	—	23' 10" (7.264)	—	—	36' 6 1/2" (11.138)	Bois.
Pgh. & Western	435	4	4' 10" (1.473)	—	24' 6" (7.467)	Bois.	—	34' 6" (10.515)	—
Southern Ry	442	4	5' 7" (1.702)	—	23' (7.010)	Mixte.	—	32' 5" (9.880)	—
	4,538	4	5' 7" (1.702)	—	23' 3" (7.086)	—	—	32' 8" (9.957)	—
Union Pac.	23	4	...	—	23' 8 1/2" (7.226)	—	—	32' (9.753)	—
	1,068	4	...	—	24' 8" (7.518)	—	—	34' (10.363)	—
Vandalia	400	4	4' 10" (1.473)	—	26' (7.925)	—	—	36' 6" (11.125)	—
	331	4	4' 10" (1.473)	—	20' 8" (6.299)	—	—	30' (9.144)	—
Wis. Cent.	1,469	4	5' (1.524)	—	23' 9" (7.239)	—	—	33' 5" (10.185)	—
	461	4	5' (1.524)	—	23' 6" (7.163)	—	Mixte.	34' (10.363)	—
Wagons couverts de 50,000 lb. (22,680 kilog.).									
C. of Ga.	43	4	5' (1.524)	Oui.	24' (7.315)	Mixte.	Mixte.	34' (10.363)	Mixte.
	218	4	5' (1.524)	—	24' (7.315)	—	—	34' (10.363)	Bois.
Ches. & Ohio	93	4	5' (1.524)	Non.	24' 6" (7.467)	—	Bois.	34' 6" (10.515)	—
	1,715	4	5' (1.524)	—	24' 6" (7.467)	—	—	34' 6" (10.515)	—
C. B. & Q.	131	4	5' (1.524)	Oui.	24' (7.315)	—	—	34' (10.363)	—
C. G. W.	1,000	4	...	—	23' 10" (7.264)	—	—	34' 6" (10.515)	—
M. K. & T.	683	4	4' 10" (1.473)	—	25' (7.620)	—	—	34' 8" (10.566)	—
N. D. & C.	1	4	...	—	21' 8" (6.604)	—	—	31' 4" (9.550)	—
N. Y. C. & H. R.	7,500	4	5' 2" (1.575)	—	24' 4" (7.417)	—	Mixte.	34' (10.363)	—
O. R. R. & Nav.	505	4	...	—	24' 8" (7.518)	—	Bois.	34' (10.363)	—
Penna. Lines W.	3,770	4	...	—	26' 10" (8.179)	—	—	36' 4" (11.074)	—

Nom de la compagnie	Caisse. Dimensions intérieures. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable	Freins. Le wagon est-il muni de freins à action mécanique?	Les freins sont-ils à action rapide?	Divers. Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).
Wagons couverts de 40,000 lb. (18,144 kilog.). (*Suite.*)											
N. Y. C. & H. R.	28' 4" (8.636)	8' 2·4" (2.499)	6' 2·3" (1.188)	1,407 (39.840)	[illegible]	Non.	Non.	21,100 (9,571)	40,000 (18,144)	14·99 (240.1)	1,055 (527.5)
	33' 4" (10.160)	8' 2·4" (2.499)	6' 2·3" (1.188)	1,654 (46.834)	[illegible]	—	—	23,700 (10,750)	40,000 (18,144)	13·72 (219.8)	1,185 (592.5)
O. R. R. & Nav.	33' 1 1/4" (10.090)	7' 5 1/2" (2.274)	6' 8" (2.032)	1,643 (46.522)	[illegible]	Oui.	Oui.	24,000 (10,886)	40,000 (18,144)	14·5 (232.3)	1,200 (600.0)
Penna. Lines W.	33' 10 1/4" (10.318)	8' 4 1/2" (2.553)	7' 2 3/4" (2.203)	2,044 (57.876)	[illegible]	Oui.	Oui.	24,900 (11,294)	40,000 (18,144)	12·18 (195.1)	1,245 (622.5)
Penna. R. R.	27' 5 1/4" (8.360)	7' 11 1/4" (2.419)	6' 0 3/4" (1.848)	1,207 (34.177)	[illegible]	28 p. c. Non.	28 p. c. Non.	20,300 (9,208)	...	16·8 (269.1)	1,015 (507.5)
	33' 10 1/4" (10.318)	8' 4 1/4" (2.546)	7' 2 3/4" (2.203)	2,109 (59.717)	[illegible]	10 p. c.	10 p. c.	24,900 (11,294)	...	11·8 (189)	1,245 (622.5)
Phila. & Reading	33' 4 1/2" (10.173)	7' 3" (2.210)	6' 4" (1.930)	1,532 (43.379)	[illegible]	Non.	Non.	20,800 (9,435)	40,000 (18,144)	13·57 (217.4)	1,040 (520.0)
Pgh. & Western	33' (10.058)	8' 2" (2.489)	6' 3" (1.905)	1,615 (45.729)	[illegible]	—	—	22,000 (9,979)	40,000 (18,144)	13·62 (218.2)	1,100 (550.6)
Southern Ry	31' 9" (9.677)	8' 3" (2.514)	6' 7" (2.007)	1,726 (48.872)	[illegible]	En partie.	En partie.	27,780 (12,601)	40,000 (18,144)	16·09 (257.8)	1,389 (694.5)
	31' 9" (9.677)	8' 5" (2.565)	6' 6" (1.981)	1,737 (49.184)	[illegible]	—	—	28,170 (12,778)	...	16·21 (259.7)	1,409 (704.5)
Union Pac.	31' 6" (9.601)	7' 8" (2.337)	6' 5" (1.956)	1,549 (43.860)	[illegible]	Oui.	Oui.	25,380 (11,512)	40,000 (18,144)	16·3 (261.1)	1,269 (634.5)
	33' 6" (10.211)	7' 8" (2.337)	6' 5" (1.956)	1,642 (46.494)	[illegible]	—	—	25,380 (11,512)	40,000 (18,144)	15·4 (246.7)	1,269 (634.5)
Vandalia	34' (10.363)	8' 5" (2.565)	7' 1" (2.159)	2,026 (57.367)	[illegible]	55 p. c. Oui.	55 p. c. Oui.	25,500 (11,567)	40,000 (18,144)	15·6 (249.9)	1,275 (637.5)
	28' (8.534)	8' (2.438)	6' 1" (1.854)	1,363 (38.594)	[illegible]	—	—	20,600 (9,344)	40,000 (18,144)	15·1 (241.9)	1,030 (515.0)
Wis. Cent.	33' (10.058)	7' 10" (2.388)	6' 2" (1.880)	1,590 (45.021)	[illegible]	Non.	Non.	22,000 (9,979)	40,000 (18,144)	13·8 (221.1)	1,100 (550.0)
	33' 6" (10.211)	8' 3" (2.514)	7' 2" (2.184)	1,980 (56.064)	[illegible]	Oui.	Oui.	25,000 (11,340)	40,000 (18,144)	12·7 (203.5)	1,250 (625.0)
Wagons couverts de 50,000 lb. (22,680 kilog.).											
C. of Ga.	33' 4" (10.160)	8' 2" (2.489)	6' 2" (1.880)	1,675 (47.428)	[illegible]	Non.	Non.	25,000 (11,340)	...	14·9 (238.7)	1,000 (500.0)
	33' 4" (10.160)	8' 2" (2.489)	6' 2" (1.880)	1,675 (47.428)	[illegible]	—	—	22,600 (10,251)	...	13·4 (214.7)	900 (450.0)
Ches. & Ohio	33' 11" (10.338)	8' 2" (2.489)	6' 9" (2.057)	1,869 (52.921)	[illegible]	Oui.	Oui.	31,000 (14,061)	...	16·6 (265.9)	1,240 (620.0)
	33' 11" (10.338)	8' 2" (2.489)	6' 8" (2.032)	1,847 (52.298)	[illegible]	Non.	Non.	25,000 (11,340)	...	13·5 (216.3)	1,000 (500.0)
C. B. & Q.	33' 5 1/2" (10.198)	8' 2 1/2" (2.502)	6' 10 1/2" (2.096)	1,880 (53.233)	[illegible]	En partie.	Oui.	27,300 (12,383)	...	26·6 (426.1)	1,092 (546.0)
C. G. W.	34' (10.363)	8' (2.438)	7' (2.134)	1,904 (53.912)	[illegible]	Oui.	—	26,500 (12,020)	...	13·92 (223)	1,060 (530.0)
M. K. & T.	34' (10.363)	8' 2 1/2" (2.502)	7' (2.134)	1,952 (55.271)	[illegible]	...	...	28,500 (12,927)	...	...	...
N. D. & C.	30' 6" (9.296)	8' 1" (2.464)	6' 4" (1.930)	1,561 (44.200)	[illegible]	Oui.	Oui.	22,000 (9,979)	...	14· (224.3)	880 (440.0)
N. Y. C. & H. R.	33' 4" (10.160)	8' 2·5" (2.502)	6' 2 1/4" (1.886)	1,654 (46.834)	[illegible]	—	—	24,000 (10,886)	...	14·5 (232.3)	960 (480.0)
O. R. R. & Nav.	33' 5 3/4" (10.204)	7' 7 3/4" (2.330)	6' 8 1/4" (2.038)	1,680 (47.570)	[illegible]	—	—	25,900 (11,748)	...	15·5 (248.3)	1,036 (518.0)
Penna. Lines W.	33' 10 1/4" (10.318)	8' 1 1/4" (2.470)	7' 1 1/4" (2.165)	1,947 (55.130)	[illegible]	Non.	Non.	27,700 (12,565)	...	14·2 (227.5)	1,108 (594.0)

Nom de la compagnie	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Wagons couverts de 40,000 lb. (18,144 kilog.). (*Suite.*)										
N. Y. C. & H. R.	32' 3·4" (9.840)	·275" (247)	1' 7·4" (543)	425· (2,125)	·302 (53.33)	21·25 (117.12)	Un seul.	Oui.	1880	
	37' 3·6" (11.369)	·271" (243)	1' 10 2/5" (627)	450· (2,250)	·267 (47.15)	22·50 (124.01)	—	—	1880	
O. R. R. & Nav.	36' 7" (11.150)	·267" (240)	1' 9·9" (613)	...	...	...	—	—	1888	
Penna. Lines W.	38' 1" (11.608)	·223" (200)	1' 10 2/3" (634)	475· (2,375)	·232 (40.97)	23·75 (130.90)	—	—	1881	
Penna. R. R.	32' 2 1/4" (9.810)	·32" (287)	1' 7·3" (540)	500· (2 500)	·414 (73.11)	25· (137.79)	...	75 p. c.	1879	
	38' 7 1/2" (11.773)	·22" (197)	1' 11·1" (647)	510· (2,550)	·242 (42.73)	25·50 (140.54)	Un seul.	40 p. c.	1881	
Phila. & Reading	37' 8" (11.481)	·288" (258)	1' 10·6" (633)	500· (2.500)	·326 (57.57)	20·00 (110.23)	—	Oui.	1880	
Pgh. & Western	37' (11.277)	·408" (366)	1' 10 1/5" (622)	450· (2,250)	·28 (49.44)	22·50 (124.01)	—	Non.	1883	
Southern Ry	34' 10" (10.617)	·24" (215)	1' 8·9" (585)	460· (2,300)	·266 (46.97)	23·00 (126.77)	—	En partie.	1889	A ventilateurs.
	35' 6" (10.820)	·24" (215)	1' 9·3" (596)	534· (2.670)	·307 (54.21)	26·07 (143.69)	—	—	1871	
Union Pac.	35' 3" (10.744)	·272" (244)	1' 9·1" (591)	677·41 (3,387.05)	·437 (77.17)	33·87 (186.68)	—	Oui.	1880	
	37' 3" (11.354)	·271" (243)	1' 10·3" (624)	454·08 (2,270.40)	·276 (48.74)	22·70 (125.11)	—	—	1886	
Vandalia	37' 6" (11.430)	·22" (197)	1' 10 1/2" (630)	475· (2,375)	·234 (41.32)	23·75 (130.90)	—	65 p. c. Oui.	1886	
	31' (9.449)	·27" (242)	1' 6·6" (521)	425· (2,125)	·311 (54.92)	21·27 (117.23)	—	—	1883	
Wis. Cent.	35' 9" (10.896)	·252" (226)	1' 8·4" (571)	475· (2,375)	·30 (52.97)	23·75 (130.89)	—	En partie.	1871-87	
	36' 4" (11.074) 37' 2" (11.328)	·204" (183)	1' 8·4" (571)	570· (2,850)	·29 (51.20)	28·50 (157.08)	—	—	1888	
Wagons couverts de 50,000 lb. (22,680 kilog.).										
C. of Ga.	37' (11.277)	·264" (237)	1' 5 2/3" (494)	525· (2,625)	·31 (54.74)	21·00 (115.74)	Un seul.	Non.	1886	A ventilateurs.
	37' (11.277)	·264" (237)	1' 5 2/3" (494)	525· (2.625)	·31 (54.74)	21·00 (115.74)	—	—	1887	
Ches. & Ohio	36' 1" (10.998)	·23" (206)	1' 5" (476)	...	...	...	—	Oui.	...	Fourgon à messageries.
	36' 1" (10.998)	·23" (206)	1' 5" (476)	...	...	...	—	—	...	
C. B. & Q.	36' 6 1/2" (11.138)	·233" (209)	1' 5 1/2" (490)	...	...	...	—	—	...	
C. G. W.	37' (11.277)	·228" (205)	1' 6" (504)	465· (2,326)	·24 (42.38)	18·60 (102.51)	—	—	1860	
M. K. & T.	37' 9" (11.500)	·193" (173)	1' 6" (504)	632· (3,160)	...	...	—	...	...	
N. D. & C.	33' 9" (10.287)	·259" (232)	1' 4·2" (454)	550· (2,750)	·35 (61.80)	22·00 (121.25)	—	Oui.	1888	
N. Y. C. & H. R.	37' 3" (11.354)	·271" (243)	1' 5·9" (501)	570· (2,850)	·345 (60.92)	22·80 (125.66)	—	—	1888	
O. R. R. & Nav.	36' 7" (11.150)	·261" (234)	1' 5 3/5" (492)	...	...	...	—	—	1890	
Penna. Lines W.	38' 1" (11.608)	·234" (210)	1' 6·2" (510)	530· (2,650)	·272 (48.03)	21·20 (116.84)	—	—	1895	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES.					CHASSIS.		CAISSE.	DIMENSIONS INTÉRIEURES.				
		Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction de la caisse.	Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable
Wagons couverts de 50,000 lb. (22,680 kilog.). (*Suite.*)														
Penna. R. R.	5	...	...	...	26' 10'' (8.179)	Mixte.	...	36' 4'' (11.074)	...	33' 10 ¼'' (10.318)	8' 1 ¼'' (2.470)	7' 2 ¾'' (2.203)	2,109 (59.717)	[illegible]
	871	4	...	Oui.	26' 7 ½'' (8.115)	—	Bois.	36' 4'' (11.074)	Bois.	33' 10 ¼'' (10.318)	8' 1 ¼'' (2.470)	7' 1 ¼'' (2.165)	2,047 (57.961)	[illegible]
Phila. & Reading	1,808	4	5' (1.524)	—	22' 8'' (6.909)	—	—	34' 5'' (10.490)	—	33' 6'' (10.211)	8' 2'' (2.489)	6' 9'' (2.057)	1,847 (52.298)	[illegible]
Southern Ry.	1,181	4	5' (1.524)	—	24' 7'' (7.493)	—	—	34' (10.363)	—	33' 4'' (10.160)	8' 1'' (2.464)	6' 6'' (1.981)	1,751 (49.580)	[illegible]
	467	4	5' (1.524)	—	24' 7'' (7.493)	—	Bois.	34' (10.363)	—	33' 4'' (10.160)	8' 4 ½'' (2.553)	6' 6' (1.981)	1,805 (51.109)	[illegible]
T. St. L. & K. C.	...	4	5' (1.524)	—	24' 3'' (7.391)	—	Métal.	34' (10.363)	—	33' 6'' (10.211)	8' 6'' (2.591)	7' (2.134)	...	[illegible]
Union Pac.	2,213	4	5' (1.524)	—	24' 8'' (7.518)	—	Bois.	34' (10.363)	—	33' 6'' (10.211)	7' 8'' (2.337)	6' 5'' (1.956)	1,642 (46.494)	[illegible]
Vandalia	108	4	5' (1.524)	—	26' (7.925)	—	—	36' 6'' (11.125)	—	34' (10.363)	8' 5'' (2.565)	7' 2'' (2.184)	2,050 (58.046)	[illegible]
Wis. Cent.	623	4	5' 2'' (1.575)	—	24' (7.315)	—	Mixte.	34' (10.363)	—	33' 6'' (10.211)	8' 3'' (2.514)	7' 2'' (2.184)	1,980 (56.064)	[illegible]
Wagons couverts de 60,000 lb. (27,216 kilog.).														
Allegheny Valley	243	...	...	...	...	...	Mixte.	...	...	...	...	...	...	[illegible]
	110	4	5' (1.524)	Oui.	26' 8'' (8.128)	Mixte.	Bois.	36' 4'' (11.074)	Mixte.	33' 9'' (10.287)	8' 2'' (2.489)	7' (2.134)	1,925 (54.507)	[illegible]
A. T. & S. F.	510	4	...	—	...	Métal.	—	34' 2'' (10.414)	Bois.	33' 4'' (10.160)	8' 3'' (2.514)	6' 11'' (2.108)	...	[illegible]
B. & M.	...	...	...	...	...	200 Métal.	...	...	...	...	...	...	...	[illegible]
	1,929	4	4' 9 ½'' (1.461)	Oui.	25' 1 ¾'' (7.664)	1,729 Mixte.	Bois.	34' 5 ¾'' (10.509)	Bois.	34' (10.363)	8' 4 ½'' (2.553)	6' 10'' (2.083)	1,946 (55.102)	[illegible]
B. & M. R.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[illegible]
C. of Ga.	1,010	4	5' 1'' (1.549)	...	24' (7.315)	Mixte.	Mixte.	34' (10.363)	Mixte.	33' 6'' (10.211)	8' (2.438)	6' 6'' (1.981)	1,742 (49.325)	[illegible]
	975	4	5' 6'' (1.676)	Oui.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[illegible]
	186	4	5' 1'' (1.549)	—	24' (7.315)	Mixte.	Mixte.	34' (10.363)	Mixte.	33' 6'' (10.211)	8' (2.438)	6' 6'' (1.981)	1,742 (49.325)	[illegible]
Ches. & Ohio	2,266	...	...	...	24' 6'' (7.467)	...	...	36' 2'' (11.023)	...	34' (10.363)	7' 9'' (2.362)	6' 10'' (2.083)	1,801 (50.995)	[illegible]
	1,000	4	5' (1.524)	Non.	26' 5'' (8.052)	Mixte.	Bois.	38' 1'' (11.608)	Bois.	36' (10.973)	8' 2'' (2.489)	7' 5'' (2.261)	2,180 (61.72[illegible])	[illegible]
C. B. & Q.	3,696	4	5' (1.524)	Oui.	24' (7.315)	Fer.	—	34' (10.363)	—	33' 4 ½'' (10.173)	8' 1 ½'' (2.477)	7' 4 ⅝'' (2.251)	2,003 (56.716)	[illegible]
C. G. W.	550	4	...	—	25' 9 ⅝'' (7.864)	Métal.	—	36' 7 ⅝'' (11.166)	—	36' (10.973)	8' 6'' (2.591)	7' 6'' (2.286)	2,295 (64.984)	[illegible]
C. R. I. & P.	2,914	4	5' (1.524)	—	23' 11'' (7.290)	—	—	34' 1'' (10.388)	—	33' 5 ¼'' (10.191)	7' 11 ¼'' (2.419)	6' 6 ¼'' (1.987)	1,730 (48.985)	[illegible]
C. St. P. M. & O.	6,555	4	5' (1.524)	—	24' (7.315)	Mixte.	—	...	—	33' 5'' (10.185)	8' 3 ¼'' (2.520)	6' 10 ¼'' (2.089)	1,897 (53.714)	[illegible]
G. R. & I.	20	4	5' (1.524)	—	28' 1 ½'' (8.573)	—	—	38' 5 ½'' (11.722)	—	36' (10.973)	8' 1 ½'' (2.477)	7' 4 ¾'' (2.254)	2,162 (61.218)	[illegible]
	516	4	5' (1.524)	—	26' 7 ½'' (8.115)	—	—	34' 8 ¾'' (10.585)	—	33' 10 ¼'' (10.318)	8' 1 ¼'' (2.470)	7' 2 ½'' (2.197)	1,974 (55.894)	[illegible]
Lehigh V.	1,992	4	...	—	25' (7.620)	Métal.	—	35' (10.668)	—	34' ½'' (10.376)	8' ½'' (2.451)	7' 1'' (2.159)	1,939 (54.90[illegible])	[illegible]

NOM DE LA COMPAGNIE.	FREINS.		DIVERS.													Observations.
	Le wagon est-il muni de freins à action mécanique?	Les freins sont-ils à action rapide?	Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	
Wagons couverts de 50,000 lb. (22,680 kilog.). (*Suite.*)																
Penna. R. R.	—	...	25,400 (11,521)	...	11·8 (189)	1,016 (508.0)	38' 7 ½'' (11.773)	·22'' (197)	1' 6·5'' (518)	525 (2,625)	·249 (43.97)	21·00 (115.74)	...	Oui.	1881	
	Non.	Non.	27,700 (12,565)	...	13·5 (216.3)	1,108 (554.0)	38' 1'' (11.608)	·22'' (197)	1' 6·3'' (512)	515 (2,575)	·252 (44.50)	20·60 (113.54)	Un seul.	45 p. c.	1885	
Phila. & Reading	[illegible] p. c. Oui	90 p. c. Oui.	26,200 (11,884)	...	14·18 (227.2)	1,048 (524.0)	37' 8'' (11.481)	·24'' (215)	1' 6·1'' (507)	540 (2,700)	·292 (51.56)	21·60 (119.05)	—	Oui.	1891	
Southern Ry.	En partie.	En partie.	29,970 (13,594)	...	17·11 (274.1)	1,199 (599.5)	36' 6 ½'' (11.138)	·25'' (224)	1' 5·5'' (490)	478·60 (2,393)	·273 (48.21)	19·14 (105.49)	—	En partie.	1889	A ventilateurs.
	—	—	28,970 (13,141)	...	16·05 (257.1)	1,159 (579.5)	36' 6'' (11.125)	·24'' (215)	1' 5 ½'' (490)	442 (2,210)	·244 (43.09)	17·68 (97.44)	—	—	1886	
T. St. L. & K. C.	Oui.	Oui.	25,000 (11,340)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Oui.	...	
Union Pac.	—	—	26,125 (11,850)	...	15·9 (254.7)	1,045 (522.5)	37' 3'' (11.354)	·271'' (243)	1' 5·9'' (501)	533·60 (2,668)	·325 (57.39)	21·34 (117.62)	Un seul.	—	1888	
Vandalia	[illegible] p. c. Oui.	55 p. c. Oui.	26,000 (11,793)	...	12·7 (203.5)	1,040 (520)	37' 6'' (11.430)	·20'' (179)	1' 6'' (504)	461 (2,305)	·224 (39.55)	18·44 (101.63)	—	65 p. c. Oui.	1888	
Wis. Cent.	Oui.	Oui.	28,000 (12,700)	...	14·1 (225.9)	1,120 (560)	37' 2'' (11.328)	·204'' (183)	1' 4 ⅔'' (466)	584 (2,920)	·29 (51.21)	23·36 (128.75)	—	Oui.	1891	
Wagons couverts de 60,000 lb. (27,216 kilog.).																
Allegheny Valley	...	...	29,500 (13,381)	...	15·3 (245.1)	1,475 (727.5)	...	...	...	510 (2,550)	·265 (46.79)	17· (93.70)	...	...	1893	
	Oui.	Oui.	29,000 (13,154)	...	15·[illegible] (240.3)	1,450 (725)	38' 1'' (11.608)	·23'' (206)	1' 3'' (420)	515 (2,575)	·268 (47,32)	17·16 (94.58)	Un seul.	Oui.	1885	
A. T. & S. F.	[illegible] p. c.	62 p. c.	30,000 (13,608)	...	...	...	...	...	...	550 (2,750)	...	...	—	60 p. c.	...	
B. & M.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	530 (2,650) 200 (1,000)	·277 (48.91)	17·66 (97.33)	...	...	...	
	[illegible] p. c.	55 p. c.	24,000 (10,886)	...	12·3 (197)	800 (400)	37' 11 ½'' (11.570)	·228'' (205)	1' 1·9'' (389)	475 (2,375) 1,729 (8,645)	·244 (43.09)	15·83 (87.25)	Un seul.	55 p. c.	...	
B. & M. R.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Voir la réponse du C. B. & Q.
C. of Ga.	Non.	Non.	26,500 (12,020)	...	15 (240.3)	883 (441.5)	37' (11.277)	·252'' (226)	1' 2·7'' (412)	530 (2,650)	·30 (52.97)	17·66 (97.33)	Un seul.	Oui.	1889	A ventilateurs.
	Oui.	Oui.	31,750 (14,402)	...	18 (288.4)	1,058 (529)	...	...	...	580 (2,900)	·33 (58.27)	19·33 (106.54)	...	...	1892	
	Non.	Non.	24,200 (10,977)	...	13·8 (221.1)	806 (403)	37' (11.277)	·252'' (226)	1' 2·7'' (412)	540 (2,700)	·30 (52.97)	14·66 (80.80)	Un seul.	Oui.	1890	
Ches. & Ohio	—	...	28,000 (12,700)	...	15·5 (248.3)	933 (466.5)	37' 9'' (11.506)	·25'' (224)	1' 3'' (420)	...	...	...	...	...	...	
	Oui.	Oui.	31,000 (14,061)	...	14·2 (227.5)	1,033 (516.5)	39' 8'' (12.090)	·21'' (188)	1' 4'' (448)	...	...	...	Un seul.	Oui.	...	
C. B. & Q.	—	—	31,500 (14,288)	...	29·96 (480)	1,050 (525)	36' 6 ¾'' (11.144)	·214'' (192)	1' 2·6'' (409)	514 (2,570)	...	...	—	—	...	
C. G. W.	—	—	30,000 (13,608)	...	13·07 (209.4)	1,000 (500)	39' 1 ⅝'' (11.928)	·204'' (183)	1' 3·6'' (437)	500 (2,500)	·21 (37.08)	16·67 (91.88)	—	—	1893	
C. R. I. & P.	—	—	29,000 (13,154)	...	16·76 (268.5)	966 (483)	37' 7 ¼'' (11.461)	·261'' (234)	1' 3'' (420)	458 (2,290)	·265 (46.79)	15·26 (84.11)	—	—	1896	
C. St. P. M. & O.	—	—	29,000 (13,154)	...	15·29 (244.9)	966 (483)	37' (11.277)	·234'' (210)	1' 2·8'' (414)	480 (2,400)	·25 (44.15)	16 (88.18)	—	—	1888-92	
G. R. & I.	—	—	27,000 (12,247)	...	12·49 (200.1)	900 (450)	40' 9 ¾'' (12.439)	·226'' (203)	1' 4·3'' (456)	600 (3,000)	·275 (48.56)	20 (110.23)	—	—	1885	Bois en grume.
	—	—	26,500 (12,020)	...	13·42 (215)	883 (441.5)	38' 8 ¼'' (11.791)	·228'' (205)	1' 3·3'' (428)	500 (2,500)	·252 (44.50)	16·67 (91.88)	—	—	1887	
Lehigh V.	—	—	30,000 (13,608)	...	15·47 (24[illegible])	1,000 (500)	36' 11'' (11.252)	·228'' (205)	1' 2·8'' (414)	588 (2,940)	·305 (53.86)	19·60 (108.03)	—	—	...	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nom de la compagnie.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies ?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	Dimensions intérieures. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	FREINS. Le wagon est-il muni de freins à action mécanique ?	Les freins sont-ils à action rapide ?	DIVERS. Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable en livres (kilogrammes par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) de capacité inscrite, (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	Observations.
Wagons couverts de 60,000 lb. (27,216 kilog.). (Suite.)																													
L. & N.	6,000	4	5' 3" (1.600)	Oui.	24' 2" (7.366)	Métal.	Bois.	34' (10.363)	Bois.	33' 5⅜" (10.195)	7' 11⅞" (2.435)	6' 10½" (2.096)	1,960 (55.497)	Oui.	Oui.	32,000 (14,515)	...	17 (272.3)	1,066 (533.0)	36' 10⅝" (11.243)	·23" (206)	1' 2·9" (417)	425 (2,125)	·22 (38.85)	14·16 (78.04)	Un seul.	Oui.	1885	
Mich. Cent.	2,580	4	5' (1.524)	—	25' (7.620)	Mixte.	—	35' (10.668)	—	34' 3⅞" (10.461)	7' 11⅜" (2.423)	7' 2¼" (2.190)	1,961 (55.528)	—	—	29,500 (13,381)	...	15 (240.3)	983 (491.5)	38' 4⅛" (11.687)	·234" (210)	1' 3⅜" (431)	600 (3,000)	·30 (52.97)	20·00 (110.23)	—	—	1887	
M. K. & T.	747	4	4' 10" (1.473)	—	25' (7.620)	Métal.	—	34' 8" (10.566)	—	34' (10.363)	8' 2½" (2.502)	7' (2.134)	1,952 (55.271)	—	—	28,500 (12,927)	...	...	...	37' 9" (11.506)	·232" (208)	1' 3" (420)	464 (2,320)	...	...	—	—	...	
N. Y. C. & H. R.	10,000	4	5' 2" (1.575)	—	25' 4" (7.721)	—	Mixte.	35' (10.668)	—	34' 4" (10.465)	8' 3·2" (2.519)	7' 1¼" (2.165)	2,018 (57.140)	—	—	31,500 (14,288)	...	15·61 (253)	1,046 (523.0)	38' 3·5" (11.671)	·227 (204)	1' 3·3" (428)	600 (3,000)	·297 (52.45)	20·00 (110.23)	—	—	1892	
O. R. R. & Nav.	63	4	...	—	24' 8" (7.518)	Mixte.	Bois.	34' (10.363)	—	33' 5¼" (10.191)	8' 3½" (2.527)	7' (2.134)	1,946 (55.101)	—	—	33,300 (15,105)	...	17 (272.3)	1,110 (555.0)	36' 7" (11.150)	·226" (203)	1' 2½" (406)	...	...	...	—	—	1893	
Penna. Lines W.	14,541	4	...	—	26' 7½" (8.115)	—	—	36' 4" (11.074)	—	33' 10¼" (10.318)	8' 1¼" (2.470)	7' 1¼" (2.165)	1,947 (55.129)	Oui.	Oui.	30,200 (13,698)	...	15·51 (251.4)	1,006 (503.0)	38' 1" (11.608)	·234" (210)	1' 3·1" (423)	600 (3,000)	·308 (54.39)	20·00 (110.23)	—	—	1885	
	14,175	...	...	...	26' 7½" (8.115)	—	...	36' 4" (11.074)	—	33' 10¼" (10.318)	8' 1¼" (2.470)	7' 1¼" (2.165)	2,047 (57.961)	Oui 92 p. c.	Oui 92 p. c.	30,200 (13,698)	...	14·7 (235.5)	1,006 (503.0)	38' 1" (11.608)	·22" (197)	1' 3·2" (426)	600 (3,000)	·293 (51.74)	20·00 (110.23)	...	Oui 92 p. c.	—	
Penna. R. R.	500	...	...	Oui.	28' 4" (8.636)	—	Bois.	38' 4" (11.684)	—	35' 9¼" (10.912)	8' 2¼" (2.495)	7' 1¼" (2.165)	2,144 (60.707)	Oui.	Oui.	32,300 (14,651)	...	15·6 (249.9)	1,076 (538.0)	40' 1" (12.217)	·22" (197)	1' 4" (448)	610 (3,050)	·285 (50.33)	20·33 (112.05)	Un seul.	Oui.	1891	
	4,455	4	...	...	26' 10" (8.179)	—	—	36' 4" (11.074)	—	33' 9¼" (10.293)	8' 2¼" (2.495)	7' 4¾" (2.254)	2,095 (59.320)	—	—	31,600 (14,334)	...	15 (240.3)	1,053 (526.5)	38' 1" (11.608)	·22" (197)	1' 3·2 (426)	575 (2,875)	·274 (48.38)	19·17 (105.66)	...	—	1893	
Phila. & Reading	481	4	5' 2" (1.575)	Oui.	22' 9" (6.934)	Métal.	—	34' (10.363)	—	33' 5¼" (10.191)	8' 2¼" (2.495)	6' 9¼" (2.063)	1,855 (53.374)	—	—	28,800 (13,063)	...	15·52 (251.5)	960 (480.0)	37' 1" (11.303)	·228" (205)	1' 2·8" (414)	600 (3,000)	·323 (57.04)	20·00 (110.23)	Un seul.	—	1896	
Pgh. & Western	250	4	5' (1.524)	—	26' 10" (8.179)	—	Mixte.	36' 10" (11.227)	—	36' (10.973)	8' 2" (2.489)	7' 7" (2.311)	2,056 (63.312)	—	—	32,600 (14,787)	...	16 (256.3)	1,067 (533.5)	40' (12.192)	·228" (205)	1' 3·9" (445)	600 (3,000)	·29 (51.21)	20·00 (110.23)	—	—	1898	
P. B. & L. E.	127	4	5' (1.524)	—	26' ½" (7.938)	Mixte.	Métal.	36' ½" (10.986)	Mixte.	33' 9" (10.287)	8' (2.438)	6' 8" (2.032)	1,798 (50.910)	—	—	27,000 (12,247)	...	15 (240.3)	900 (450.0)	39' ¾" (11.906)	·252" (226)	1' 3·4" (431)	555 (2,775)	·308 (54.39)	18·50 (101.96)	—	—	1891-1898	
Seaboard Air Line	525	4	5' (1.524)	—	24' 10" (7.569)	Métal.	Bois.	35' (10.668)	Bois.	34' 5" (10.490)	8' 3" (2.514)	7' 1" (2.159)	2,014 (62.123)	—	—	34,000 (15,422)	...	16·8 (269.1)	1,133 (566.5)	37' 9" (11.506)	·216" (194)	1' 3" (420)	500 (2,500)	·24 (42.38)	16·66 (91.82)	—	—	1896	
	...	...	...	...	24' 6¾" (7.486)	Mixte.	...	...	...	34' (10.363)	...	...	1,838 (57.140)	...	...	27,500 (12,474)	...	14·96 (242.5)	916 (408.0)	37' 11¾" (11.576)	·247" (222)	1' 3·2" (426)	489·70 (2,448.50)	·266 (46.97)	16·23 (89.45)	...	...	1892	
So. Pacific.	...	4	5' (1.524)	Oui.	26' 6¾" (8.096)	—	Bois.	34' 6¾" (10.534)	Bois.	36' (10.973)	8' 2¼" (2.495)	6' 7¼" (2.013)	1,946 (55.101)	Oui.	Oui.	31,200 (14,152)	...	16·03 (259.7)	1,040 (520.0)	39' 11¾" (12.185)	·246" (221)	1' 4" (448)	479·08 (2,395.40)	·246 (43.44)	15·96 (87.96)	Un seul.	Oui.	1897	
	...	4	5' (1.524)	—	24' 6¾" (7.486)	—	—	34' 6¾" (10.534)	—	31' 10½" (9.716)	8' 2¼" (2.495)	6' 8⅞" (2.054)	1,758 (49.778)	—	—	32,500 (14,742)	...	18·48 (298.9)	1,083 (541.5)	37' 11¾" (11.576)	·259" (232)	1' 3·2" (426)	517·39 (2,586.95)	·294 (51.92)	17·23 (94.96)	—	—	1892	A ventilateurs.
	2,105	4	5' 7" (1.702)	—	25' 1" (7.645)	—	—	34' 2" (10.414)	—	33' 6" (10.211)	8' 5" (2.565)	6' 9" (2.057)	1,903 (53.883)	—	—	31,000 (14,061)	...	16·81 (272.2)	1,033 (516.5)	36' 10" (11.227)	·23" (206)	1' 2·7" (412)	560 (2,800)	·299 (52.80)	18·66 (99.54)	—	—	1891-1898	A ventilateurs.
Southern Ry.	1,455	4	5' 7" (1.702)	—	25' 1" (7.645)	—	—	34' 4" (10.465)	—	33' 6" (10.211)	8' 2" (2.489)	7' (2.134)	1,715 (48.56)	En partie.	En partie.	30,150 (13,676)	...	17·58 (284.5)	1,005 (502.5)	37' 6" (11.430)	·26" (233)	1' 3" (420)	613 (3,065)	·357 (63.04)	20·43 (112.60)	—	—	1889	
Union Pac.	3,912	4	...	—	24' 8" (7.518)	Métal.	—	34' (10.363)	—	33' 5" (10.185)	8' 3" (2.514)	7' (2.134)	1,929 (54.620)	Oui.	Oui.	32,890 (14,919)	...	17 (272.3)	1,096 (548.0)	37' 3" (11.354)	·232" (208)	1' 2·9" (417)	637·99 (3,189.95)	·33 (58.27)	21·26 (117.18)	—	—	1893	
	119	4	5' (1.524)	—	26' 10" (8.179)	—	—	34' 8" (10.566)	—	33' 9" (10.287)	8' 2" (2.489)	7' 1" (2.159)	1,881 (53.261)	—	—	31,200 (14,152)	...	16·6 (265.9)	1,040 (520.0)	37' 6" (11.430)	·24" (215)	1' 3" (420)	522 (2,610)	·277 (48.91)	17·40 (95.90)	—	—	1898	
Vandalia	1,273	4	5' 2" (1.575)	—	26' 11" (8.204)	Mixte.	—	36' 5" (11.100)	—	34' (10.363)	8' 5" (2.565)	6' 10" (2.083)	1,956 (55.384)	Oui.	Oui.	27,800 (12,610)	...	14·2 (227.5)	927 (463.5)	38' 9" (11.811)	·24" (215)	1' 3½" (434)	486 (2,430)	·248 (43.79)	16·20 (89.29)	—	Oui 65 p. c.	1892	
Wis. Cent.	991	4	5' 2" (1.575)	—	24' 8" (7.518)	Métal.	Mixte.	34' 8" (10.566)	—	34' (10.363)	8' 3" (2.514)	7' 2" (2.184)	2,007 (56.828)	Oui 35 p. c. Oui.	Oui 55 p. c. Oui.	20,000 (13,608)	...	14·9 (238.7)	1,000 (500.0)	37' 10" (11.531)	·204" (183)	1' 2·4" (403)	550 (2,750)	·27 (47.68)	18·33 (101.03)	—	Oui.	1897	
Wagons couverts de plus de 60,000 lb. (27,216 kilog.).																													
C. of Ga.	200	4	5' 2" (1.575)	Oui.	27' (8.229)	Métal.	Mixte.	37' (11.277)	Mixte.	36' (10.973)	8' (2.438)	7' (2.134)	2,016 (57.083)	Oui.	Oui.	33,200 (15,059)	70,000 (31,751)	16·4 (262.7)	977 (488.5)	40' (12.192)	·228" (205)	1' 1·8" (386)	600 (3,000)	·29 (51.21)	17·14 (94.47)	Un seul.	Oui.	1898	
Wagons couverts divers.																													
A. T. & S. F.	5,064	4	...	Oui.	...	Mixte.	Bois.	34' (10.363)	Bois.	33' 6" (10.211)	8' 3" (2.514)	6' 8" (2.032)	...	[illegible] p. c.	62 p. c.	26,000 (11,793)	44,000 (19,958)	...	...	...	...	...	525 (2,625)	...	...	Un seul.	60 p. c.	...	
N. D. & C.	15	4	...	...	30' (9.144)	—	—	40' 4" (12.293)	—	39' 6" (12.039)	8' 7" (2.616)	6' 11" (2.108)	2,345 (66.399)	Oui.	Oui.	25,000 (11,340)	20,000 (19,072)	10·5 (168.2)	2,500 (125.0)	42' 9" (13.030)	·218" (196)	4' 3·3" (1.436)	550 (2,750)	·23 (40.61)	55·00 (303.14)	—	Oui.	1888	Foin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOM DE LA COMPAGNIE	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres)	Avec ou sans bogies?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête, en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable [illegible]	FREINS. Le wagon est-il muni de freins à action mécanique?	Les freins sont-ils à action rapide?	DIVERS. Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Wagons couverts divers (Suite.)																														
O. R. R. & Nav.	34	4	...	Oui.	20' 4" (6.197)	Mixte.	Bois.	30' (9.144)	Bois.	29' 5" (8.966)	8' (2.438)	6' 6" (1.981)	1,534 (43.435)	[illegible]	Non.	Non.	21,000 (9,525)	24,000 (10,886)	13·66 (218.8)	1,750 (875.0)	32' 7" (9.931)	·255" (229)	2' 8·6" (913)	...	...	...	Un seul.	Oui.	1879	
Penna. Lines W.	20	4	...	—	20' 4 3/4" (6.216)	—	—	29' 10 3/4" (9.112)	—	27' 5 1/4" (8.362)	7' 11 1/4" (2.419)	6' 3/4"	1,320 (37.376)	[illegible]	—	—	20,300 (9,208)	28,000 (12,700)	15·37 (246.2)	1,450 (725.0)	31' 3/4" (9.468)	·282" (253)	2' 2·6" (745)	520· (2,600)	·394 (69.57)	37·15 (204.75)	—	Non.	1879	
Phila. & Reading	2	4	4' 6 1/2" (1.378)	—	19' 10 1/4" (6.051)	—	—	32' 6 1/2" (9.919)	—	29' 4 1/2" (8.941)	7' 3" (2.210)	6' 4" (1.930)	1,349 (38.197)	[illegible]	—	—	19,000 (8,618)	20,000 (9,072)	14·08 (225.6)	1,900 (950.0)	33' 8" (10.261)	·288" (258)	3' 4·4" (1,131)	400· (2,000)	·296 (52.27)	40·00 (220.46)	—	—	1870	
	57	4	5' 7"	—	22' 9" (6.934)	—	—	32' 2" (9.804)	—	31' 5" (9.576)	8' (2.438)	6' 2" (1.880)	1,550 (43.888)	[illegible]	En partie.	En partie.	22,500 (10,206)	28,000 (12,700)	14·51 (232.5)	1,607 (803.5)	35' (10.668)	·27" (242)	2' 6" (840)	600· (3,000)	·387 (68.34)	42·85 (236.17)	—	En partie.	1866	
Southern Ry	84	4	5' (1.524)	—	19' 7" (5.969)	—	—	29' 0" (8.839)	—	28' 6" (8.687)	7' 10" (2.388)	6' 2" (1.880)	1,375 (38.933)	[illegible]	—	—	22,370 (10,147)	25,000 (11,340)	16·25 (260.3)	1,790 (895.0)	32' 6" (9.906)	·28" (251)	1' 9·2" (599)	600· (3,000)	·436 (76.99)	48·00 (264.55)	—	—	1866	
	62	4	5' (1.524)	—	22' 9" (6.934)	—	—	32' 2" (9.804)	—	31' 4" (9.550)	8' (2.438)	7' 3" (2.210)	1,817 (51.448)	[illegible]	—	—	20,600 (9,344)	20,000 (9,072)	11·33 (181.5)	2,060 (1,030)	33' 8" (10.261)	·22" (197)	3' 4·4" (1,131)	400· (2,000)	·220 (38.85)	20·00 (110.23)	—	—	1860	
Union Pac.	328	4	...	—	18'' 10' (5.740)	—	—	28' (8.534)	—	27'' 9' (8.458)	7' 10" (2.388)	6' 4" (1.930)	1,376 (38.961)	[illegible]	Oui.	Oui.	20,914 (9,486)	28,000 (12,700)	15·1 (241.9)	1,494 (747)	31' 3" (9.525)	·272" (244)	2' 2·8" (750)	547·60 (2,738.00)	·399 (70.46)	39·11 (215.56)	—	Oui.	1870	
	1,047	4	...	—	18' 10" (5.740)	Métal.	—	28' (8.534)	—	27'' 6' (8.382)	7' 8" (2.337)	6' 3" (1.905)	1,317 (37.291)	[illegible]	—	—	21,101 (9,571)	32,000 (14,515)	16· (256.3)	1,319 (659.5)	31' 3" (9.525)	·284" (255)	1' 1·1" (367)	586·45 (2,932.25)	·445 (78.58)	36·65 (202.00)	—	—	1875	
Wagons couverts spéciaux.																														
Allegheny Valley	2	4	5' (1.524)	Oui.	29' (8.839)	Mixte.	Mixte.	38' 6" (11.735)	Mixte.	36'' 6' (11.125)	8' 2" (2.489)	7' (2.134)	2,086 (59.065)	[illegible]	Oui.	Oui.	31,000 (14,061)	60,000 (27,216)	...	1,550 (775.0)	40' 8" (12.395)	...	1' 4" (448)	560· (2,800)	·268 (47.32)	18·67 (102.90)	Deux.	Oui.	1896	Marchandises générales et produits agricoles.
A. T. & S. F.	547	...	...	...	...	...	...	34' 2" (10.414)	...	31' 4" (9.550)	8' 1" (2.464)	6' 7" (2.007)	...	[illegible]	...	...	33,000 (14,970)	...	...	...	...	...	...	600· (3,000)	...	...	...	...	...	Fruits.
	40	4	...	Oui.	...	Mixte.	Bois.	34' 3" (10.439)	Bois.	33' 2" (10.109)	8' 4" (2.540)	7' 10" (2.388)	...	[illegible]	[illegible] p. c.	62 p. c.	28,000 (12,700)	40,000 (18,144)	...	...	...	...	...	825· (4,125)	...	...	Un seul.	60 p. c.	...	Bière.
	6	4	4' 9 1/2" (1.461)	—	24' 11" (7.594)	—	—	30' (9.144)	...	...	...	...	...	[illegible]	[illegible] p. c.	55 p. c.	20,000 (9,072)	30,000 (13,608)	...	1,333 (666.5)	32' 4" (9.855)	...	2' 1·8" (722)	275· (1,375)	...	18·33 (101.03)	—	80 p. c.	...	Charbon de bois.
B. & M.	10	...	...	...	31' 1 3/4" (9.493)	—	—	40' 6" (12.344)	...	40' (12.192)	...	...	2,289 (64.813)	[illegible]	—	...	25,000 (11,340)	50,000 (22,680)	10·92 (174.9)	1,000 (500.0)	43' 11 1/2" (13.399)	...	1' 9·1" (591)	475· (2,375)	·207 (36.55)	19·00 (104.72)	...	...	...	
	45	4	4' 9 1/2" (4.461)	Oui.	25' 1 3/4" (7.664)	—	—	34' 5 3/4" (10.509)	Bois.	34' (10.363)	8' 4 1/2" (2.553)	6' 10" (2.083)	1,946 (55.101)	[illegible]	[illegible] p. c.	55 p. c.	24,000 (10,886)	40,000 (18,144)	12·33 (197.5)	800 (400.0)	37' 11 1/2" (11.570)	·228" (205)	1' 10·8" (638)	450· (2,250)	·231 (40.79)	22·50 (124.01)	Un seul.	80 p. c.	...	Machines.
Penna. Lines W.	25	4	...	—	26' 1 1/2" (7.693)	Métal.	—	37' 9 1/2" (11.519)	—	36' (10.973)	8' 11" (2.718)	9' 2" (2.794)	2,942 (83.303)	[illegible]	Oui.	Oui.	35,400 (16,057)	40,000 (18,144)	12·00 (192.2)	1,770 (885.0)	39' 6 1/2" (12.052)	·161" (144)	1' 11·6" (661)	660· (3,300)	·224 (39.55)	33·00 (181.88)	—	Oui 75 p. c.	1898	Wagons à volaille.
	96	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[illegible]	[illegible] p. c.	50 p. c.	...	...	...	...	...	...	...	600· (3,300)	·342 (60.39)	20·00 (110.23)	...	...	1886	
Penna. R. R.	148	4	...	Oui.	26' 7 1/2" (8.115)	Mixte.	Bois.	36' 4" (11.074)	Bois.	32' 7" (9.931)	7' 10 1/4" (2.394)	6' 10 1/4" (2.089)	1,754 (49.665)	[illegible]	Oui.	Oui.	36,300 (16,465)	60,000 (27,216)	20·6 (330)	1,210 (605.0)	38' 1" (11.608)	·26" (233)	1' 3·2" (426)	850· (4,250)	·485 (85.64)	28·33 (156.14)	Un seul.	Oui.	1886	Munis du chauffage Eastman.
	21	...	...	...	26' 10" (8.179)	—	...	36' 4" (11.074)	...	33' 10 1/4" (10.318)	8' 4 1/4" (2.546)	7' 3 1/4" (2.216)	2,056 (58.216)	[illegible]	Non.	Non.	28,600 (12,973)	40,000 (18,144)	13·9 (222.7)	1,430 (715.0)	37' 6" (11.430)	·22" (197)	1' 10·5" (630)	595· (2,975)	·289 (51.03)	29·75 (163.97)	...	—	1883	Charbon de bois.
	46	4	...	Oui.	24' (7.315)	—	Bois.	38' 10" (11.836)	Bois.	36' 1" (10.998)	8' 8" (2.641)	6' 9" (2.057)	2,110 (59.745)	[illegible]	—	—	27,200 (12,338)	30,000 (13,608)	12·8 (205.1)	1,813 (906.5)	40' 4" (12.293)	·23" (206)	2' 8·3" (904)	615· (3,075)	·291 (51.39)	41·00 (225.97)	Un seul.	Non.	1874	Porc.
Southern Ry.	20	4	5' 7" (1.702)	—	27' 4 1/2" (8.344)	—	—	38' (11.582)	—	36' 6" (11.125)	8' 6" (2.641)	8' 4" (2.540)	2,591 (73.364)	[illegible]	Oui.	Oui.	33,650 (15,263)	60,000 (27,216)	12·98 (207.9)	1,122 (561.0)	40' 11 1/2" (12.484)	·19" (170)	1' 4·4" (459)	477· (2,385)	·184 (32.49)	15·90 (87.63)	—	Oui.	1898	Volaille sur pied.
Wis. Cent.	15	4	5' (1.524)	—	24' 6" (7.467)	—	Mixte.	34' 6" (10.515)	—	33' 2" (10.109)	7' 10" (2.388)	8' 4" (2.540)	2,150 (60.877)	[illegible]	Non.	Non.	24,000 (10,886)	40,000 (18,144)	11·1 (177.8)	1,200 (600.0)	36' 10" (11.227)	·192" (172)	1' 8·4" (515)	502· (2,510)	·23 (40.61)	25·10 (138.34)	—	Non.	1888	Charbon de bois.
Wagons-glacières.																														
A. T. & S. F.	565	...	...	...	...	...	...	34' 5" (10.490)	...	24' 3" (7.391)	8' (2.438)	7' 5" (2.261)	...	[illegible]	—	...	38,000 (17,237)	40,000 (18,144)	...	...	...	...	...	800· (4,000)	...	...	...	...	...	
	471	4	..	Oui.	...	Mixte.	Bois.	36' 9" (11.201)	Bois.	29' (8.839)	8' 2 1/2" (2.502)	6' 10" (2.083)	...	[illegible]	[illegible] p. c.	62 p. c.	34,000 (15,442)	60,000 (27,216)	...	...	...	...	...	825· (4,125)	...	...	Un seul.	60 p. c.	...	
B. & M.	30	4	4' 9 1/2" (1.461)	—	25' 1 3/4" (7.664)	—	—	34' 5 3/4" (10.509)	—	34' (10.363)	8' 4 1/2" (2.553)	6' 10" (2.083)	1,946 (55.101)	[illegible]	[illegible] p. c.	55 p. c.	24,000 (10,886)	40,000 (18,144)	12·3 (197)	800 (400.0)	37' 11 1/2" (11.570)	·228" (205)	1' 10·8" (638)	550· (2,750)	·282 (49.80)	27·50 (151.57)	Cloison mobile.	...	...	
C. of Ga.	97	4	5' (1.524)	Non.	...	—	—	34' 8" (10.566)	—	27' (8.229)	8' 6" (2.591)	5' 5" (1.651)	1,243 (35.196)	[illegible]	Oui.	Oui.	34,000 (15,422)	50,000 (22,680)	27·3 (437.3)	1,360 (680.0)	36' 3" (11.049)	·35" (314)	1' 5" (476)	...	...	...	Un seul.	Oui.	...	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

XVIII
388

Wagons-glacières. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1896.	Nombre d'essieux.	ESSIEUX ET BOGIES. Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans boîtes?	Écartement d'axe en axe des boîtes en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des boîtes.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction de la caisse.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. CAISSE. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisée [illegible]	Les freins sont-ils à action rapide?	DIVERS. Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des tampons d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne métrique, ramenée de capacité inscrite à millimètres par tonne métrique.	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne métrique de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
C. St. P. M. & O.	85	4	5′ (1.524)	Oui.	24″ (7.315)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1892
L. & N.	450	4	5′ (1.524)	Oui.	24′ (7.467)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1889
Mich. Cent.	117	4	5′ (1.524)	Oui.	24′ (7.315)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1890
M. K. & T.	175	4	5′ (1.524)	Oui.	24′ (7.315)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1891
Penna. Lines W.	200	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1892
	200	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1893
	438	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1894
	30	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1895
	158	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1896
	99	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1897
	483	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1898
	200	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1899
	296	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1900
	347	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1901
	25	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Métal.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1902
Phila. & Reading	47	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1903
	12	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1904
So. Pacific.	...	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1905
	100	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1906
Southern Ry.	92	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1907
	11	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1908
Union Pac.	235	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1909
	145	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1910
	16	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1911
	49	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1912
Vandalia	18	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1913
	51	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1914
Wis. Cent.	23	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1915
Ayers	30	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1916
Hamilton	6	4	5′ 4″ (1.625)	Métal.	24′ 7″ (7.493)	Mixte.	Bois.	34′ (10.363)	Bois.	29′ 4″ (8.941)	8′ 2″ (2.489)	7′ 5″ (2.261)	1,777 50.316		—	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	1917

Tableau B. (*Suite.*)

XVIII
389

Wagons-glacières. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des tampons d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne métrique, ramenée de capacité inscrite à millimètres par tonne métrique.	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne métrique de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
C. St. P. M. & O.	38,000 (17,236)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	Oui.	1892	
L. & N.	41,500 (18,824)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1889	
Mich. Cent.	38,500 (17,463)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1890	
M. K. & T.	38,500 (17,463)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	...	
Penna. Lines W.	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1897	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1898	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1899	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1900	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1901	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1902	
Phila. & Reading	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1903	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1904	
So. Pacific.	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1905	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1906	
Southern Ry.	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1907	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1908	
Union Pac.	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1909	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1910	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1911	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1912	
Vandalia	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1913	
	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1914	
Wis. Cent.	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1915	
Ayers	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1916	
Hamilton	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	37.6	1,207 (60.35)	37′ 2½″ (11.341)	1′ 2″ (356)	257 (9.07)	1′ 2·8″ (37.85)	783 (5.400)	30.17 (194.59)	Un seul.	—	1917	

Laitage.

Tableau B. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies ?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	Dimensions intérieures. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable	FREINS. Le wagon est-il muni de freins à action mécanique ?
Wagons-glacières. (Suite.)															
Keystone	2	4	...	Oui.	...	...	Bois.	...	...	23' 4¾" (7.131)	7' 6½" (2.299)	6' 6" (1.981)	1,147 (32.477)	[illegible]	[illegible]
Zimmerman	1	4	...	—	...	...	—	...	...	29' 6" (8.991)	7' 10" (2.388)	6' 3¼" (1.911)	1,451 (41.085)	[illegible]	[illegible]
Tiffany	1	4	...	—	...	...	—	...	...	...	...	...	...	[illegible]	[illegible]
Wickes	294	4	5' (1.524)	—	24' (7.315)	Mixte.	—	34' (10.363)	Bois.	27' 1¾" (8.274)	8' 3¼" (2.520)	7' 9¾" (2.381)	1,754 (49.665)	[illegible]	[illegible]
Wagons à meubles.															
Allegheny Valley	5	4	5' (1.524)	Oui.	30' 3½" (9.233)	Mixte.	Mixte.	41' 11¼" (12.782)	Mixte.	40' (12.192)	8' 6" (2.591)	8' 7" (2.616)	2,919 (82.651)	[illegible]	[illegible]
A. T. & S. F.	1,110	...	...	...	...	...	...	40' 8" (12.395)	...	40' (12.192)	8' 9" (2.667)	7' 11¾" (2.432)	...	[illegible]	[illegible]
	100	4	...	Oui.	...	Mixte.	Bois.	50' 9½" (15.481)	Bois.	50' (15.240)	8' 8¼" (2.647)	9' 3" (2.819)	...	[illegible]	[illegible]
C. B. & Q.	5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[illegible]	[illegible]
	358	4	5' (1.524)	Oui.	30' (9.144)	Mixte.	Bois.	40' (12.192)	Bois.	39' 5½" (12.027)	8' 5½" (2.578)	8' 9" (2.667)	2,920 (82.680)	[illegible]	[illegible]
C. G. W.	240	4	...	—	35' 7⅝" (10.862)	Métal.	—	46' 7⅝" (14.214)	—	46' (14.020)	8' 9½" (2.680)	9' 4½" (2.858)	3,793 (107.399)	[illegible]	[illegible]
C. R. I. & P.	100	4	5' (1.524)	—	45' 4" (13.817)	—	—	51' 5½" (15.684)	—	50' (15.240)	8' 8¾" (2.660)	9' 3" (2.819)	4,037 (114.308)	[illegible]	[illegible]
	81	...	...	...	28' 10¾" (8.807)	...	...	38' 8¾" (11.804)	...	38' (11.582)	...	8' 6" (2.591)	2,747 (77.781)	[illegible]	[illegible]
G. R. & I.	254	4	5' (1.524)	Oui.	30' 3½" (9.233)	Mixte.	Bois.	41' 11¼" (12.782)	Bois.	40' ¾" (12.211)	8' 6" (2.591)	8' 7" (2.616)	2,923 (82.765)	[illegible]	[illegible]
L. & N.	100	4	5' 3" (1.600)	—	35' 1" (10.693)	Métal.	—	45' 7" (13.893)	—	45' (13.716)	9' 1" (2.768)	8' 11" (2.718)	3,644 (103.18)	[illegible]	[illegible]
	750	4	5' (1.524)	—	25' (7.620)	—	—	35' (10.668)	—	34' 3⅞" (10.461)	8' 2⅜" (2.499)	7' 10" (2.388)	2,204 (62.406)	[illegible]	[illegible]
Mich. Cent.	411	...	...	...	26' 1½" (7.963)	...	...	38' (11.582)	...	37' 5½" (11.417)	8' 6⅜" (2.601)	8' 4" (2.540)	2,661 (75.346)	[illegible]	[illegible]
	1,100	4	5' (1.524)	Oui.	28' 8⅛" (8.740)	Mixte.	Bois.	40' 8⅛" (12.398)	Bois.	40' (12.192)	8' 9⅜" (2.677)	8' 6½" (2.604)	3,000 (84.945)	[illegible]	[illegible]
M. K. & T.	265	...	...	...	31' (9.449)	—	...	40' 8" (12.395)	...	...	8' 2½" (2.502)	...	2,732 (77.357)	[illegible]	[illegible]
	681	4	4' 10" (1.473)	Oui.	31' 2" (9.499)	Métal.	Bois.	40' 10" (12.446)	Bois.	40' (12.192)	8' 4½" (2.553)	8' 4" (2.540)	2,790 (78.999)	[illegible]	[illegible]
N. Y. C. & H. R.	150	4	5' (1.524)	—	30' 8" (9.347)	Mixte.	Mixte.	40' 4" (12.293)	—	38' 8¼" (11.791)	8' 6" (2.591)	9' 2" (2.794)	3,014 (85.341)	[illegible]	[illegible]
	188	...	...	...	...	...	...	...	...	...	8' 4" (2.540)	...	...	[illegible]	[illegible]
O. R. R. & Nav.	5	4	...	Oui.	31' 2" (9.499)	Mixte.	Bois.	40' 6" (12.344)	Bois.	39' 11¾" (12.185)	8' 3¼" (2.520)	8' 9" (2.667)	2,776 (78.602)	[illegible]	[illegible]
	25	...	...	...	40' 2¾" (12.262)	...	...	51' 10½" (15.811)	...	50' (15.240)	...	...	3,647 (103.265)	[illegible]	[illegible]
Penna. Lines W.	311	4	...	Oui.	30' 3½" (9.233)	Mixte.	Bois.	41' 11¼" (12.782)	Bois.	40' ¾" (12.211)	8' 6" (2.591)	8' 7" (2.616)	2,917 (82.595)	[illegible]	[illegible]
Penna. R. R.	81	4	...	—	30' 3½" (9.233)	—	—	41' 11¼" (12.782)	—	40' ¾" (12.211)	8' 6" (2.591)	8' 7" (2.616)	2,917 (82.595)	[illegible]	[illegible]
Seaboard Air Line	27	4	5' 6" (1.676)	—	29' 10" (9.093)	—	—	40' (12.192)	—	39' 5" (12.014)	8' 3" (2.514)	7' 8" (2.337)	2,464 (69.768)	[illegible]	[illegible]
So. Pacific	...	4	5' (1.524)	—	30' 6¾" (9.315)	—	—	40' 6¾" (12.363)	—	40' (12.192)	8' 7⅞" (2.638)	8' 11¾" (2.737)	3,106 (87.946)	[illegible]	[illegible]

Tableau B. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Les freins sont-ils à action rapide ?	Tare moyenne en livres (kilog.).	Capacité inscrite en livres (kilog.).	DIVERS. Poids mort par pied cube de capacité utilisable en livres (kilogrammes par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Wagons-glacières. (Suite.)															
Keystone	...	...	40,000 (18,144)	...	...	...	...	...	...	...	...	Un seul.	Oui.	...	
Zimmerman	...	...	40,000 (18,144)	...	...	...	...	...	...	...	...	—	—	...	
Tiffany	...	...	40,000 (18,144)	...	...	...	...	...	...	...	...	—	—	...	
Wickes	...	...	30,000 (13,608)	...	...	37' 3¼" (11.360)	·255" (229)	1' 10·4" (627)	950 (4750)	...	...	—	—	...	
Wagons à meubles.															
Allegheny Valley	Oui.	32,500 (14,742)	60,000 (27,216)	11·1 (177.8)	1,625 (812.5)	43' 8¼" (14.839)	·14" (126)	1' 5" (476)	690 (3450)	·235 (41.50)	23·00 (126.77)	Un seul.	Oui.	1896	
A. T. & S. F.	...	30,000 (13,608)	41,000 (18,597)	...	...	...	...	...	660 (3300)	...	...	...	...	...	
	62 p. c.	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	...	...	...	...	...	760 (3800)	...	...	Un seul.	60 p. c.	...	
C. B. & Q.	...	30,400 (13,789)	40,000 (18,144)	13·7 (219.5)	1,520 (760.0)	...	...	2' 1·5" (714)	...	...	...	...	...	...	
	Oui.	31,400 (14,243)	50,000 (22,680)	17·1 (273.9)	1,256 (628.0)	42' 6½" (12.967)	·175" (157)	1' 8·4" (571)	580 (2900)	...	...	Un seul.	Oui.	...	
C. G. W.	—	36,500 (16,556)	60,000 (27,216)	9·67 (154.9)	1,217 (608.5)	49' 2⅝" (15.002)	·156" (140)	1' 7·2" (538)	583 (2915)	·15 (26.49)	19·43 (107.09)	—	—	1896	
C. R. I. & P.	—	40,000 (18,144)	60,000 (27,216)	9·9 (158.6)	1,333 (666.5)	53' 9" (16.383)	...	1' 9·7" (608)	565 (2825)	·14 (24.72)	18·83 (103.78)	—	—	1897	
	...	30,500 (13,835)	50,000 (22,680)	11·1 (177.8)	1,220 (610.0)	42' ½" (12.814)	·184" (165)	1' 8·2" (566)	630·86 (3154.30)	·23 (40.61)	25·23 (139.06)	...	...	1890	
G. R. & I.	Oui.	38,000 (17,237)	60,000 (27,216)	13 (208.3)	1,267 (633.5)	44' 2¼" (13.468)	·181" (162)	1' 5·7" (496)	630 (3150)	·216 (38.14)	21·00 (115.74)	Un seul.	Oui.	1892	
L. & N.	—	43,000 (19,505)	60,000 (27,216)	11·8 (189)	1,433 (716.5)	48' 2⅝" (14.697)	·139" (125)	1' 4·8" (470)	650 (3250)	·17 (30.02)	21·66 (119.38)	—	—	1898	
	—	32,200 (14,606)	60,000 (27,216)	14·6 (233.9)	1,072 (536.5)	38' 4⅛" (11.687)	·208" (187)	1' 3⅛" (423)	530 (2650)	·24 (42.38)	17·66 (97.33)	—	—	1898	Foin.
Mich. Cent.	33 p. c.	28,500 (12,927)	40,000 (18,144)	10·7 (171.4)	1,425 (712.5)	42' ¼" (12.807)	·188" (169)	2' 1¼" (710)	450 (2250)	·17 (30.02)	22·50 (124.01)	—	—	1889	
	Oui.	32,000 (14,515)	60,000 (27,216)	10·6 (169.8)	1,066 (533.0)	44' ¼" (13.417)	·176" (158)	1' 5⅝" (493)	570 (2850)	·19 (33.55)	19·00 (104.72)	—	—	1895	
M. K. & T.	...	31,300 (14,197)	50,000 (22,680)	...	...	43' 9" (13.335)	·192" (172)	1' 9" (588)	600 (3000)	...	...	...	...	...	
	Oui.	31,500 (14,288)	60,000 (27,216)	...	...	43' 11" (13.386)	·188" (169)	1' 8" (560)	511 (2555)	...	...	Un seul.	Oui.	...	
N. Y. C. & H. R.	—	30,600 (13,880)	50,000 (22,680)	16·57 (251.5)	1,224 (612.0)	43' 7" (13.284)	·173" (155)	1' 9" (588)	625 (3125)	·207 (36.55)	25·00 (137.79)	—	—	1892	
	...	30,500 (13,835)	50,000 (22,680)	11 (177.2)	1,220 (610.0)	...	...	1' 8·7" (580)	...	...	...	...	...	...	
O. R. R. & Nav.	Oui.	38,300 (17,373)	60,000 (27,216)	13·75 (220.3)	1,277 (638.5)	43' 1" (13.132)	·187" (168)	1' 5·2" (482)	...	...	...	Un seul.	Oui.	1890	
	...	42,000 (19,051)	...	11·51 (184.4)	1,400 (700)	53' 7½" (16.345)	·176" (158)	1' 9·4" (599)	679 (3395)	·186 (32.84)	22·63 (124.73)	...	...	1896	
Penna. Lines W.	Oui.	38,000 (17,237)	60,000 (27,216)	13·02 (208.6)	1,266 (633)	43' 8¼" (13.315)	·179" (161)	1' 5·4" (487)	636 (3180)	·218 (38.50)	21·20 (116.84)	Un seul.	Oui.	1891	
Penna. R. R.	—	38,000 (17,237)	60,000 (27,216)	...	...	43' 8¼" (13.315)	·179" (161)	1' 5·4" (487)	675 (3375)	·231 (40.79)	22·50 (124.01)	—	—	1894	
Seaboard Air Line	—	32,000 (14,515)	60,000 (27,216)	12·99 (208.1)	1,066 (533)	42' 9" (13.030)	·216" (194)	1' 5" (476)	568 (2840)	·23 (40.61)	18·93 (104.33)	—	—	1893	
So. Pacific	—	30,200 (13,699)	60,000 (27,216)	9·72 (155.7)	1,006 (503)	44' 1⅜" (13.446)	·131" (118)	1' 5·6" (493)	674·70 (3383.50)	·217 (38.32)	22·49 (123.95)	—	—	1894	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête, en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).
Wagons à meubles. (Suite.)													
Southern Ry.	199	4	5' 7" (1.702)	Oui.	30' 3 1/2" (9.233)	Mixte.	Bois.	40' 9 1/2" (12.433)	Bois.	40' 1/2" (12.205)	8' 6" (2.591)	8' 7" (2.616)	3,090 (87.492)
Union Pac.	23	...	...	...	31' 2" (9.499)	...	...	40' 6" (12.344)	...	39' 11" (12.166)	8' 3" (2.514)	8' 6" (2.591)	2,798 (79.225)
	306	4	...	Oui.	39' (11.887)	Mixte.	Bois.	51' 4" (15.646)	Bois.	50' (15.240)	8' 9" (2.667)	9' 3" (2.819)	4,046 (114.562)
Vandalia	95	4	5' 2" (1.575)	—	33' 11" (10.338)	...	—	44' 5" (13.538)	—	42' (12.801)	8' 5" (2.565)	9' (2.743)	3,181 (90.070)
	96	4	5' 2" (1.575)	—	32' 1" (9.779)	Mixte.	—	42' 6" (12.954)	—	40' (12.192)	8' 5" (2.565)	9' (2.743)	3,033 (85.879)
Wis. Cent.	152	...	...	...	28' 8" (8.737)	—	Mixte.	38' (11.582)	...	37' 6" (11.430)	8' 6" (2.591)	8' 8" (2.641)	2,750 (77.866)
	62	4	5' (1.524)	Oui.	32' 2" (9.804)	—	—	42' 6" (12.954)	Bois.	42' (12.801)	8' 10" (2.692)	10' 2" (3.099)	3,762 (106.521)
Wagons à bestiaux.													
A. T. & S. F.	2,145	...	...	...	...	Mixte.	...	34' (10.363)	...	33' 10" (10.312)	8' 5" (2.565)	6' 8" (2.032)	...
	809	4	...	Oui.	...	Métal.	Bois.	36' 8" (11.176)	Bois.	36' (10.973)	8' 6" (2.591)	7' (2.134)	...
B. & M.	22	...	...	...	...	...	...	34' (10.363)	...	...	...	...	...
	36	4	4' 9 1/2" (1.461)	Oui.	24' 11" (7.594)	Mixte.	Bois.	30' (9.144)	...	...	...	...	...
C. of Ga.	45	4	5' 1" (1.549)	—	24' (7.315)	—	Mixte.	34' (10.363)	Mixte.	33' 6" (10.211)	8' (2.438)	6' 6" (1.981)	1,742 (49.325)
Ches. & Ohio	100	4	5' (1.524)	Non.	26' (7.925)	—	Bois.	36' 9" (11.201)	Bois.	36' 1" (10.998)	8' 6" (2.591)	6' 10" (2.083)	2,096 (59.348)
	101	4	5' (1.524)	—	24' 6" (7.467)	—	—	36' 1" (10.998)	—	33' 10" (10.312)	8' (2.438)	6' 7" (2.007)	1,781 (50.429)
	155	4	5' (1.524)	—	24' 6" (7.467)	—	—	34' 6" (10.515)	—	33' 10" (10.312)	8' 2" (2.489)	6' 8" (2.032)	1,842 (52.156)
	182	4	5' (1.524)	Non.	...	—	—	31' (9.449)	—	30' (9.144)	8' 5" (2.565)	6' 4" (1.930)	1,599 (45.276)
C. G. W.	450	4	...	Oui.	22' 8" (6.909)	—	—	33' 8" (10.261)	—	33' (10.058)	7' 6" (2.286)	6' (1.829)	1,485 (42.048)
C. R. I. & P.	918	4	5' (1.524)	—	26' 7" (8.102)	Métal.	—	36' 9" (11.201)	—	35' 9" (10.896)	8' 9 3/4" (2.686)	7' 1/4" (2.140)	...
C. St. P. M. & O.	393	4	5' (1.524)	—	24' (7.315)	Mixte.	—	Sans traverses de tête.	—	36' (10.973)	8' 4" (2.540)	7' (2.134)	2,140 (60.594)
Mich. Cent.	25	4	5' (1.524)	—	26' 6 1/8" (8.080)	—	—	36' 6 1/8" (11.125)	—	36' (10.973)	8' 5" (2.565)	7' 6" (2.286)	2,136 (60.480)
	888	4	5' (1.524)	—	24' (7.315)	—	—	34' (10.364)	—	33' 4 7/8" (10.182)	7' 11 3/4" (2.432)	8' 5" (2.565)	1,719 (48.673)
M. K. & T.	223	4	4' 10" (1.473)	—	27' 1" (8.255)	—	—	36' 9" (11.201)	—	36' (10.973)	8' (2.438)	7' (2.134)	2,016 (57.083)
	24	4	4' 10" (1.473)	—	25' 1" (7.645)	—	—	34' 9" (10.592)	—	34' (10.363)	8' 3" (2.514)	7' (2.134)	1,960 (55.497)
N. D. & C.	4	4	...	—	23' 8" (7.213)	—	—	34' (10.363)	—	33' 5" (10.185)	8' 6" (2.591)	7' 6" (2.286)	2,130 (60.311)
N. Y. C. & H. R.	40	4	5' (1.524)	—	30' 4" (9.245)	Métal.	Mixte.	40' (12.192)	—	39' 4 1/4" (11.995)	9' (2.743)	7' 6" (2.286)	2,656 (75.205)
	250	4	5' (1.524)	—	27' 7 1/2" (8.420)	—	—	36' 8 3/4" (11.195)	—	36' 1" (10.998)	8' 7" (2.616)	7' 2 1/4" (2.190)	2,226 (63.029)
	300	4	5' (1.524)	—	27' 7 1/2" (8.420)	—	—	36' 8 3/4" (11.195)	—	36' 1" (10.998)	8' 7" (2.616)	7' 2 1/4" (2.190)	2,060 (58.329)

NOM DE LA COMPAGNIE.	FREINS. Le wagon est-il muni de freins à action mécanique?	Les freins sont-ils à action rapide?	DIVERS. Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par m^3).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Wagons à meubles. (Suite.)																
Southern Ry. (199)	Oui.	Oui.	36,850 (16,715)	60,000 (27,216)	11.92 (191.0)	1,228 (614.0)	43' 11" (13.386)	·17" (153)	1' 5.5" (490)	501· (2,505)	·162 (28.61)	16.70 (92.04)	Un seul.	Oui.	1895	
Union Pac. (23)	...	...	32,545 (14,762)	60,000 (27,216)	11.6 (185.8)	1,084 (542.0)	43' 9" (13.335)	·187" (168)	1' 5.5" (490)	656· (3,280)	·234 (41.32)	21.86 (120.48)	...	...	1893	
Union Pac. (306)	Oui.	Oui.	39,059 (17,717)	50,000 (22,680)	9.6 (153.8)	1,562 (781.0)	54' 7" (16.637)	·161" (144)	2' 2.2" (734)	532.04 (2,660.20)	·131 (23.13)	21.28 (117.29)	Un seul.	Oui.	1898	
Vandalia (95)	[illegible] p. c. Oui.	64 p. c. Oui.	32,000 (14,515)	60,000 (27,216)	10.0 (160.2)	1,067 (533.5)	46' 9" (14.259)	·18" (161)	1' 6.7" (524)	580· (2,900)	·182 (32.14)	19.33 (106.54)	—	85 p. c. Oui.	1892	
Vandalia (96)	—	—	28,000 (12,700)	50,000 (22,680)	9.2 (147.4)	1,120 (560.0)	44' 9" (13.639)	·18" (161)	1' 9.5" (602)	529· (2,645)	·174 (30.73)	21.16 (116.62)	...	—	1888	Meubles et équipages.
Wis. Cent. (152)	...	...	27,000 (12,247)	...	10. (160.2)	1,350 (675.0)	41' 2" (12.547)	·168" (151)	1' 10.8" (638)	618· (3,090)	·22 (38.85)	30.90 (170.31)	...	...	1891	
Wis. Cent. (62)	Oui.	Oui.	32,000 (14,515)	40,000 (18,144)	8.5 (136.2)	1,600 (800.0)	45' 8" (13.919)	·132" (118)	2' 1·2" (706)	642· (3,210)	·17 (30.02)	32.10 (176.92)	Un seul.	Oui.	1890-96	
Wagons à bestiaux.																
A. T. & S. F. (2,145)	...	...	24,000 (10,886)	44,000 (19,958)	...	...	...	...	...	520· (2,600)	...	...	...	...	...	
A. T. & S. F. (809)	[illegible] p. c.	62 p. c.	29,000 (13,154)	60,000 (27,216)	...	...	...	...	...	545· (2,725)	...	...	Un seul.	60 p. c.	...	
B. & M. (22)	...	...	...	...	...	...	37' 4" (11.379)	...	2' 5.8" (834)	475· (2,375)	...	31·66 (174.50)	...	...	...	
B. & M. (36)	55 p. c.	55 p. c.	20,000 (9,072)	30,000 (13,608)	45.7 (732.1)	1,333 (666.5)	32' 4" (9.855)	...	2' 1.8" (722)	450· (2,250)	...	30·00 (165.35)	...	80 p. c.	...	
C. of Ga. (45)	Non.	Non.	24,000 (10,886)	60,000 (27,216)	13.7 (219.5)	800 (400.0)	37' (11.277)	·252" (226)	1' 2.7" (412)	500· (2,500)	·29 (51.21)	16·60 (91.49)	Un seul.	Oui.	1890	
Ches. & Ohio (100)	Oui.	Oui.	27,000 (12,247)	60,000 (27,216)	12.9 (206.7)	900 (450.0)	38' 4" (11.684)	·22" (197)	1' 3" (420)	...	...	...	—	—	...	Breveté.
Ches. & Ohio (101)	—	—	26,000 (11,793)	60,000 (27,216)	14.6 (233.9)	866 (433.0)	37' 8" (11.481)	·25" (224)	1' 3" (420)	...	...	...	—	—	...	
Ches. & Ohio (155)	—	—	24,000 (10,886)	50,000 (22,680)	13. (208.3)	960 (480.0)	36' 1" (10.998)	·23" (206)	1' 5" (476)	...	...	...	—	—	...	
Ches. & Ohio (182)	Non.	Non.	22,000 (9,779)	40,000 (18,144)	13.8 (221.1)	1,100 (550.0)	32' 7" (9.931)	·24" (215)	1' 7" (532)	...	...	...	—	—	...	
C. G. W. (450)	Oui.	Oui.	25,000 (11,340)	40,000 (18,144)	16.83 (269.6)	1,250 (625.0)	36' 2 1/2" (11.036)	·288" (258)	1' 9.6" (605)	415· (2,075)	·28 (49.44)	20·75 (114.36)	—	—	1885	
C. R. I. & P. (918)	—	—	32,000 (14,515)	60,000 (27,216)	...	1,066 (533.0)	39' 1/2" (11.900)	...	1' 3.6" (437)	580· (2,900)	...	19·33 (106.54)	—	—	1892	Wagons de plus petite capacité en service avant 1892.
C. St. P. M. & O. (393)	—	—	31,000 (14,061)	60,000 (27,216)	14.48 (232.0)	1,033 (516.5)	39' 6" (12.039)	·221" (198)	1' 3.7" (440)	575· (2,875)	·27 (47.68)	19·17 (105.66)	—	—	1892	
Mich. Cent. (25)	—	—	30,200 (13,699)	60,000 (27,216)	14.1 (225.9)	1,006 (503)	39' 10 1/4" (12.147)	·223" (200)	1' 4" (448)	510· (2,550)	·24 (42.38)	17·00 (93.70)	—	—	1897	
Mich. Cent. (888)	48 p. c.	48 p. c.	24,500 (11,113)	40,000 (18,144)	14.2 (227.5)	1,225 (612.5)	37' 4 1/8" (11.382)	·26" (233)	1' 10 3/8" (627)	500· (2,500)	·29 (51.21)	25·00 (137.79)	—	—	1886	
M. K. & T. (223)	Oui.	Yes.	29,500 (13,381)	40,000 (18,144)	...	...	39' 6" (12.039)	·234" (210)	1' 11 7/10" (663)	740· (3,700)	...	...	—	—	...	Écurie.
M. K. & T. (24)	—	—	27,000 (12,247)	50,000 (22,680)	...	...	37' 6" (11.430)	·239" (214)	1' 6" (504)	740· (3,700)	...	...	Deux.	—	...	Double plancher.
N. D. & C. (4)	—	—	23,000 (10,433)	40,000 (18,144)	11. (176.2)	1,150 (575.0)	36' 5" (11.100)	·205" (184)	1' 9.8" (610)	550· (2,750)	·26 (45.91)	27·50 (151.57)	Plusieurs.	—	1886	
N. Y. C. & H. R. (40)	—	—	35,200 (15,966)	40,000 (18,144)	15.5 (248.3)	1,760 (880.0)	43' 3 1/4" (13.188)	·194" (174)	2' 2" (728)	775· (3,875)	·292 (51.56)	37·75 (208.06)	Un seul.	—	1898	Écurie.
N. Y. C. & H. R. (250)	—	—	32,300 (14,651)	60,000 (27,216)	14.51 (232.5)	1,073 (536.5)	39' 11 3/4" (12.185)	·219" (196)	1' 4" (448)	560· (2,800)	·251 (44.32)	18·66 (102.85)	—	—	1893	Plancher simple.
N. Y. C. & H. R. (300)	—	—	35,900 (16,284)	60,000 (27,216)	17.42 (279.1)	1,197 (598.5)	39' 11 3/4" (12.185)	·233" (209)	1' 4" (448)	585· (2,925)	·284 (50.15)	19·50 (107.48)	Deux.	—	1893	Plancher double.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Wagons à bestiaux. (Suite.)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête, en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable, en pieds carrés (mètres carrés).
O. R. R. & Nav.	12	4	...	Oui.	24' 8'' (7.518)	Mixte.	Bois.	36' (10.973)	Bois.	35' 3 1/2'' (10.757)	8' 1 1/2'' (2.477)	6' 10'' (2.083)	1,954 (55,328)	[illegible]
O. R. R. & Nav.	189	4	...	—	24' 8'' (7.518)	—	—	36' (10.973)	—	35' 3 1/2'' (10.757)	8' 3'' (2.514)	6' 8'' (2.032)	1,920 (54,365)	[illegible]
O. R. R. & Nav.	39	4	...	—	24' (7.315)	—	—	33' (10.058)	—	32' (9.753)	7' 9 1/2'' (2.375)	6' 8 1/2'' (2.045)	1,632 (46,210)	[illegible]
O. R. R. & Nav.	18	4	...	—	20' 4'' (6.197)	—	—	30' (9.144)	—	30' 4'' (9.245)	8' 6'' (2.591)	7' (2.134)	1,803 (51,052)	[illegible]
O. R. R. & Nav.	1,513	4	5' (1.524)	—	26' 7 1/2'' (8.115)	43 p.c. métal et 57 p.c. bois.	—	36' 4'' (11.074)	—	33' 9 1/2'' (10.300)	8' 1/2'' (2.451)	7' 2 3/4'' (2.203)	1,964 (55,611)	[illegible]
Penna. Lines W.	893	4	4' 10'' (1.473)	—	26' 10'' (8.179)	Mixte.	—	36' 4'' (11.074)	—	33' 9 1/2'' (10.300)	8' 4 1/2'' (2.553)	7' 2 3/4'' (2.203)	2,046 (57,932)	[illegible]
Penna. Lines W.	1,479	4	5' (1.524)	—	26' 10'' (8.179)	—	—	36' 4'' (11.074)	—	33' 9 1/2'' (10.300)	8' 4 1/4'' (2.546)	7' 2 3/4'' (2.203)	2,046 (57,932)	[illegible]
Penna. Lines W.	8	4	4' 10'' (1.473)	—	19' 7 3/4'' (5.988)	—	—	29' 10 3/4'' (9.112)	—	27' 5 1/4'' (8.362)	8' 5 1/4'' (2.571)	6' 5 1/4'' (1.962)	1,492 (42,246)	[illegible]
Penna. Lines W.	23	4	4' 10'' (1.473)	—	19' 7 3/4'' (5.988)	—	—	29' 10 3/4'' (9.112)	—	27' 5 1/4'' (8.362)	8' 5 1/4'' (2.571)	6' 5 1/4'' (1.962)	1,492 (42,246)	[illegible]
Penna R. R.	928	4	...	—	26' 10'' (8.179)	—	—	36' 4'' (11.074)	—	33' 9 1/2'' (10.300)	8' 4 1/2'' (2.553)	7' 2 3/4'' (2.203)	2,046 (57,932)	[illegible]
Penna R. R.	502	4	...	—	26' 10'' (8.179)	—	—	36' 4'' (11.074)	—	33' 9 1/2'' (10.300)	8' 0 1/2'' (2.451)	7' 2 3/4'' (2.203)	1,964 (55,611)	[illegible]
Penna R. R.	478	4	...	—	28' 7 1/2'' (8.725)	—	—	38' 4'' (11.684)	—	35' 9 1/2'' (10.909)	8' 4 1/2'' (2.553)	7' 1 1/4'' (2.165)	2,127 (60,226)	[illegible]
Phila. & Reading.	6	4	5' 2'' (1.575)	—	28' 6'' (8.687)	Métal.	—	40' 8'' (12.395)	—	38' (11.582)	8' 3 1/2'' (2.527)	7' 3'' (2.210)	2,284 (64,671)	[illegible]
Phila. & Reading.	62	4	4' 6 1/2'' (1.385)	—	19' 6 1/2'' (5.956)	Mixte.	—	31' 10'' (9.703)	—	29' 1'' (8.864)	8' 4'' (2.540)	6' 5 1/2'' (1.969)	1,171 (33,157)	[illegible]
Phila. & Reading.	122	4	4' 6 1/2'' (1.385)	—	23' 10'' (7.264)	—	—	38' 4'' (11.684)	—	33' 1'' (10.084)	8' 4'' (2.540)	7' 4'' (2.235)	2,022 (57,253)	[illegible]
Phila. & Reading.	50	4	5' (1.524)	—	22' 8'' (6.909)	—	—	36' 2'' (11.023)	—	33' 5'' (10.185)	8' 3'' (2.514)	7' 2'' (2.184)	1,976 (55,950)	[illegible]
P. B. & L. E.	9	4	4' 10'' (1.473)	—	25' (7.620)	—	Mixte.	35' (10.668)	Mixte.	33' 5'' (10.185)	8' 1'' (2.464)	7' 9'' (2.362)	2,071.5 (58,655)	[illegible]
Seaboard Air Line	49	4	5' 6'' (1.676)	—	26' (7.925)	—	Bois.	36' (10.973)	Bois.	35' 6'' (10.820)	8' 3'' (2.514)	7' 2'' (2.184)	2,097 (59,377)	[illegible]
So. Pacific	...	4	5' (1.524)	—	26' 4'' (8.026)	—	—	36' 4'' (11.074)	—	35' 7 3/4'' (10.865)	8' 2 1/4'' (2.495)	7' 3/4'' (2.153)	2,058 (58,272)	[illegible]
Southern Ry	50	4	5' 7'' (1.702)	—	25' 1'' (7.645)	—	—	34' 6'' (11.074)	—	33' 10'' (10.312)	8' 2'' (2.489)	7' 2'' (2.184)	1,980 (56,064)	[illegible]
Southern Ry	383	4	5' 7'' (1.702)	—	25' (7.620)	—	—	34' 5'' (10.490)	—	33' 10'' (10.312)	8' 2'' (2.489)	7' 1'' (2.159)	1,957 (55,412)	[illegible]
Southern Ry	85	4	5' 7'' (1.702)	—	19' 7'' (5.969)	—	—	29' (8.839)	—	28' 4'' (8.636)	7' 1'' (2.159)	6' 3'' (1.905)	1,254 (35,507)	[illegible]
Union Pac.	1,495	4	...	—	27' 10 1/2'' (8.496)	—	—	37' 2 1/2'' (11.341)	—	36' 6'' (11.125)	8' 9'' (2.667)	7' 4'' (2.235)	2,342 (66,314)	[illegible]
Union Pac.	167	4	...	—	26' 8'' (8.128)	—	—	36' (10.973)	—	35' 3'' (10.744)	8' 2'' (2.489)	6' 9'' (2.057)	1,943 (55,016)	[illegible]
Union Pac.	325	4	...	—	24' 8'' (7.518)	—	—	34' (10.363)	—	33' 3'' (10.134)	8' 2'' (2.489)	6' 9'' (2.057)	1,832 (51,873)	[illegible]
Union Pac.	273	4	...	—	24' 8'' (7.518)	—	—	34' (10.363)	—	33' 5'' (10.185)	8' 2'' (2.489)	6' 9'' (2.057)	1,847 (52,298)	[illegible]
Union Pac.	256	4	...	—	21' (6.401)	—	—	30' (9.144)	—	29' 4'' (8.941)	8' 3'' (2.514)	6' 6'' (1.981)	1,573 (44,539)	[illegible]
Union Pac.	108	4	..	—	21' (6.401)	—	—	30' (9.144)	—	29' 4'' (8.941)	8' 3'' (2.514)	6' 5'' (1.955)	1,552 (43,945)	[illegible]

Wagons à bestiaux. (Suite.)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif	FREINS. Le wagon est-il muni de freins à action mécanique?	Les freins sont-ils à action rapide?	DIVERS. Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	Observations.
O. R. R. & Nav.	12	Oui.	Oui.	32,000 (14,515)	60,000 (27,216)	16.3 (261.1)	1,067 (533.5)	38' 7'' (11.760)	.236'' (212)	1' 3.4'' (431)	...	...	...	Un seul	Oui.	1893	
O. R. R. & Nav.	189	—	—	28,000 (12,700)	50,000 (22,680)	14.5 (232.3)	1,120 (560.0)	38' 7'' (11.760)	.240'' (215)	1' 6.4'' (515)	...	...	...	—	—	1890	
O. R. R. & Nav.	39	Non.	Non.	24,000 (10,886)	40,000 (18,144)	14.75 (236.3)	1,200 (600.0)	35' 7'' (10.846)	.262'' (235)	1' 9.3'' (596)	...	...	...	—	—	1885	
O. R. R. & Nav.	18	—	—	22,000 (9,979)	30,000 (13,608)	12.2 (195.4)	1,467 (733.5)	32' 7'' (9.931)	.217'' (195)	2' 2'' (728)	...	...	...	—	—	1883	
O. R. R. & Nav.	1,513	Oui.	Oui.	27,300 (12,383)	60,000 (27,216)	13.9 (222.7)	910 (455.0)	38' 1'' (11.608)	.232'' (208)	1' 2.8'' (414)	520. (2,600)	.265 (46.79)	18.43 (101.58)	—	—	1885	Double plancher ajustable.
Penna. Lines W.	893	Non.	Non.	26,200 (11,884)	50,000 (22,680)	12.8 (205.1)	1,048 (524.0)	38' 1'' (11.608)	.223'' (200)	1' 6.2'' (510)	477. (2,385)	.233 (41.14)	19.08 (105.16)	—	—	1881	—
Penna. Lines W.	1,479	66 p. c.	66 p. c.	26,200 (11,884)	40,000 (18,144)	12.8 (205.1)	1,310 (655.0)	38' 1'' (11.608)	.223'' (200)	1' 10.8'' (638)	492.27 (2,461.35)	.241 (42.56)	24.61 (135.64)	—	66 p. c.	1881	—
Penna. Lines W.	8	Non.	Non.	19,000 (8,618)	40,000 (18,144)	12.73 (203.9)	950 (450.0)	31' 3/4'' (9.468)	.249'' (223)	1' 6.6'' (521)	525. (2,625)	.352 (62.16)	26.25 (144.68)	—	Non.	1869	—
Penna. Lines W.	23	—	—	19,000 (8,618)	30,000 (13,608)	12.73 (203.9)	1,266 (633.0)	31' 3/4'' (9.468)	.249'' (223)	2' 0.8'' (674)	525. (2,625)	.352 (62.16)	35.00 (192.90)	—	—	1869	—
Penna R. R.	928	13 p. c.	13 p. c.	26,200 (11,884)	40,000 (18,144)	12.8 (205.1)	1,310 (655.0)	38' 1'' (11.608)	.22'' (197)	1' 10.8'' (638)	495. (2,475)	.242 (42.73)	24.75 (136.41)	—	50 p. c.	1881	
Penna R. R.	502	60 p. c.	60 p. c.	29,400 (13,336)	60,000 (27,216)	15. (240.3)	980 (490)	38' 1'' (11.608)	.23'' (206)	1' 3.3'' (428)	570. (2,850)	.29 (51.21)	19.00 (104.72)	—	75 p. c.	1885	
Penna R. R.	478	Oui.	Oui.	31,800 (14,424)	60,000 (27,216)	15. (240.3)	1,060 (530.0)	40' 1'' (12.217)	.23'' (206)	1' 4'' (448)	580. (2,900)	.278 (49.09)	19.33 (106.54)	—	Oui.	1891	
Phila. & Reading.	6	—	—	39,000 (17,962)	60,000 (27,216)	17.33 (277.6)	1,320 (660.0)	42' 10'' (13.055)	.216'' (194)	1' 5.1'' (479)	1,000. (5,000)	.437 (77.17)	33.33 (183.70)	—	—	1896	Chevaux et bestiaux.
Phila. & Reading.	62	Non.	Non.	20,500 (9,299)	30,000 (13,608)	17.51 (280.5)	1,366 (683.0)	33' 1'' (10.084)	.336'' (301)	2' 2.5'' (742)	400. (2,000)	.341 (60.21)	26.66 (146.94)	—	71 p. c. Oui.	1870	
Phila. & Reading.	122	—	—	22,000 (9,979)	40,000 (18,144)	10.88 (174.3)	1,100 (550.0)	37' 10'' (11.531)	.216'' (194)	1' 10.7'' (636)	450. (2,250)	.222 (39.20)	22.50 (124.01)	—	Oui.	1880	
Phila. & Reading.	50	—	—	26,200 (11,884)	50,000 (22,680)	13.25 (212.3)	1,048 (524.0)	37' 10'' (11.531)	.228'' (205)	1' 6.2'' (510)	500. (2,500)	.252 (44.50)	20.00 (110.23)	—	—	1891	
P. B. & L. E.	9	Oui.	Oui.	24,500 (11,113)	50,000 (22,680)	11.8 (189.0)	980 (490.0)	38' 2'' (11.633)	.216'' (194)	1' 6 1/2'' (518)	482. (2,410)	.232 (40.97)	19.28 (106.26)	—	—	1891	
Seaboard Air Line	49	—	—	29,350 (13,313)	50,000 (22,680)	14.36 (230.0)	1,200 (600.0)	38' 9'' (11.811)	.216'' (194)	1' 6.6'' (521)	494. (2,470)	.23 (40.61)	19.80 (109.13)	—	—	1893	Peut être muni d'un double plancher.
So. Pacific	...	—	—	30,200 (13,698)	60,000 (27,216)	14.67 (235.0)	1,006 (503.0)	38' 9'' (11.811)	.167'' (150)	1' 3.5'' (434)	523.92 (2,616.60)	.254 (44.85)	17.46 (96.23)	—	—	1897	
Southern Ry	50	—	—	31,650 (14,356)	60,000 (27,216)	15.98 (256.0)	1,055 (527.5)	37' 8 1/2 (11.494)	.22'' (197)	1' 3.2'' (426)	462. (2,310)	.233 (41.14)	15.40 (84.88)	—	—	1898	
Southern Ry	383	En partie.	En partie.	29,150 (13,222)	40,000 (18,144)	14.89 (238.5)	1,458 (729.5)	37' 5'' (11.404)	.22'' (197)	1' 10.4'' (627)	532. (2,660)	.271 (47.85)	26.60 (146.61)	—	En partie.	1889	
Southern Ry	85	Non.	Non.	27,300 (12,383)	30,000 (13,668)	21.76 (348.6)	1,820 (910.0)	31' 6'' (9.601)	.301'' (270)	2' 1.2'' (742)	575. (2,875)	.458 (80.87)	38.33 (211.26)	—	—	1868	
Union Pac.	1,495	Oui.	Oui.	34,700 (15,740)	60,000 (27,216)	14.8 (237.1)	1,156 (578.0)	40' 5 1/2'' (12.332)	.206'' (185)	1' 4.2'' (454)	447.46 (2,237.30)	.191 (33.73)	14.91 (82.18)	—	Oui.	1898	
Union Pac.	167	—	—	34,610 (15,699)	60,000 (27,216)	17.8 (285.2)	1,153 (576.5)	39' 3'' (11.963)	.242'' (217)	1' 3.7'' (440)	526.45 (2,632.25)	.270 (47.68)	17.55 (96.73)	—	—	1893	
Union Pac.	325	—	—	25,192 (11,427)	50,000 (22,680)	13.7 (219.5)	1,007 (503.5)	34' 3'' (10.439)	.224'' (201)	1' 4.4'' (459)	505.80 (2,529.40)	.276 (48.74)	20.23 (111.50)	—	—	1886	
Union Pac.	273	—	—	26,279 (11,920)	40,000 (18,144)	14.2 (227.5)	1,314 (657.0)	37' 3'' (11.354)	.241'' (216)	1' 9.1'' (591)	525. (2,625)	.284 (50.15)	26.25 (144.68)	—	—	1886	
Union Pac.	256	—	—	23,133 (10,493)	32,000 (14,515)	14.7 (235.5)	1,445 (722.5)	33' 3'' (10.134)	.253'' (227)	2' 1'' (700)	550. (2,750)	.349 (61.63)	34.37 (189.43)	—	—	1877	
Union Pac.	108	—	—	22,354 (10,140)	28,000 (12,700)	14.3 (229.1)	1,596 (798.0)	33' 3'' (10.134)	.257'' (231)	2' 4.9'' (809)	...	...	...	—	—	1871	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1898.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	Dimensions intérieures. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Surface de plancher utilisable, en pieds carrés (mètres carrés).	FREINS. Le wagon est-il muni de freins à action mécanique?	Les freins sont-ils à action rapide?
							Wagons à bestiaux. (Suite.)									
Vandalia	31	4	5' 2" (1.575)	Oui.	26' 11" (8.204)	Mixte.	Bois.	36' 4" (11.074)	Bois.	34' (9.245)	8' 4" (2.540)	7' 2" (2.184)	2,028 (70.755)	[illegible]	Oui 32 p. c.	Oui 32 p. c.
	39	4	5' 2" (1.575)	—	26' 11" (8.204)	—	—	36' 4" (11.074)	—	34' (9.245)	8' 4" (2.540)	7' 2" (2.184)	2,028 (70.755)	[illegible]	—	—
	237	4	5' 2" (1.575)	—	26' 11" (8.204)	—	—	36' 4" (11.074)	—	34' (9.245)	8' 4" (2.540)	7' 2" (2.184)	2,028 (70.755)	[illegible]	—	—
Wis. Cent	201	4	5' (1.524)	—	20' 3" (6.172)	—	Mixte.	30' 3" (9.220)	—	30' 6" (9.296)	8' 2" (2.489)	7' 2" (2.184)	1,792 (50.741)	[illegible]	Non.	Non.
Canda C. C.	2,450	4	...	—	6' 1/2" (7.938)	Bois.	Bois.	36' 9" (11.201)	—	35' 11" (10.947)	7' 9" (2.362)	7' 1 1/4" (2.165)	...	[illegible]	Oui.	Oui.
							Wagons-citernes.						Gallons.			
Allegheny Valley	35	4	5' (1.524)	Oui.	19' 3" (5.867)	Bois.	Bois.	...	Mixte.	29' (8.839)	8' (2.438)	8' (2.438)	3,600 (13.611)	—	Non.	Non.
A. T. & S. F.	10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	6,000 (22,686)	—	—	...
	4	4	...	Oui.	...	Mixte.	Bois.	34' (9.245)	Mixte.	...	...	...	4,500 (17.014)	—	—	...
Penna. R. R.	645	4	...	—	...	—	—	...	Métal.	...	...	...	3,600 (13.611)	—	Non.	Non.
	267	4	...	—	...	—	—	...	—	...	...	...	4,500 (17.014)	—	—	—
	96	4	...	—	...	—	—	...	—	...	...	...	5,500 (20.795)	—	—	—
So. Pacific	...	4	5' (1.524)	—	24' 6 3/4" (7.486)	—	—	34' 6 3/4" (10.534)	Réservoir en acier.	31' 6 1/2" (9.614)	Diam. 6' (1.829)	...	6,525 (24.671)	—	Oui.	Oui.
Wis. Cent	4	4	5' (1.524)	—	24' 6" (7.467)	—	Mixte.	34' 6" (10.515)	Bois.	28' 3" (8.610)	5' 3" (1.600)	5' 3" (1.600)	4,575 (17,298)	—	Non.	Non.
							Fourgons à bagages.						Mètres cubes.			
Allegheny Valley	2	...	...	...	38' (11.582)	Mixte.	Mixte.	50' 8" (15.443)	Mixte.	50' (15.240)	9' (2.743)	...	3,150 (89.193)	[illegible]	—	...
	5	4	...	Oui.	34' 6" (10.515)	—	—	46' (14.020)	—	45' (12.319)	9' (2.743)	7' (2.134)	2,835 (80.274)	[illegible]	Oui.	Oui.
G. R. & I.	4	6	10' (3.048)	—	44' (12.293)	—	Bois.	60' (18.288)	Bois.	59' 3 1/2" (18.072)	8' 10 3/8" (2.702)	7' (2.134)	3,677 (104.115)	[illegible]	—	—
	1	...	7' (2.134)	...	36' (10.973)	...	...	50' (15.240)	...	49' 3" (15.011)	8' 11" (2.718)	...	3,071 (86.956)	[illegible]	—	...
	5	...	8' (2.438)	...	35' 8 5/8" (10.887)	...	...	50' 8 5/8" (15.459)	...	50' (15.240)	8' 10 3/4" (2.711)	...	3,102 (87.834)	[illegible]	—	...
	6	4	8' (2.438)	Oui.	30' 9" (9.372)	Mixte.	Bois.	44' 9" (13.639)	Bois.	44" (12.293)	8' 11" (2.718)	7' (2.134)	2,744 (77.697)	[illegible]	Oui.	Oui.
M. K. & T.	9	6	10' (3.048)	—	40' (12.192)	—	—	50' 5" (15.367)	—	54' 4" (16.560)	9' 2 1/2" (2.807)	6' 7" (2.007)	...	—	—	—
	31	4	7' (2.134)	—	36' (10.973)	—	—	50' (15.240)	—	49' 4" (15.036)	9' 1/2" (2.756)	6' 7" (2.007)	...	—	—	—
	2	4	7' (2.134)	—	26' (7.925)	—	—	40' (12.192)	—	39' 4" (11.989)	8' 11 1/2" (2.731)	6' 9" (2.057)	...	—	—	—
	1	4	7' (2.134)	—	26' (7.925)	—	—	40' 2" (12.243)	—	39' 6" (12.039)	9' 6 1/2" (2.908)	6' 10" (2.083)	...	—	—	—
	1	4	6' (1.829)	—	22' (6.705)	—	—	35' (10.668)	—	34' 4" (10.465)	8' 7 1/2" (2.629)	6' 4" (1.930)	...	—	—	—

Tableau B. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif	Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	DIVERS. Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne américaine de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
						Wagons à bestiaux. (Suite.)									
Vandalia	31	29,500 (13,381)	60,000 (27,216)	14.5 (232.3)	983 (491.5)	38' 9" (11.811)	.23" (206)	1' 3 1/2" (434)	520 (2,600)	.256 (45.21)	17.35 (95.63)	Un seul.	Oui 54 p. c.	1892	
	39	28,600 (12,972)	50,000 (22,680)	14.1 (225.9)	1,144 (572.0)	38' 9" (11.811)	.23" (206)	1' 6.6" (521)	456 (2,280)	.224 (39.55)	18.74 (103.29)	—	—	1888	
	237	25,000 (11,340)	40,000 (18,144)	12.3 (197.0)	1,250 (625.0)	38' 9" (11.811)	.23" (206)	1' 11.2" (650)	450 (2,250)	.221 (39.02)	22.50 (124.01)	—	—	1881	
Wis. Cent	201	23,000 (10,433)	40,000 (18,144)	12.8 (205.1)	1,150 (575.0)	32' 7" (9.931)	.204" (183)	1' 6" (504)	410 (2,050)	.20 (35.32)	20.50 (112.99)	—	En partie.	1886	
Canda C. C.	2,450	30,000 (13,608)	40,000 (18,144)	...	1,500 (750.0)	39' 9" (12.116)	...	1' 11.9" (669)	760 (3,800)	...	38.00 (209.43)	3 compartiments 2 cloisons mobiles.	Oui.	1889	
						Wagons-citernes.									
Allegheny Valley	35	21,000 (9,525)	30,000 (13,608)	...	1,050 (525.0)	30' 10" (9.398)	...	...	600 (3,000)	...	...	Un seul.	Oui.	1870	Huile.
A. T. & S. F.	10	...	...	...	...	...	...	...	525 (2,625)	...	...	...	...	...	Eau.
	4	...	...	...	...	...	...	...	500 (2,500)	...	...	...	...	...	Huile.
Penna. R. R.	645	...	...	...	...	...	...	...	573 (2,865)	...	...	Un seul.	En partie.	1867	
	267	...	...	...	...	...	...	...	594 (2,970)	...	...	—	—	1877	
	96	...	...	...	...	...	...	...	675 (3,375)	...	...	—	—	1879	
So. Pacific	...	32,200 (14,606)	60,000 (27,216)	36.9 (591.1)	1,073 (536.5)	37' 11 3/4" (11.576)	.522" (468)	1' 3.2" (426)	763.12 (3,815.60)	.875 (154.51)	25.43 (140.16)	—	Oui.	1897	Huile.
Wis. Cent	4	29,000 (13,154)	40,000 (18,144)	47.5 (760.9)	1,450 (725.0)	36' 10" (11.227)	.672" (603)	1' 8.4" (571)	450 (2,250)	.74 (130.67)	22.50 (124.01)	—	Non.	1892	Eau.
						Fourgons à bagages.									
Allegheny Valley	2	53,700 (24,358)	...	17.2 (275.5)	2,685 (1,342.5)	57' (15.417)	.21" (188)	3' 9.6" (1,277)	1,950 (9,750)	.619 (109.30)	130 (716.50)	...	...	1895	
	5	49,500 (22,453)	40,000 (18,144)	17.5 (280.3)	2,475 (1,237.5)	53' (16.154)	.22" (197)	3' 6.4" (1,187)	1,800 (9,000)	.635 (112.13)	120 (661.39)	Un seul.	Oui.	1892	
G. R. & I.	4	55,000 (24,948)	60,000 (27,216)	14.96 (239.7)	1,833 (916.5)	67' (20.421)	.216" (194)	2' 2.8" (750)	3,500 (17,500)	.952 (168.11)	106.66 (587.86)	Deux.	—	1887	Bagages et poste.
	1	46,000 (20,865)	60,000 (27,216)	14.96 (239.7)	1,533 (766.5)	57' (15.417)	...	1' 10.8" (638)	2,800 (14,000)	.912 (161.04)	93.33 (514.39)	...	...	1885	
	5	48,000 (21,773)	50,000 (22,680)	15.47 (247.8)	1,920 (960.0)	57' 8 5/8"	...	2' 3.7" (776)	3,000 (15,000)	.967 (170.76)	120 (661.39)	...	...	1883	
	6	44,000 (19,958)	40,000 (18,144)	16.05 (257.1)	2,200 (1,100)	51' 9" (15.773)	.216" (194)	2' 7" (868)	2,500 (12,500)	.911 (160.87)	125 (688.04)	Un seul.	Oui.	1891	
M. K. & T.	9	68,000 (30,844)	...	...	...	62' (18.897)	...	...	3,150 (15,750)	...	...	...	...	...	
	31	52,000 (23,586)	...	...	...	57' (15.417)	...	...	2,375 (13,875)	...	...	...	...	...	
	2	44,000 (19,958)	...	...	...	47' (12.370)	...	...	2,675 (13,375)	...	...	...	...	...	
	1	45,000 (20,412)	...	...	...	47' (12.370)	...	...	2,675 (13 375)	...	...	...	...	...	
	1	37,000 (16,783)	...	...	...	42' (12.243)	...	...	2,155 (10,775)	...	...	...	...	...	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. (Suite.)

XVIII
398

Fourgons à bagages. (Suite.)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1895.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans boîtes ?	Écartement d'axe en axe des boîtes en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des boîtes.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction de la caisse.	CAISSE. DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes (mètres cubes).	Les trains sont-ils à arrêt rapide ?	Les wagons sont-ils munis d'un appareil de freins à arrêt automatique ?	Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par m³).	Poids mort par tonne (de 2,000 liv.) kilogrammes par tonne métrique) de capacité inscrite	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne métrique de capacité inscrite (millimètres par tonne métrique).	DIVERS. Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne métrique de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne kilométrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	Observations.
Penna. Lines W.	89	4	7' (2,134)	Oui.	33' (10,058)	Mixte.	46' 6" (14,173)	Bois.	45' 10 1/4" (13,976)	Bois.	9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)	Oui.	43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)	Un seul.	1884	(1) 24 fourgons à 2 compartiments. Bagages et poste.
	37	6	(1,829)		(3,962)		(14,173)		(13,976)		(2,743)	(2,134)	(83,03)		(19,595)	(18,144)	(240.23)	(1,000)	(16,154)	(789)	(959.51)	(329.10)	(48.12)		1887-1897	
	4	4	2' 7 1/2" (0,902)		13' 9" (4,191)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1884	(1) 24 fourgons à 2 compartiments. Bagages et poste.
	65	4	7' (2,134)	Oui.	33' (10,058)	Mixte.	46' 6" (14,173)	Bois.	45' 10 1/4" (13,976)	Bois.	9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)	Oui.	43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)	Un seul.	1884-79-92	(2) 16 fourgons à 2 compartiments. Bagages et poste.
	55	4	7' (2,134)		33' (10,058)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1870-1876	
	14	4	6' (1,829)		32' 6" (9,906)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1870 *	
	65	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1881	—
	69	6			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1887	—
	4	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1892	—
	12	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1893	—
	72	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1892	Bagages. Voitures express.
	36	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1892	10'0" (3,277) (1,445) (1,524)
	24	6			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1882	Compartiment à bagages.
	6	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1883	24' 7½" (7,505) (1,157) (0,586)
	8	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1888	
	4	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1890	
	12	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1892	
	72	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1893	
	36	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1892	
	24	6			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1882	
	6	4			32' 5" (9,880)		46' 6" (14,173)		45' 10 1/4" (13,976)		9' (2,743)	7' (2,134)	2,933 (83,03)		43,200 (19,595)	40,000 (18,144)	15.0 (240.23)	2,160 (1,000)	53' (16,154)	2' 7.5" (789)	2,116 (959.51)	725 (329.10)	105.80 (48.12)		1883

Tableau B. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Effectif des wagons de chaque type considéré au 30 juin 1886.	ESSIEUX ET BOGIES. Nombre d'essieux.	Écartement extrême des essieux en pieds et pouces (mètres).	Avec ou sans bogies ?	Écartement d'axe en axe des bogies en pieds et pouces (mètres).	Matériaux de construction des bogies.	CHASSIS. Matériaux de construction du châssis.	Longueur entre les faces extérieures des traverses de tête, en pieds et pouces (mètres).	CAISSE. Matériaux de construction de la caisse.	DIMENSIONS INTÉRIEURES. Longueur en pieds et pouces (mètres).	Largeur en pieds et pouces (mètres).	Hauteur des parois en pieds et pouces (mètres).	Cube utilisable en pieds cubes ou (mètres cubes).
Fourgons à bagages. (*Suite.*)													
Union Pac.	11	6	...	Oui.	37' 6" (11.430)	Mixte.	Bois.	51' 7" (15.722)	Bois.	51' (15.514)	9' 3" (2.819)	6' 7" (2.007)	3,105 (87.919)
	2	4	...	—	29' 10" (9.093)	—	—	29' 4" (8.941)	—	29' 4" (8.941)	7' 7" (2.311)	6' (1.829)	1,324 (37.573)
	8	4	...	—	31' 10" (9.703)	—	—	45' 10" (13.970)	—	45' 5" (13.792)	9' 4" (2.845)	7' 4" (2.235)	3,097 (87.693)
	5	4	...	—	37' 3 1/2" (11.367)	—	—	48' (14.630)	—	47' 5" (14.452)	8' 11" (2.718)	6' 8" (2.032)	2,818 (79.780)
	5	4	...	—	40' 7" (12.370)	—	—	51' 3" (15.621)	—	50' 9" (15.468)	9' 2" (2.794)	7' 1" (2.159)	3,295 (93.256)
	3	6	...	—	45' 5 1/4" (13.856)	—	—	69' 9 1/2" (21.272)	—	69' 3" (18.338)	9' 3" (2.819)	6' 7" (2.007)	3,663 (103.719)
Vandalia	4	6	10' (3.048)	—	45' 4 1/2" (13.830)	—	—	67' (20.421)	—	67' 4" (18.084)	9' 3" (2.819)	7' 6" (2.286)	4,216 (116.546)
	5	4	7' 6" (2.286)	—	38' (11.582)	—	—	56' 10 1/2" (17.335)	—	50' (15.240)	9' 2" (2.794)	7' 6" (2.286)	3,433 (97.178)
	3	4	6' (1.829)	—	32' 5" (9.880)	—	—	45' 2" (13.766)	—	44' 5" (13.538)	9' 4" (2.845)	7' 6" (2.286)	3,110 (88.011)
	2	6	10' 6" (3.200)	—	44' (13.511)	—	—	60' (18.288)	—	59' 5" (18.110)	9' 5" (2.870)	7' 6" (2.286)	4,300 (120.057)
Wis. Cent.	6	4	7' (2.134)	—	32' 8" (9.957)	—	—	45' (13.716)	—	44' 6" (13.563)	9' 4" (2.845)	8' 6" (2.591)	3,520 (99.953)
	5	4	7' (2.134)	—	37' 8" (11.481)	—	—	50' (15.240)	—	49' 6" (15.087)	9' 3" (2.819)	8' 6" (2.591)	3,931 (110.788)
	2	4	7' (2.134)	—	37' 8" (11.481)	—	—	50' (15.240)	—	49' 6"	9' 3" (2.819)	8' 6" (2.591)	3,931 (110.175)
Wagons G. V.													
Penna. Lines W.	6	6	10' 6" (3.200)	Oui.	43' 4" (13.208)	Mixte.	Bois.	60' (18.288)	Bois.	59' 3 1/2" (15.072)	8' 9 3/4" (2.686)	7' 6" (2.286)	3,918 (110.939)
	27	4	...	—	24' (7.315)	—	—	30' 6" (9.144)	—	29' 4" (8.941)	8' 5 1/2" (2.578)	6' 6 1/4" (1.994)	1,625 (45.996)
Penna. R. R.	89	4	...	—	29' 2" (8.890)	—	—	40' 0" (12.192)	—	39' 4 1/2" (11.995)	8' 7" (2.616)	6' 5 1/2" (1.994)	2,231 (62.549)
	2	6	...	—	43' 4" (13.208)	—	—	60' 0" (18.288)	—	59' 3 1/2" (15.072)	8' 9 3/4" (2.686)	6' 11 1/2" (2.114)	3,694 (102.615)
	7	4	...	—	34' 7" (10.541)	—	—	48' 6" (14.782)	—	47' 10 1/4" (14.585)	9' 1 1/2" (2.774)	6' 8 1/4" (2.038)	2,953 (82.397)
Phila. & Reading.	2	4	5' 4" (1.626)	—	35' 5" (10.795)	Bois.	—	46' 3 1/2" (14.110)	—	45' 6" (13.868)	8' 6 1/2" (2.604)	7' 10" (2.388)	3,043 (86.165)
	5	4	...	—	30' 3" (9.220)	Mixte.	—	40' 11" (12.471)	—	40' 4" (12.293)	8' 11" (2.718)	7' 1" (2.159)	2,547 (72.119)
Union Pac.	1	4	...	—	33' 4" (10.160)	—	—	44' (13.411)	—	43' 6" (13.259)	9' 5" (2.870)	7' (2.134)	2,972 (84.153)
	4	4	...	—	35' 2" (10.719)	—	—	45' 10" (13.970)	—	45' 6" (13.868)	9' 4" (2.845)	7' (2.134)	2,947 (83.304)
Vandalia	6	4	6' (1.829)	—	29' (8.839)	—	—	40' 2" (12.243)	—	39' 4" (11.989)	8' 7" (2.616)	7' (2.134)	
Bureaux-poste												8' 8" (2.64)	4,075 (115.383)
Wis. Cent.	6	4	5' (1.524)	Oui.	37' 3" (11.354)	Mixte.	Mixte.	50' (15.240)	Bois.	49' 5" (15.062)	9' 5" (2.870)	8' 9" (2.667)	4,538 (128.508)
	2	4	7' (2.134)	—	41' (12.497)	—	—	55' (16.764)	—	54' 5" (16.586)	9' 6" (2.895)		

Tableau B. (*Suite.*)

Les freins sont-ils à action rapide ?	DIVERS. Tare moyenne, en livres (kilog.).	Capacité inscrite, en livres (kilog.).	Poids mort par pied cube de capacité utilisable, en livres (kilogrammes par mètre cube).	Poids mort par tonne de 2,240 liv. de capacité inscrite (kilogrammes par tonne métrique).	Longueur de voie occupée, c'est-à-dire longueur entre les extrémités des barres d'attelage, en pieds et pouces (mètres).	Longueur de voie occupée par pied cube de capacité (millimètres par mètre cube).	Longueur de voie occupée par tonne métrique de capacité (millimètres par tonne métrique).	Prix moyen du wagon, en dollars (francs).	Prix moyen correspondant à 1 pied cube de capacité utilisable, en dollars (francs par mètre cube).	Prix moyen correspondant à 1 tonne américaine de capacité inscrite, en dollars (francs par tonne métrique).	La caisse forme-t-elle un seul compartiment ou plusieurs compartiments séparés par des cloisons fixes ou mobiles ?	Les wagons sont-ils munis d'attelages automatiques ?	Date de la mise en service de chaque type considéré.	*Observations.*
Fourgons à bagages. (*Suite.*)														
Oui.	63,900 (28,985)	...	20.5 (328.4)	...	60' 1" (18.313)	.234" (210)	...	2,977.15 (14,885.75)	.958 (169.17)	...	Un seul.	Oui.	1887	
—	...	...	...	...	37' 2" (11.328)	.533" (290)	...	...	...	...	—	—	1873	
—	43,350 (19,618	...	13.9 (222.7	...	54' 4" (16.560)	.210" (188	...	2,111.07 (10,555.35)	.681 (120.25)	...	—	—	1879	
—	60,050	...	21.3	...	57' 2"	.242"	...	...	...	...	—	—	1870	
—	27,228	...	341.2	...	(17.424	.217	...	...	...	...	—	—	1881	
—	62,500	...	18.9	...	60' 5"	.220"	...	4,485.65	1.36	...	—	—	1890	
—	28,350	...	(302.8	...	(18.415	(107	...	(22,428.25	(240.15	...	—	—	1888	
—	28,900	...	21.5	...	69' 3"	.227"	...	4,661.20	1.27	...	—	—	1882	
—	25,788)	...	(344.4)	...	(21.107)	(204	...	(23,306.00)	(224.26)	...	—	—	1882-89	
—	53,400	40,000	13.	2,670	67' 8 1/2"	.20	3' 4'6"	2,910.90	.707	145.53	—	—	1884	Bagages, poste et messageries ; cloison fixe.
—	24,223	18,144	208.3	(1,335)	(20.637)	(179	(1,137)	(14,551.80)	(124.84)	(802.10)	—	—	1882	
—	41,600	30,000	12.1	2,773	57' 7 1/2"	.20	3' 10"	1,489.40	.431	98.69	—	—	1869	
—	18,869	13,608	193.8	(1,386.5)	(17.564)	(179	(1,288)	(7,462.00)	(76.11)	543.94)	—	—	1884-89	
—	36,000	20,000	11.3	3,600	52'	.20	5' 2'4"	2,000.	.643	200.00	—	—	1882	
—	16,320)	(9,072	(181.0)	(1,800	(15.849)	(179	(1,747)	(10,000)	(113.54)	(1,102.31)	—	—	1884-89	
—	62,000	40,000	14.6	3,100	68' 5"	.168"	9"	2,250.	.53	112.50	—	—	1882	
—	28,123	18,144	(233.9	(1,550	(20.853	(151	1,008)	(11,250)	(93.59)	(620.05)	—	—	1882-89	
—	45,000	40,000	12.7	2,250	53' 6"	156"	2' 2'4"	2,250.	.64	112.50	—	—	1884	Bagages, poste et messageries ; cloison fixe.
—	20,412	18,144	203.5	(1,125	(16.306	(146	739)	(11,250)	(113.01)	(620.05)	—	—		
—	50,400	40,000	12.9	2,520	58' 6"	.156"	2' 6"	2,250.	.57	112.50	—	—		
—	22,861	18,144	200.7)	(1,260	(17.830)	(140	(840)	(11,250)	(100.65)	(620.05)	—	—		
—	51,000	40,000	13.	2,550	58' 5"	.156"	2' 6"	2,250.	.58	112.50	Deux.	—		
—	23,133	18,144	208.3)	(1,275	(17.805)	(140	(840)	(11,250	(102.42	(620.05)				
Wagons G. V.														
Oui.	75,000	40,000	19.0	3,750	66' 9 1/2"	.205"	3' 4.1"	2,899.25	.732	143.46	à compartiments mobiles.	Oui.	1897	Écurie.
—	34,019	18,144	(304.4	(1,875)	(20.358)	(184	(1,123)	(14,346.25)	(129.26)	(790.09)		—	1870	
—	34,700	20,000	21.4	3,470	36' 6"	.270"	3' 7.8"	1,750.	1,078	175.	Un seul	—		
—	(15,740)	(9,072	(342.8)	(1,735)	(11.125)	(242	(1,226)	(8,750)	(190.36)	(964.52)	—	—	1872	
—	34,800	24,000	17.3	2,900	46' 6"	.253"	3' 10.5"	2,400.	1,088	200.	—	—	1897	Écurie.
—	15,785)	16,886)	277.1)	1,450)	14,173)	(227)	(1,302	(12,000)	(192.12)	(1,102.31)				
—	75,000	40,000	20.6	3,750	66' 9 1/2"	.221"	3' 4"	3,250.	0.897	162.50	—	—	1898	Écurie. — Wagons G. V.
—	34,019	18,144	(330.0	(1,875)	(20.345)	(198	(1,120	(16,250)	(158.39	(895.63				
—	32,200	20,000	17.9	3,480	55' 9 1/2"	.228"	3' 8.0"	3,180.	1.092	212.00	Douze.	—	1884	Écurie.
—	23,678	13,608)	286.8)	1,740)	(17.005)	(205)	(1,249)	(15,900)	(192.83)	(1,168.45)				
—	36,100	...	...	...	54' 11"	...	...	1,700.	...	...	Doubles compartiments mobiles.	—		
—	16,375)				(16.738)			(8,500)						
—	45,920	...	18.	...	49' 5"	.223"	...	...	...	...	Un seul	—	1870	
—	30,834)		(288.4)		(15.062)	(209)								
—	40,800	...	14.2	...	52' 6"	.220"	...	...	...	...	—	—	1867	
—	18,507)		(227.5)		(16.002)	(197)								
—	60,350	...	20.3	...	50' 2"	.202"	...	...	...	...	—	—	1870	
—	27,374		(325.2		(15.290	(181)								
—	32,700	20,000	11.1	3,270	41'	.197"	4' 8.4"	2,500.	.85	250.	—	—	1869	
—	14,832)	(9,072)	(177.8	(1,635)	(12.217)	(170)	(1,579)	(12,500)	(150.10)	(1,377.89)				
Bureaux-poste.														
Oui.	49,400	40,000	12.1	2,470	58' 6"	.144"	2' 6"	2,250.	.55	112.50	Deux.	Oui.	1883	Poste et messageries.
—	22,497)	(18,144)	(193.8	(1,235)	(17.830)	(129)	(840)	(12,500)	(97.12)	(620.05)		—	1888-84	
—	50,000	40,000	11.	2,500	63' 6"	.144"	2' 8.4"	2,250.	.50	112.50	—			
—	22,680)	(18,144)	(176.2)	(1,250)	(19.354)	(129)	(907)	(12,500)	(88.29)	(620.05)				

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE IV.

Tableau C.

Classification de l'ensemble du matér

NOM DE LA COMPAGNIE.	A. — EFFECTIF DES WAGONS DÉCOUVERTS CLASSÉS D'APRÈS LEUR TONNAGE.										TOTAL.	
	5 tonnes (4.5 tonnes métriques) et moins.	10 tonnes (9.1 tonnes métriques).	15 tonnes (13.6 tonnes métriques).	20 tonnes (18.1 tonnes métriques).	25 tonnes (22.7 tonnes métriques).	30 tonnes (27.2 tonnes métriques).	35 tonnes (31.8 tonnes métriques).	40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	45 tonnes (40.8 tonnes métriques).	50 tonnes (45.4 tonnes métriques) et plus.	Effectif total.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques). Tonnage moyen par wagon.
Année 1880.												
Allegheny Valley	...	...	1,539	112	...	...	...	...	...	...	1,651	25,385 (22,974)
B. & M. R.	...	...	623	...	...	...	...	...	...	...	623	9,345 (8,478)
C. of Ga.	...	...	395	100	...	...	...	...	...	...	495	7,995 (7,189)
G. R. & I.	...	...	746	10	..	...	...	...	...	...	756	11,396 (10,333)
Penna. Lines W.	1) 20	1,309	5,523	1,639	...	...	...	...	...	...	8,500	134,125 (121,676)
Phila. & Reading	7,617	7,818 (2)	2,679	165	...	...	...	..	...	...	18,280	159,780 (144,950)
Wis. Cent.	...	...	330	35	...	...	...	...	...	...	365	5,650 (5,126)
Année 1890.												
Allegheny Valley	...	...	504	1,822	...	...	...	...	...	...	2,407	44,000 (39,916)
B. & M. R.	...	...	820	999	...	...	...	...	...	...	1,819	32,280 (29,284)
C. of Ga.	...	...	100	400	100	1,650	...	...	...	...	2,250	67,500 (61,500)
Ches. & Ohio	...	...	...	1,974	1,531	691	...	...	...	...	4,196	108,795 (98,485)
C. G. W.	...	...	...	595	...	...	...	...	...	...	595	13,090 (11,900)
G. R. & I.	...	...	399	672	1	513	...	...	...	...	1,585	38,240 (34,706)
M. K. & T.	...	...	605	806	500	...	...	...	...	...	1,911	41,800 (37,636)
N. D. & C.	...	...	169	18	14	...	...	...	...	...	201	3,745 (3,404)
Penna. Lines W.	(1) 40	(2) 28	732	3,754	4,725	7,126	...	100	...	...	16,605	424,098 (384,725)
Penna. R. R.	..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	41,099	...
Phila. & Reading	3,224	6,907	1,977	4,649	6,271	1	...	...	...	1	23,030	364,680 (330,832)
Pgh. & Western	...	...	...	1,681	1,414	1,500	...	...	...	...	4,595	113,370 (103,302)
Vandalia	...	...	1,190	966	383	...	...	...	...	...	2,539	46,745 (42,466)
Wis. Cent.	...	...	127	1,800	...	2	...	...	...	...	1,929	37,965 (34,441)
Année 1893.												
Allegheny Valley	...	...	391	1,760	...	263	...	...	...	...	2,414	46,915 (42,561)
B. & M. R.	...	...	774	968	...	694	...	...	...	...	2,436	51,700 (46,963)
C. of Ga.	...	...	...	400	100	1,950	...	...	...	...	2,450	69,000 (62,596)

ANNEXE IV.

...ées d'après le tonnage des wagons.

Tableau C.

NOM DE LA COMPAGNIE.	EFFECTIF DES WAGONS FERMÉS CLASSÉS D'APRÈS LEUR TONNAGE.							TOTAL.			WAGONS DIVERS.		EFFECTIF TOTAL DES WAGONS A MARCHANDISES.			Observations.
	15 tonnes (13.6 tonnes métriques).	20 tonnes (18.1 tonnes métriques).	25 tonnes (22.7 tonnes métriques).	30 tonnes (27.2 tonnes métriques).	35 tonnes (31.8 tonnes métriques).	40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	Plus de 40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	Effectif total.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques).	Tonnage moyen par wagon, en tonnes amér. (tonnes mét.).	Nombre.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques).	Nombre de wagons.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques).	Tonnage moyen par wagon, en tonnes amér. (en tonnes métriques).	
Année 1880.																
Allegheny Valley	323	23	...	...	...	...	...	346	5,305 (4,813)	15·3 (13,88)	256	3,840 (3,484)	2,253	34,470 (31,271)	15·3 (13,88)	
B. & M. R.	1,839	...	...	...	...	...	...	1,839	27,585 (25,025)	15 (13,61)	...	...	2,462	36,930 (33,502)	15 (13,61)	
C. of Ga.	953	200	...	...	...	...	...	1,153	18,505 (16,819)	15·8 (14,40)	...	...	1,668	26,520 (24,059)	15·9 (14,49)	
G. R. & I.	383	...	...	...	...	...	...	383	5,745 (5,212)	15 (13,61)	...	...	1,139	17,135 (15,545)	15 (13,61)	
Penna. Lines W.	12,879	1,903	...	...	...	...	...	17,045	262,027 (238,524)	15·4 (13,97)	...	...	25,545	397,652 (360,200)	15·6 (14,15)	(1) 6 tonnes (5,443 kil.). (2) 14 tonnes (12,700 kil.).
B. & O.	1,307	225	...	...	...	...	...	1,940	28,045 (25,442)	14·46 (13,12)	...	...	20,220	187,825 (170,392)	9·29 (8,43)	
Phila. & Reading	279	59	...	...	...	...	...	338	5,365 (4,867)	15·9 (14,49)	...	...	703	11,015 (9,993)	15·7 (14,24)	
Année 1890.																
Allegheny Valley	246	85	...	21	...	...	...	352	6,020 (5,461)	17·11 (15,52)	62	930 (844)	2,821	50,950 (46,221)	18·24 (16,55)	
B. & M. R.	1,912	2,169	982	...	...	...	...	5,063	96,910 (87,943)	19·1 (17,33)	...	...	6,882	128,890 (116,927)	...	
C. of Ga.	150	325	300	1,225	...	...	...	2,000	52,900 (47,990)	26·4 (23,95)	...	...	4,250	114,400 (103,782)	26·4 (23,95)	
Ches. & Ohio	277	1,193	2,018	790	...	...	...	4,278	102,165 (92,683)	23·88 (21,66)	...	...	8,474	200,650 (182,027)	23·68 (21,48)	
C. G. W.	...	2,990	1,000	...	...	...	...	3,990	84,800 (76,929)	21·3 (19,32)	...	...	4,585	96,700 (87,725)	21·1 (19,14)	
G. R. & I.	220	573	125	...	...	...	...	1,444	33,905 (30,540)	23·3 (21,14)	...	...	3,029	68,505 (62,147)	22·6 (20,50)	
M. K. & T.	546	2,738	327	...	...	...	...	3,611	71,125 (64,524)	19·69 (17,86)	24	...	...	...	...	
N. D. & C.	31	4	1	...	...	...	...	51	720 (653)	14 (12,70)	...	...	252	3,905 (3,597)	16 (14,51)	
Penna. Lines W.	3,841	10,980	5,105	7,751	...	...	...	27,769	638,658 (579,381)	23 (20,87)	...	...	44,374	1,062,755 (964,116)	23·9 (21,68)	(1) 6 tonnes (5,443 kil.). (2) 14 tonnes (12,700 kil.).
Penna. R. R.	...	...	...	...	...	...	...	20,364	...	...	...	...	61,663	...	...	
Phila. & Reading	1,065	1,299	50	...	...	...	...	2,630	45,275 (41,073)	17·2 (15,60)	...	...	25,660	409,955 (371,905)	15·98 (14,50)	
Pgh. & Western	...	435	...	...	...	...	...	435	8,700 (7,893)	20 (18,14)	...	...	5,030	122,670 (111,284)	24·4 (22,14)	
Vandalia	1,097	665	118	...	...	...	...	1,880	32,705 (29,669)	17·39 (15,78)	...	...	4,419	79,450 (72,076)	17·97 (16,30)	
Wis. Cent.	52	3,060	...	...	...	...	...	3,112	61,980 (56,227)	19·9 (18,05)	...	...	5,041	99,945 (90,669)	19·8 (17,96)	
Année 1893.																
Allegheny Valley	190	96	...	82	...	...	...	368	7,380 (6,694)	19·7 (17,87)	60	900 (816)	2,842	55,095 (49,981)	19·3 (17,51)	
B. & M. R.	1,701	2,122	1,184	742	...	...	...	5,839	121,505 (110,228)	20·8 (18,87)	...	...	8,275	175,235 (157,211)	...	
C. of Ga.	...	325	300	1,925	...	...	...	2,550	71,750 (65,091)	28·1 (25,49)	...	...	5,090	140,750 (127,686)	28·15 (25,54)	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	A. — EFFECTIF DES WAGONS DÉCOUVERTS CLASSÉS D'APRÈS LEUR TONNAGE.														B. — EFFECTIF DES WAGONS FERMÉS CLASSÉS D'APRÈS LEUR TONNAGE.														WAGONS DIVERS.		EFFECTIF TOTAL DES WAGONS A MARCHANDISES.			Observations.
	5 tonnes (4.5 tonnes métriques) et moins.	10 tonnes (9.1 tonnes métriques).	15 tonnes (13.6 tonnes métriques).	20 tonnes (18.1 tonnes métriques).	25 tonnes (22.7 tonnes métriques).	30 tonnes (27.2 tonnes métriques).	35 tonnes (31.8 tonnes métriques).	40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	45 tonnes (40.8 tonnes métriques).	50 tonnes (45.4 tonnes métriques) et plus.	TOTAL. Effectif total.	TOTAL. Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques).	15 tonnes (13.6 tonnes métriques).	20 tonnes (18.1 tonnes métriques).	25 tonnes (22.7 tonnes métriques).	30 tonnes (27.2 tonnes métriques).	35 tonnes (31.8 tonnes métriques).	40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	Plus de 40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	TOTAL. Effectif total.	TOTAL. Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques).	TOTAL. Tonnage moyen par wagon, en tonnes amér. (tonnes mét.).	Nombre.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques).	Nombre de wagons.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques).	Tonnage moyen par wagon en tonnes amér. (en tonnes métriques).	
Année 1893. (*Suite.*)																																
Ches. & Ohio	...	...	...	2,082	1,805	2,695	...	...	...	...	6,582	167,615 (152,038)	98	1,368	1,957	1,906	...	...	...	5,329	134,935 (122,411)	25·32 (22·97)	...	...	11,911	302,550 (274,469)	25·40 (23·04)		
C. G. W.	...	...	...	595	...	...	...	...	...	...	595	11,900 (10,796)	...	2,990	1,000	250	...	...	...	4,240	92,300 (83,733)	21·8 (19·78)	...	...	4,835	104,200 (94,529)	21·6 (19·60)		
G. R. & I.	...	...	390	574	...	600	...	...	...	...	1,564	35,380 (32,096)	133	577	82	679	...	...	...	1,471	35,955 (32,618)	24·4 (22·14)	...	...	3,035	71,335 (64,714)	23·5 (21·32)		
Mich. Cent.	...	...	641	3,087	...	...	...	...	...	...	3,728	71,255 (64,632)	5,441	2,677	...	2,429	...	...	...	10,547	208,025 (188,717)	19·7 (17·87)	...	...	14,275	279,380 (253,449)	19·5 (17·69)		
M. K. & T.	...	...	538	718	1,101	201	...	...	...	...	2,558	55,985 (50,799)	510	2,548	1,226	...	...	...	...	4,284	80,260 (80,975)	21·82 (18·90)	27	...	6,869	145,650 (132,132)	...		
N. D. & C.	...	...	143	18	22	...	...	...	...	...	183	3,705 (3,771)	29	4	1	...	...	...	...	49	690 (626)	14 (12·70)	...	...	232	3,745 (3,397)	16 (14·51)		
Penna. Lines W.	(1) 40	(2) 12	570	3,291	4,705	9,885	...	100	...	...	18,603	492,903 (446,154)	3,104	9,723	5,292	11,265	...	...	...	29,419	711,760 (645,698)	24·2 (21·95)	...	...	48,022	1,204,663 (1,092,853)	25·1 (22·77)		(1) 6 tonnes (5,443 kg.). (2) 14 tonnes (12,700 kg.).
Penna. R. R.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	45,827	...	...	...	...	...	...	...	...	28,807	...	...	...	...	74,634	...	...		
Phila. & Reading	177	3,274	1,340	4,616	14,956	1	...	...	...	...	24,365	520,025 (471,759)	920	1,212	2,090	...	...	...	...	4,295	91,000 (82,554)	21·19 (19·22)	...	...	28,660	611,025 (554,313)	21·32 (19·34)		
Pgh. & Western	...	...	...	1,681	1,414	1,500	...	...	...	...	4,595	113,970 (103,392)	...	435	...	...	...	...	...	435	8,700 (7,893)	20 (18.14)	...	...	5,030	122,670 (111,284)	24·4 (22.14)		
Wis. Cent.	...	...	...	2,754	15	2	...	...	...	...	2,771	55,535 (50,368)	50	3,071	650	...	...	...	...	3,771	78,420 (71,141)	20·8 (18.87)	...	...	6,542	133,935 (121,504)	20·5 (18.60)		
Année 1895.																																
Allegheny Valley	...	...	306	1,718	...	390	...	...	...	...	2,414	50,650 (45,949)	170	90	...	122	...	...	...	382	8,010 (7,267)	20·9 (18.96)	52	780 (708)	2,848	59,440 (53,925)	20·9 (18.96)		
B. & M. R.	...	...	723	929	...	688	...	...	...	...	2,340	50,095 (45,448)	1,747	2,087	1,165	741	...	...	...	5,740	119,300 (108,227)	20·8 (18.87)	...	...	8,080	169,395 (153,645)	...		
C. of Ga.	...	...	...	400	100	1,950	...	...	...	...	2,450	69,000 (62,596)	...	325	300	2,025	...	...	...	2,650	74,750 (67,812)	28·1 (25.49)	...	...	5,100	147,750 (134,037)	28·1 (25.49)		
Ches. & Ohio	...	...	...	1,901	1,818	2,821	...	...	...	...	6,540	168,100 (152,497)	91	1,343	2,112	2,384	...	...	...	5,930	152,545 (138,387)	25·72 (23.33)	...	...	12,470	320,645 (290,884)	25·71 (25.32)		
C. G. W.	...	...	...	595	...	...	...	...	...	...	595	11,900 (10,796)	...	2,990	1,000	250	...	...	...	4,240	92,300 (83,733)	21·8 (19.78)	...	...	4,835	104,200 (94,529)	21·6 (19.60)		
G. R. & I.	...	...	201	513	...	732	...	...	...	...	1,446	35,225 (31,965)	6	575	81	739	...	...	...	1,401	35,785 (32,464)	25·5 (23.13)	...	...	2,847	71,020 (64,428)	24·9 (22.59)		
Mich. Cent.	...	...	433	2,937	...	17	...	...	...	...	3,387	75,745 (70,645)	4,762	2,788	...	2,498	...	...	...	10,048	202,130 (183,369)	20·1 (18.23)	...	...	13,435	297,875 (242,012)	19·9 (18.05)		
M. K. & T.	...	...	532	701	1,075	200	...	...	...	...	2,508	54,575 (49,282)	500	2,499	1,173	...	...	...	...	4,172	86,805 (78,748)	20·80 (18.87)	33	495 (449)	6,713	142,175 (128,979)	...		
N. D. & C.	...	...	124	18	40	...	...	...	...	...	182	3,920 (3,221)	25	4	1	...	...	...	...	45	630 (572)	14 (12.70)	...	...	227	3,850 (3,493)	17 (15.42)		
Penna. Lines W.	(1) 40	(2) 3	454	2,757	4,574	10,675	2,000	100	...	...	20,603	570,785 (516,765)	2,350	8,930	5,289	14,621	...	...	...	31,419	788,114 (714,965)	25 (22.68)	...	...	52,022	1,358,896 (1,232,770)	26·1 (23.68)		(1) 6 tonnes (5,443 kg.). (2) 14 tonnes (12,700 kg.).
Penna R. R.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	46,620	...	...	...	...	...	...	...	...	28,916	...	...	...	...	...	...	...		
Phila. & Reading	23	1,340	1,031	4,292	15,444	1,016	...	...	...	1	23,147	531,450 (481,120)	791	1,137	2,081	...	...	...	...	4,022	86,760 (78,7·7)	21·57 (19.57)	...	...	27,169	618,210 (560,831)	22·75 (20.64)		
P. R. & N. E.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	15,536	...	...		
Pgh. & Western	...	...	...	1,681	1,414	1,500	...	...	...	...	4,595	113,970 (103,392)	(3)93	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
Southern Ry.	...	(1) 127	(2) 69	...	...	...	...	...	...	...	8,381	202,531·5 (183,573·6)	54	435	...	...	...	...	...	435	8,700 (7,893)	20 (18.14)	...	...	5,030	122,670 (111,284)	24·4 (22.14)		
	...	92	112	2,542	3,354	2,085	...	...	...	...	2,531	52,065 (47,233)	93	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
Vandalia.	...	...	709	1,081	484	257	...	...	...	...	2,754	55,475 (50,328)	135	5,122	1,646	2,751	...	...	...	10,126	223,074·5 (211,086)	23·05 (20.91)	...	...	18,517	436,206 (395,720)	23·55 (21.36)		(1) 12½ t. (11,340 kg.). (2) 14 tonnes (12,700 kg.). (3) 16 tonnes (14,515 kg.).
Wis. Cent.	...	...	...	2,677	75	2	...	...	...	...			769	722	248	1,328	...	...	...	3,067	72,015 (65,331)	23·48 (21.3·)	...	...	5,398	124,080 (112,564)	22·16 (20.10)		
													50	3,027	650	...	...	...	...	3,727	77,540 (70,343)	20·8 (18.87)	...	...	6,481	133,015 (120,669)	20·5 (18.60)		

Tableau C. (*Suite.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C. *(Suite.)*

NOM DE LA COMPAGNIE.	A. — EFFECTIF DES WAGONS DÉCOUVERTS CLASSÉS D'APRÈS LEUR TONNAGE.										TOTAL.	
	5 tonnes (4.5 tonnes métriques) et moins.	10 tonnes (9.1 tonnes métriques).	15 tonnes (13.6 tonnes métriques).	20 tonnes (18.1 tonnes métriques).	25 tonnes (22.7 tonnes métriques).	30 tonnes (27.2 tonnes métriques).	35 tonnes (31.8 tonnes métriques).	40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	45 tonnes (40.8 tonnes métriques).	50 tonnes (45.4 tonnes métriques) et plus.	Effectif total.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (ou tonnes métriques). (Tonnage moyen par wagon, en tonnes américaines.)
Année 1897.												
Allegheny Valley.	...	...	205	1,650	...	498	...	...	...	...	2,443	51,585 (46,797) 49,540 (44,942)
B. & M. R.	...	...	432	1,083	29	688	1	...	...	...	2,233	69,000 (62,596) 184,886
C. of Ga.	...	...	...	400	100	1,950	...	...	...	...	2,450	(167,726) 11,900 (10,796)
Ches. & Ohio	...	...	...	1,817	1,788	3,460	...	1	...	...	7,066	55,579 (50,375) 57,750
C. G. W.	...	...	...	595	...	...	...	...	...	...	595	(34,246) 67,530 (61,244)
C. R. I. & P.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2,944	67,530 (61,534) 3,012
G. R. & I.	...	...	88	510	...	841	...	...	...	..	1,439	594,820 (539,617) ...
Mich. Cent.	...	...	366	2,954	...	98	...	...	...	...	3,418	47,961 ...
M. K. & T.	...	...	529	628	1,063	689	...	...	...	...	2,909	569,320 (516,479)
N. D. & C.	...	...	114	18	50	...	...	...	...	...	182	119,970 (108,892)
Penna. Lines W.	...	...	297	2,322	4,385	11,819	2,138	110	10	2	21,083	48,850 (44,315)
Penna R. R.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	47,961	...
Phila. & Reading	4	609	956	3,901	15,346	2,900	...	...	...	1	23,727	569,320 (516,479)
Pgh. & Western	...	...	...	1,681	1,414	1,500	...	...	...	...	4,595	119,970 (108,892)
Seaboard Air Line	...	...	130	170	321	28	248	...	...	...	897	48,850 (44,315)
Southern Ry.	...	...	(1) 74	(2) 36	...	...	...	...	...	...	...	22,895 (20,770) ...
Wis. Cent.	...	...	45	70	2,336	3,229	2,847	...	...	...	8,687	217,156 (196,001)
	...	...	...	2,489	215	2	...	...	...	...	2,706	55,215 (50,090)
Année 1898.												
Allegheny Valley.	...	...	243	1,617	...	583	...	...	...	...	2,443	52,475 (47,625)
Ann Arbor	...	...	66	146	81	...	...	...	...	...	293	5,935 (5,384)
B. & M.	...	...	337	2,210	...	2,693	...	...	...	...	5,240	130,945 (116,975)
B. & M. R.	...	...	397	1,083	29	682	1	...	...	...	2,192	48,850 (44,302)
C. of Ga.	...	...	...	400	100	1,950	10	...	...	...	2,460	69,350 (62,913)
Ches. & Ohio	...	...	...	1,700	1,764	3,464	..	102	...	...	7,030	186,100 (167,287)
C. G. W.	...	...	...	595	...	...	...	...	...	...	595	11,900 (10,796)
C. R. I. & P.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2,857	55,442 (50,296)
C. St. P. M. & O.	...	...	265	992	757	20	...	...	...	...	2,034	43,540 (39,317)

Tableau C. *(Suite.)*

NOM DE LA COMPAGNIE.	EFFECTIF DES WAGONS FERMÉS CLASSÉS D'APRÈS LEUR TONNAGE.						TOTAL.			WAGONS DIVERS.		EFFECTIF TOTAL DES WAGONS A MARCHANDISES.			Observations.
	15 tonnes (13.6 tonnes métriques).	20 tonnes (18.1 tonnes métriques).	25 tonnes (22.7 tonnes métriques).	30 tonnes (27.2 tonnes métriques).	35 tonnes (31.8 tonnes métriques).	40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	Plus de 40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	Effectif total.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (ou tonnes métriques).	Tonnage moyen par wagon, en tonnes amér. (tonnes mét.).	Nombre.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (ou tonnes métriques).	Nombre de wagons.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (ou tonnes métriques).	Tonnage moyen par wagon en tonnes américaines (ou tonnes métriques).	
Année 1897.																
	100	88	...	220	...	...	...	414	9,050 (8,626)	21.6 (19.66)	43	645 (585)	2,900	62,180 (56,409)	21.4 (19.41)	
	1,252	2,306	2,165	1,316	...	...	...	7,039	158,505 (143,793)	22.5 (20.41)	...	...	9,272	207,955 (188,654)	...	
	...	325	300	2,225	...	...	...	2,850	80,750 (73,253)	28.2 (25.58)	...	...	5,300	149,750 (135,851)	28.2 (25.58)	
	86	1,241	2,076	2,440	...	...	...	5,843	151,210 (137,175)	25.88 (23.48)	...	...	12,093	330,090 (304,896)	20.04 (23.05)	
	...	2,990	1,000	250	...	...	...	4,440	98,300 (89,176)	22.1 (20.5)	...	...	5,035	110,200 (99,972)	21.9 (19.87)	
	...	...	...	...	...	...	...	13,088	280,591 (254,549)	21.5 (19.50)	...	...	16,032	335,820 (304,654)	21 (19.05)	
	4	533	81	845	...	...	...	1,463	38,005 (34,550)	26 (23.60)	...	...	2,902	75,805 (68,805)	26.1 (23.68)	
	3,942	3,059	...	3,302	...	...	...	10,303	219,370 (199,010)	21.3 (19.32)	...	...	13,721	286,880 (260,353)	20.9 (18.96)	
	378	2,749	1,160	1,444	...	...	...	5,731	132,970 (120,628)	23.20 (21.05)	31	465 (422)	8,671	201,265 (182,585)	... ...	
	21	4	1	...	...	...	...	41	570 (517)	14 (12.70)	...	...	223	3,890 (3529)	17 (15.42)	
	1,957	8,094	5,233	16,122	...	...	...	31,419	805,792 (731,003)	25.6 (23.22)	...	...	52,502	1,400,612 (1,270,615)	26.7 (24.22)	(1) 14 tonnes (12,700 k°).
	...	...	...	...	...	...	...	30,032	...	...	...	...	77,993	...	...	
	728	1,118	1,952	375	...	...	...	4,178	93,380 (84,713)	22.35 (20.28)	...	...	27,105	662,700 (601,192)	23.75 (21.55)	
	...	435	...	...	...	...	...	435	8,703 (7,893)	20 (18.14)	...	...	5,030	122,670 (111,284)	24.4 (22.14)	
	212	320	184	548	...	...	...	1,305	31,120 (28,232)	24 (21.77)	...	...	2,202	54,015 (49,002)	24.5 (22.23)	
	61	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	(1) 12 1/2 tonnes (11,340 k°).
	102	4,920	1,733	2,962	...	...	...	10,000	235,444 (213,592)	23.54 (21.56)	...	...	18,687	452,600 (410,592)	24.22 (21.97)	(2) 14 — (12,700 —).
	44	2,980	650	1,000	...	...	...	4,674	106,510 (96,624)	22.8 (20.68)	...	...	7,380	161,725 (146,718)	21.9 (19.87)	(3) 16 — (14,515 —).
Année 1898.																
	74	86	...	323	...	...	...	483	12,520 (11,358)	26 (23.59)	35	525 (476)	2,961	66,520 (60,346)	22.7 (20.59)	
	68	320	324	1,129	...	...	...	1,841	49,390 (44,806)	27.1 (24.58)	43	645 (585)	2,087	55,950 (50,775)	26.7 (24.22)	
	...	2,596	10	1,929	...	...	...	4,535	110,040 (99,827)	24 (21.77)	...	...	9,775	24,085 (21,856)	25 (22.68)	
	1,101	2,234	2,104	1,379	...	...	...	6,818	155,125 (140,727)	22.8 (20.68)	...	...	9,010	203,960 (185,030)	...	
	...	325	300	2,225	200	...	...	3,050	87,750 (79,600)	28.7 (26.04)	...	...	5,510	157,100 (142,519)	28.5 (25.85)	
	71	1,171	2,060	3,467	...	...	...	6,769	179,995 (163,290)	26.59 (24.20)	...	...	12,799	360,055 (332,116)	28.13 (24.07)	
	...	2,990	1,000	250	...	...	...	4,740	107,300 (97,341)	22.6 (20.56)	...	...	5,335	119,290 (108,136)	22.3 (20.24)	
	...	...	...	...	...	...	...	13,619	305,861 (277,472)	22.5 (20.41)	...	...	16,476	351,303 (327,769)	22 (19.86)	
	788	3,734	1,688	823	...	...	...	7,033	153,300 (139,153)	21.81 (19.79)	...	...	9,067	196,370 (178,144)	21.71 (19.69)	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau C. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	A. — Effectif des wagons découverts classés d'après leur tonnage.										Total.		B. — Effectif des wagons fermés classés d'après leur tonnage.							Total.		Wagons divers.	
	5 tonnes (4.5 tonnes métriques) et moins	10 tonnes (9.1 tonnes métriques).	15 tonnes (13.6 tonnes métriques).	30 tonnes (18.1 tonnes métriques).	35 tonnes (22.7 tonnes métriques).	30 tonnes (27.2 tonnes métriques).	35 tonnes (31.8 tonnes métriques).	40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	45 tonnes (40.8 tonnes métriques).	50 tonnes (45.4 tonnes métriques) et plus.	Effectif total.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques).	15 tonnes (13.6 tonnes métriques).	20 tonnes (18.1 tonnes métriques).	25 tonnes (22.7 tonnes métriques).	30 tonnes (27.2 tonnes métriques).	35 tonnes (31.8 tonnes métriques).	40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	Plus de 40 tonnes (36.3 tonnes métriques).	Effectif total.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriq.).	Nombre.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques).
Année 1897. (*Suite.*)																							
G. R. & I.	...	...	...	474	...	882	...	1	...	...	1,356	35,940 (32,604)	...	519	81	1,031	...	...	...	1,631	43,265 (39,249)	...	...
Grand Trunk	...	...	2,815	3,050	...	726	...	1	...	...	6,591	125,015 (113,412)	2	5,148	9,445	...	5,046	...	...	...	19,641	417,520 (378,768)	21·2 (19.23)	...	...
Lehigh V.	...	(1) 16	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	12,713	2	(2) 92	4,313	1,054	8,624	...	1	...	4	27,819	455,120 (412,878)	13	(3) 238	3,401	...	12,062	...	...	...	15,707	432,784 (392,615)	27·55 (24.90)	...	...
Mich. Cent.	...	...	215	2,908	...	177	...	...	...	...	3,300	66,605 (60,505)	2	2,508	4,138	...	4,467	...	...	...	11,113	254,390 (230,779)	22·9 (20.77)	...	...
M. K. & T.	...	...	522	603	1,051	685	...	...	...	...	2,866	66,815 (60,614)	3	358	2,712	1,148	1,428	...	...	...	5,646	131,150 (118,977)	23·23 (21.07)	32	480 (435)
N. D. & C.	...	...	103	18	52	...	...	...	...	...	173	3,205 (2,908)	5	21	4	1	...	...	...	...	41	570 (517)	14· (12.70)	...	...
O. R. R. & Nav.	...	55	141	173	20	4	...	...	...	...	393	6,745 (6,119)	59	315	975	883	80	...	...	...	2,303	47,040 (42,674)	20·42 (18.52)	242	4,840 (4,391)
Penna. Lines W.	...	...	200	2,209	4,017	12,069	1,941	110	6	1,018	21,583	633,180 (574,412)	2,789	7,231	4,185	17,192	...	...	2	31,419	807,250 (732,325)	25·6 (23.22)	...	...
Penna R. R.	...	...	1,556	11,911	6,864	28,092	8	6	...	20	48,457	1,277,530 (1,158,956)	1,821	5,221	1,510	20,470	...	...	...	29,022	783,585 (710,857)	26·7 (24.22)	1,008	3,961,500 (14,978) gallons(m.c.)
Phila. & Reading	...	123	815	3,544	15,271	3,998	...	...	...	1	23,752	586,100 (531,701)	3	622	1,036	1,905	512	...	...	...	4,078	93,065 (84,437)	22·82 (20.70)	...	...
Pgh. & Western	...	...	...	1,681	1,414	1,500	...	...	...	450	5,045	136,470 (123,804)	...	...	435	...	250	...	...	...	685	16,200 (14,696)	23·6 (21.41)	...	...
P. B. & L. E.	...	...	...	...	...	1,840	...	...	...	600	2,440	85,300 (77,292)	...	...	9	127	...	...	...	...	136	4,035 (3,660)	29·7 (26.94)	...	...
Seaboard Air Line	...	...	115	162	347	28	249	...	...	...	901	23,195 (21,042)	205	205	323	214	577	...	...	...	1,319	33,195 (30,114)	24· (21.77)	...	...
So. Pacific	...	210	1,572	733	1,320	309	...	...	...	1	4,145	82,660 (74,988)	65	1,566	1,886	3,626	2,416	...	...	...	9,599	225,390 (204,470)	23·4 (21.23)	254	3,162 1/2 (2,869)
Southern Ry.	...	(4) 64	(5) 21	...	...	...	...	...	...	...	...	...	6	(6) 57	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	...	39	58	2,337	3,681	3,147	...	...	...	...	9,337	242,771 (220,238)	12	87	5,363	1,740	3,929	...	...	...	11,364	273,928 (247,596)	24·02 (21.79)	...	...
Union Pac.	...	...	176	561	807	73	...	...	...	...	2,450 (7)	(7) 48,655 (44,139)	14	97	2,192	3,079	5,608	...	...	...	12,729 (8)	317,686 (288,204) (8)	24·9 (22.59)	301	12,030 (10,913)
Vandalia.	...	...	72	1,383	472	262	120	...	...	...	2,309	52,360 (47,500)	15	208	908	243	1,636	...	...	...	3,055	77,620 (70,416)	25·41 (23.05)	...	...
Wis. Cent.	...	...	...	2,469	215	2	...	...	...	...	2,686	54,815 (49,737)	16	44	2,927	650	1,000	...	...	...	4,621	105,450 (95,663)	22·8 (20.68)	...	...

Tableau C. (*Suite.*)

Effectif total des wagons à marchandises.			Observations.
Nombre de wagons.	Tonnage total inscrit en tonnes américaines (en tonnes métriques).	Tonnage moyen par wagon, en tonnes américaines (en tonnes métriques).	
Année 1897. (*Suite.*)			
2,987	79,275 (71,917)	26·6 (24.14)	
26,232	542,535 (492,180)	20·6 (18.69)	
...	...	...	(1) 8 tonnes (7,257 kil.).
43,526	887,904 (805,483)	20·4 (18.51)	(2) 12 tonnes (10,886 kil.).
14,413	321,085 (291,284)	22·2 (20.14)	
8,512	197,965 (179,591)	...	
214	3,775 (3,425)	17· (15.42)	
2,938	58,025 (53,184)	19·95 (18.10)	
53,002	1,440,430 (1,306,738)	27·1 (24.58)	(3) 14 tonnes (12,700 kil.).
78,487	2,061,115 (1,869,814)	26·6 (24.14)	
27,830	679,165 (616,129)	24·4 (22.14)	
5,730	152,670 (138,500)	26·6 (24.14)	
2,576	89,235 (80,953)	34·6 (31.39)	
2,220	56,300 (51,156)	25· (22.68)	
13,998	311,212 (282,327)	22·2 (20.14)	*Voir* la feuille C.
...	...	...	(4) 12 1/2 tonnes (11,340 k.)
...	...	...	(5) 14 — (12,700 —)
20,711	515,699 (467,835)	24·899 (22.59)	(6) 16 — (14,515 —)
15,480	378,271 (343,253)	24·4 (22.14)	(7) Ce nombre comprend 449 — 14 tonnes; 384 — 16 tonnes.
5,364	129,980 (117,916)	24·23 (21.98)	(8) Ce nombre comprend 436 — 14 tonnes; 1,317 — 16 tonnes.
7,307	160,395 (145,491)	21·9 (19.87)	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE V.

Tableau D.

Renseignements concernant l'utilisation des wagons à marchandises.

NOM DE LA COMPAGNIE.	LONGUEUR EXPLOITÉE. Longueur totale du réseau en milles (kilom.).	Longueur totale des voies principales. Longueur totale des garages et voies de gares, en milles (kilom.).	Nombre de tonnes américaines (tonnes métriques) de marchandises transportées.	Nombre de tonnes américaines de marchandises transportées à 1 mille (tonnes-kilomètres).	Parcours moyen par tonne américaine en milles (par tonne métrique en kilomètres).	EFFECTIF DE LA COMPAGNIE. Wagons découverts.	Wagons couverts.	PARCOURS FAIT PAR LES WAGONS DE LA COMPAGNIE. Sur les lignes de la Compagnie, milles (kilomètres).	Sur des lignes étrangères, milles (kilomètres).
Année 1894.									
Allegheny Valley.	...	279 (449)	...	...	...	...	...	...	...
	259 (416.8)	171·66 (276.3)	4,537,183 (4,116,066)	189,848,056 (277,168,100)	41·84 (67.33)	2,415	371	6,851,602 (11,023,352)	11,091,1 (17,846,0
C. St. P. M. & O.	...	1,515·93 (2,439.6)	...	...	...	...	...	...	...
	1,492·23 (2,401.5)	410·84 (661.2)	2,903,240 (2,633,777)	458,563,082 (669,457,795)	157·95 (254.19)	...	...	40,847,969 (65,737,045)	20,237,4 (32,566,3
G. R. & I.	...	595·32 (958.1)	...	...	...	...	...	...	...
	502·22 (953.1)	148·53 (239)	1,949,381 (1,768,450)	166,441,161 (242,995,274)	85·38 (137.40)	1,547	1,429	9,250,827 (14,887,448)	8,653,8 (13,925,6
L. & N.	...	4,851·75 (7,856.2)	...	...	...	...	...	...	...
	4,830·87 (7,774.4)	502·72 (905.6)	10,378,741 (9,415,441)	1,491,628,856 (2,177,699,074)	143 (230.13)	7,785	11,958	108,673,923 (174,890,031)	58,709,8 (94,478,8
Mich. Cent.	...	1,893·47 (2,998.9)	...	...	...	...	...	...	...
	1,633·52 (2,628.8)	564·87 (1,391.8)	6,175,215 (5,602,064)	1,210,387,370 (1,767,101,410)	196 (315.43)	3,553	10,457	63,589,961 (102,355,900)	46,530,1 (74,881,6
N. D. & C.	...	58·84 (94.7)	...	91,684 (83,174)	1,915,843 (2,797,029)	20·95 (33.63)	138	45	235,906 (379,646)	320,5 (515,8
Penna. Lines W.	...	3,314·35 (5,333.8)	...	...	...	...	...	...	...
	2,762·39 (4,445.5)	1,281·55 (2,062.4)	35,864,460 (32,535,711)	3,384,129,692 (4,940,640,991)	94·36 (151.85)	17,338	27,693	165,461,544 (267,888,227)	201,080,4 (323,000,2
Penna R. R.	...	5,729 (9,219.7)	...	...	...	...	...	...	...
	4,038 (6,498.4)	2,180 (3,508.3)	87,333,813 (79,227,951)	7,978,515,905 (11,648,210,300)	91·4 (147.09)	...	...	411,652,211 (602,476,020)	194,511,9 (313,030,6
Phila. & Reading	...	1,678 (2,700.4)	...	...	...	...	...	...	...
	1,235 (1,987.5)	869 (1,398.5)	19,908,400 (18,115,039)	1,711,281,241 (2,498,379,914)	...	20,862	4,226	93,650,774 (150,713,127)	43,979,3 (70,776,8
Vandalia.	...	693·65 (1,068)	...	...	...	...	...	...	...
	663·65 (1,068)	168·23 (270.7)	3,832,091 (3,476,417)	302,376,657 (441,453,893)	...	2,582	2,895	13,222,543 (21,279,171)	19,263,7 (31,001,2 9,280,3
Wis. Cent.	...	...	(1) 1,502,537 (1,362,898)	(1) 219,715,388 (320,772,749)	(1) 146·22 (235.31)	2,789	3,708	26,020,626 (41,875,254)	(15,055,3
	899·14 (1,434.1)								
Année 1895.									
Allegheny Valley.	...	279 (449)	...	...	...	...	...	...	...
	259 (416.8)	171·66 (276.3)	5,803,790 (5,269,049)	244,590,823 (357,089,638)	42·11 (67.77)	2,418	374	7,950,533 (12,794,872)	13,192,4 (21,230,5
C. St. P. M. & O.	...	1,562·93 (2,515.2)	...	...	...	...	...	...	...
	1,492·23 (2,401.5)	393·87 (633.9)	3,141,092 (2,849,525)	465,645,802 (679,818,102)	148·24 (238.56)	...	...	39,839,740 (64,114,492)	24,084,0 (38,753,0
G. R. & I.	...	595·33 (958.1)	...	...	...	...	...	...	...
	502·23 (953.1)	152·05 (244.7)	2,179,210 (1,976,947)	203,701,548 (297,393,464)	93·47 (150.42)	1,446	1,401	10,551,445 (16,980,546)	10,057,1 (16,177,8

ANNEXE V.

Tableau D.

Renseignements concernant l'utilisation des wagons à marchandises.

	Nombre de jours de service des wagons sur les lignes de la Compagnie sur des lignes étrangères.	Parcours fait sur le réseau par des wagons étrangers, y compris les wagons de la Compagnie, en milles (kilomètres).	Nombre total de jours de service disponibles pour des transports effectués sur le réseau.	Nombre total de véhicules-milles (véhicules-kilomètres) faits sur le réseau (y compris les fourgons).	Nombre total de milles (kilomètres) à vide en proportion pour cent de véhicules-vide. Rapport de ces parcours au parcours total de trains sur le réseau (y compris les fourgons).	CHARGE MOYENNE PAR WAGON tonnes américaines (tonnes métriques). Sous charge.	Sous charge et à vide.	*Observations.*
Année 1894.								
Allegheny Valley.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	11,072,729 (17,819,454)	...	17,924,331 (28,845,805)	6,337,537 (10,199,061)	...	...	
C. St. P. M. & O.	...	...	...	...	...	...	...	
	934,400	17,101,603 (27,521,926)	...	57,949,602 (93,258,971)	...	11·10 (16.07)	8·28 (7.51)	
G. R. & I.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	12,088,830 (19,454,675)	...	21,339,657 (34,342,123)	6,496,855 (10,455,454)	11·21 (16.17)	8·15 (7.39)	
L. & N.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	54,107,672 (87,076,018)	...	162,781,595 (261,966,049)	50,380,934 (81,078,541)	13·33 (12.09)	9·16 (8.31)	
Mich. Cent.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	95,220,718 (154,239,654)	...	158,500,166 (255,075,902)	43,785,031 (70,463,688)	...	...	
N. D. & C.	...	223,912 (360,344)	...	459,968 (740,279)	...	...	...	
Penna. Lines W.	...	...	...	...	32·5 p. c.	...	...	
	8,701,440	205,590,633 (330,860,094)	15,526,005	372,052,197 (598,747,321)	120,970,368 (193,069,513)	13·51 (12.26)	9·11 (8.26)	
Penna R. R.	...	...	...	...	37·05 p. c.	...	...	
	...	345,163,802 (555,475,558)	...	756,816,013 (1,216,437,946)	280,388,144 (449,622,134)	16·75 (15.20)	10·54 (9.56)	
Phila. & Reading	...	...	...	...	...	...	...	
	...	70,213,606 (112,966,603)	...	166,100,095 (267,306,544)	...	...	...	
Vandalia.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	25,700,514 (41,504,932)	...	40,795,250 (65,653,813)	...	...	...	
Wis. Cent.	462,425	10,503,729 (17,046,985)	...	38,404,529 (61,804,793)	11,952,367 (17,625,754)	(1) 10·59 (9.61)	(1) 7·95 (7.21)	(1) 9 mois 4 jours.
Année 1895.								
Allegheny Valley.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	13,309,435 (21,419,007)	...	21,259,968 (34,213,879)	7,407,444 (10,311,564)	...	...	
C. St. P. M. & O.	...	...	...	...	...	...	...	
	1,604,340	16,241,769 (26,137,945)	...	56,077,449 (90,245,959)	...	11·78 (10.69)	8·67 (7.87)	
G. R. & I.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	14,338,923 (23,075,772)	...	24,890,368 (40,056,318)	7,844,101 (11,014,280)	11·95 (10.84)	8·53 (7.74)	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	LONGUEUR EXPLOITÉE. Longueur totale du réseau en milles (klom.).	Longueur totale des voies principales, Longueur totale de garages et voies d'évitement, en milles (klom.).	Nombre de tonnes américaines (tonnes métriques) de marchandises transportées.	Nombre de tonnes américaines de marchandises transportées à 1 mille (tonnes-kilomètres).	Parcours moyen par tonne américaine (tonne métrique) en milles (kilomètres).	EFFECTIF DE LA COMPAGNIE. Wagons découverts.	Wagons couverts.	PARCOURS FAIT PAR LES WAGONS DE LA COMPAGNIE. Sur les lignes de la Compagnie, milles (kilomètres).	Sur des lignes autres que celles de la Compagnie, milles (kilomètres).
Année 1895. (*Suite.*)									
L. & N.	...	4,899·75 (7,885.2)	...	...	...	...	...	...	...
	4,846·87 (7,800.1)	562·32 (904.9)	11,801,708 (10,706,336)	1,651,723,884 (2,411,429,329)	140 (225.30)	7,533	11,739	113,405,653 (182,504,851)	63,323,4 (101,907,1
Mich. Cent.	...	1,890·10 (3,035.3)	...	...	...	...	...	...	...
	1,642·15 (2,642.7)	876·86 (1,411.1)	7,470,951 (6,777,537)	1,487,989,830 (2,172,386,288)	199 (320.25)	3,445	10,456	62,583,235 (100,715,826)	54,052,8 (86,967,9
N. D. & C.	...	...	98,902 (89,777)	2,075,320 (3,089,857)	20·97 (33.75)	139	45	168,126 (270,567)	231,1 (372,0
	58·84 (94.7)	3,320·53 (5,343.8)	...	...	...	...	...	...	...
Penna. Lines W.	...	1,314·98 (2,116.2)	46,226,190 (41,935,720)	4,063,253,659 (5,932,134,990)	87·90 (141.46)	17,766	27,837	175,815,920 (282,942,318)	222,674,0 (358,252,6
	2,762·39 (4,445.5)	3,763 (9,274.5)	...	...	...	...	...	...	...
Penna. R. R.	...	2,214 (3,563)	99,945,434 (90,669,029)	9,395,578,228 (13,717,046,247)	94 (151.28)	46,620	28,916	459,221,933 (739,030,449)	221,356,8 (356,204,2
	4,046 (6,511.3)	1,681 (2,705.3)	...	...	...	...	...	...	...
Phila. & Reading	...	877 (1,411.4)	21,338,420 (19,357,901)	1,782,264,509 (2,602,011,723)	...	20,616	4,115	94,549,013 (152,158,672)	44,958,3 (72,35
	1,238 (1,992.3)	...	6,967,988 (6,049,101)	1,706,148,881 (2,495,266,781)	279 (449.0)	15,129		107,212,089 (172,537,487)	42,092,3 (67,73
So. Pacific. { Pacific system	...	...	3,426,188 (3,108,187)	1,020,926,360 (1,490,498,477)	330 (531.07)	8,046		60,517,326 (97,391,943)	34,545,4 (55,584,3
So. Pacific. { Atlantic —	7,334·69 (11,803.8)	...	4,234,557 (3,841,528)	317,637,787 (463,234,344)	...	2,531	3,067	13,078,147 (21,046,793)	21,515,4 (34,625,1
Vandalia.	691·99 (1,113.6)	198·04 (318.7)	2,503,120 (2,270,794)	205,419,847 (431,297,329)	118·02 (189.93)	2,771	3,727	28,738,148 (46,248,589)	9,574,3 (15,40
Wis. Cent.	938·45 (1,510.3)	...	...	...	...	...	...	...	...
Année 1896.									
Allegheny Valley	...	279 (449)	...	...	...	...	...	...	...
	259 (416.8)	171·66 (276.3)	5,393,660 (4,893,049)	199,399,335 (291,112,461)	36·97 (59.50)	2,443	414	6,364,340 (10,242,196)	10,219,9 (16,447,2
C. St. P. M. & O.	...	1,515·93 (2,439.6)	...	...	...	...	...	...	...
	1,492·23 (2,401.5)	407·42 (655.7)	3,540,793 (3,212,155)	574,145,415 (838,221,876)	162·15 (260.95)	...	...	43,735,106 (70,383,343)	22,445,6 (36,122,3
G. R. & I.	...	502·25 (953.1)	...	...	...	...	...	...	...
	589·15 (948.1)	151·93 (244.5)	2,027,194 (1,839,041)	178,542,867 (260,663,123)	88·07 (141.73)	1,452	1,401	10,072,714 (16,210,119)	10,194,9 (16,406,2
L. & N.	...	4,915·60 (7,910.7)	...	...	...	...	...	...	...
	4,864·72 (7,828.8)	579·14 (932)	13,254,401 (12,024,198)	1,805,112,380 (2,635,368,404)	135 (217.12)	7,844	12,042	119,843,355 (192,894,868)	60,881,2 (97,962,6
Mich. Cent.	...	1,886·32 (3,035.7)	...	...	...	...	...	...	...
	1,642·37 (2,643.1)	906·46 (1,458.8)	7,276,270 (6,600,925)	1,480,251,521 (2,161,088,767)	203 (326.49)	3,439	10,646	64,380,746 (103,608,578)	59,761,2 (96,17
N. D. & C.	...	...	98,782 (89,614)	1,854,810 (2,707,924)	18·78 (30.20)	139	41	110,194 (177,336)	122,6 (198,0
	58·84 (94.7)	3,325·45 (5,351.7)	...	...	...	...	...	...	...
Penna. Lines W.	...	1,349·39 (2,161.9)	40,092,942 (36,371,728)	3,585,215,809 (5,234,325,065)	89·42 (143.82)	19,005	29,903	173,798,977 (279,696,432)	224,307,6 (361,12
	2,762·41 (4,445.6)	5,859 (9,428.9)	...	...	...	...	...	...	...
Penna. R. R.	...	2,230 (3,588.4)	94,331,853 (85,576,470)	8,955,771,843 (13,075,052,235)	94·9 (152.63)	...	...	452,370,768 (729,004,801)	226,382,3 (365,02
	4,100 (6,598.2)	...	...	...	...	...	...	...	...

Tableau D. (*Suite.*)

Nombre de jours de service des wagons de la Compagnie sur des lignes étrangères.	Parcours fait sur le réseau par des wagons étrangers, y compris les wagons de particuliers, en milles (kilomètres).	Nombre total de jours de service disponibles pour des transports effectués sur le réseau.	Nombre total de véhicules. (wagons et voitures) transportés sur le réseau, y compris les fourgons.	Nombre total de milles (kilomètres) à vide en proportion pour cent des véhicules vides. Rapport de ce parcours au parcours total de véhicules transportés sur le réseau y compris les fourgons.	CHARGE MOYENNE PAR WAGON (tonnes américaines (tonnes métriques). Sous charge.	Sous charge et à vide.	*Observations.*
Année 1895. (*Suite.*)							
...	...	...	...	...	...	...	
...	61,092,057 (98,708,748)	...	174,497,710 (280,830,910)	53,497,710 (86,094,400)	12·71 (11.53)	8·83 (8.01)	
...	...	...	...	...	...	...	
...	110,791,717 (176,688,908)	...	172,388,688 (277,426,839)	46,393,525 (74,661,564)	...	...	
...	223,193 (359,186)	...	391,491 (630,030)	...	...	...	
...	...	...	...	30·6 p. c.	...	...	
8,573,120	226,151,546 (363,947,944)	15,949,040	401,967,466 (646,890,263)	123,101,339 (198,108,216)	14·60 (13.24)	10·12 (9.18)	
...	...	...	...	37·31 p. c.	...	...	
...	393,253,879 (632,867,400)	...	852,475,812 (1,371,897,849)	318,090,513 (511,906,243)	17·58 (15.95)	11·02 (10.00)	
...	...	...	...	...	...	...	
...	79,979,103 (128,711,170)	...	176,703,741 (284,467,656)	...	...	...	
...	64,544,951 (103,872,835)	...	171,757,040 (276,410,322)	26·41 p. c.	13·52 (12.37)	10 (9.07)	
...	37,919,788 (61,024,694)	...	98,437,614 (158,416,637)	28·06 p. c.	14·08 (12.77)	10·40 (9.43)	
...	28,549,101 (45,896,074)	...	43,473,933 (69,963,035)	Environ 30 p.c.	...	...	
466,865	10,030,832 (16,142,718)	...	40,575,626 (65,298,761)	12,686,245 (19,450,515)	10·99 (9.97)	8·04 (7.29)	
Année 1896.							
...	...	...	...	...	...	...	
...	12,442,978 (20,024,009)	...	18,807,318 (30,266,805)	6,145,825 (9,890,538)	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	
952,332	20,609,720 (33,167,428)	...	64,344,856 (103,550,772)	...	12·54 (11.38)	9·31 (8.45)	
...	...	...	...	...	...	...	
...	12,621,118 (20,311,291)	...	22,603,832 (36,371,491)	7,653,338 (12,316,593)	11·87 (10.77)	8·18 (7.42)	
...	...	...	...	...	...	...	
...	64,659,212 (104,056,716)	...	184,502,217 (296,921,263)	55,438,663 (89,217,066)	13·08 (11.87)	9·16 (8.31)	
...	...	...	...	...	...	...	
...	112,961,493 (181,790,060)	...	176,849,576 (284,605,791)	50,149,131 (80,705,408)	...	...	
...	196,505 (316,282)	...	307,059 (494,153)	...	...	...	
...	...	...	...	33·4 p. c.	...	...	
8,719,560	205,011,822 (329,927,575)	16,540,340	378,810,799 (609,624,007)	126,654,686 (203,825,687)	14·26 (12.94)	9·48 (8.60)	
...	...	...	...	37·85 p. c.	...	...	
...	372,275,468 (599,100,666)	...	824,646,256 (1,327,111,466)	312,161,947 (502,360,182)	17·48 (15.86)	10·86 (9.85)	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D. (*Suite.*)

NOM DE LA COMPAGNIE.	LONGUEUR EXPLOITÉE. Longueur totale du réseau en milles (kilom.).	Longueur totale des voies principales. Longueur totale des garages et voies d'évitement, en milles (kilom.).	Nombre de tonnes américaines (tonnes métriques) de marchandises transportées.	Nombre de tonnes américaines de marchandises transportées à 1 mille (tonnes-kilomètres).	Parcours moyen par tonne américaine en milles (par tonne métrique en kilomètres).	EFFECTIF DE LA COMPAGNIE. Wagons découverts.	Wagons couverts.	PARCOURS FAIT PAR LES WAGONS DE LA COMPAGNIE. Sur les lignes de la Compagnie milles (kilomètres).	Sur des lignes étrangères milles (kilomètres).
Année 1896. (*Suite.*)									
Phila. & Reading	...	1,680	...	...	..	...	...	...	...
	1,938	(2,703.6)	23,206,608	1,973,621,546	...	20,715	3,990	101,763,933	46,197,84
	(1,092.3)	883	(21,052,694)	(2,891,385,855)				(163,769,715)	(74,346,33
	...	(1,421)				...	...	...	...
		691·43			...	...	...	...	...
Vandalia		(1,112)							
	691·43	212·79	3,983,088	296,476,160	...	2,493	3,037	11,603,079	20,508,85
	(1,112)	(342.2)	(3,613,399)	(432,859,180)				(18,672,261)	(33,05,13
Wis. Cent.	547·73	144·66	2,882,275	358,503,630	124·38	2,728	3,685	29,009,439	10,187,75
	(1,525.2)	(232.8)	(2,614,758)	(523,396,299)	(200.04)			(46,685,180)	(16,395,84
Année 1897.									
Allegheny Valley	...	229	...	...	...	...	...	...	...
		(449)							
	259	171·65	6,151,299	246,608,601	40·09	2,443	467	6,763,841	13,483,90
	(416.8)	(276.3)	(5,580,598)	(360,635,457)	(64.48)			(10,885,117)	(21,690,77
	...	1,516·02	...	...	...	...	...	...	...
		(2,439.7)							
C. St. P. M. & O.	1,492·23	411·71	3,772,439	647,845,804	171·73	...	...	45,788,995	22,23,34
	(2,401.5)	(662.6)	(3,422,301)	(915,820,538)	(276.20)			(73,688,591)	(35,844,75
	...	589·50	...	...	...	...	...	...	...
		(948.7)							
G. R. & I.	586.40	154·92	2,071,945	189,933,418	91·67	1,439	1,463	9,691,751	11,254,80
	(943.7)	(249.3)	(1,879,638)	(277,202,724)	(147.43)			(15,597,032)	(18,23,4
	...	5,078·65	...	...	...	...	...	...	...
		(8,173.1)							
L. & N.	5,027·65	592·40	12,961,144	1,881,439,141	145	7,890	11,770	124,526,153	61,132,85
	(8,091)	(953.4)	(11,758,159)	(2,746,804,430)	(233.21)			(200,401,183)	(98,413,80
	...	1,911·70	...	...	...	...	...	...	...
		(3,076.5)							
Mich. Cent.	1,657·59	925·43	7,627,176	1,533,606,067	201	3,300	11,577	62,105,230	68,541,52
	(2,667.6)	(1,489.3)	(6,919,702)	(2,238,985,577)	(323.27)			(99,946,568)	(109,821,52
	...	...	69,536	1,273,703	18·32	182	41	159,189	294,05
N. D. & C.	58.84	...	(63,082)		(29.46)			(255,943)	(473,23
	(94.7)								
	...	3,336·27	...	...	...	...	...	...	...
		(5,361.1)							
Penna. Lines W.	2,762·41	1,308·41	45,811,971	4,216,286,538	92·03	19,678	30,002	187,308,094	250,919,72
	(4,445.6)	(2,202.2)	(41,559,947)	(6,155,557,892)	(148.01)			(301,436,789)	(403,806,2
	...	5,906	...	...	...	...	...	...	...
		(9,504.6)							
Penna. R. R.	4,130	2,258	103,239,653	9,841,261,339	95·07	47,961	30,032	483,391,495	225,362,34
	(6,646.5)	(3,633.8)	(93,657,496)	(14,426,120,852)	(152.90)			(777,926,767)	(362,517,65
	...	1,746	...	...	...	...	...	...	...
		(2,809.9)							
Phila. & Reading	...	904	21,391,809	1,847,343,875	...	22,148	4,178	101,914,244	50,558,62
	1,302	(1,454.8)	(19,406,335)	(2,697,027,148)				(164,011,612)	(81,364,15
	(2,095.3)		6,659,532	1,671,798,847	272	14,586		97,875,038	36,466,54
So. Pacific. { Pacific system	...	...	(6,041,420)	(2,440,740,711)	(437.46)			(157,511,277)	(58,686,01
— Atlantic —			3,266,095	966,298,450	333	8,739		56,305,899	32,525,41
	7,371·66	...	(2,963,770)	(1,453,082,986)	(535.57)			(90,658,491)	32,466,07
Vandalia.	(11,863.3)	224·00	3,903,137	301,571,496	...	2,355	2,977	10,479,470	30,155,46
	(689·80)	(360.5)	(3,540,869)	(440,278,401)				(16,864,716)	
	(1,109.4)	900·06	...	...	...	...	...	...	...
	...	(1,593.3)							
Wis. Cent.		54·33							13,89
	990·06	(87)	2,561,990	347,666,177	135.07	2,721	4,659	32,173,484	(22,253,90
	(1,593.3)		(2,324,200)	(507,574,192)	(217.24)			(51,777,110)	

Tableau D. (*Suite.*)

Nombre de jours de service pendant lesquels la Compagnie sur des lignes étrangères.	Parcours fait sur le réseau par des wagons étrangers, y compris les wagons de particulier, en milles (kilomètres).	Nombre total de jours de service disponibles pour des transports effectifs sur le réseau.	Nombre total de véhicules-milles (véhicules-kilomètres faits sur le réseau, y compris les fourgons).	Nombre total de milles (kilomètres à vide parcourus par les véhicules vides. Rapport de ces parcours au parcours total de véhicules sur le réseau (y compris les fourgons).	CHARGE MOYENNE PAR WAGON tonnes américaines (tonnes métriques). Sous charge.	Sous charge et à vide.	*Observations.*
Année 1896. (*Suite.*)							
...	...	...	...	...	...	...	
..	...		...	...	...	...	
...	75,026,860	...	179,926,418	...	...	...	
	(122,189,855)		(289,557,384)				
...	...	...	...	...	...	...	
...	26,926,343	...	40,282,387	Envir. 30 p. c.	11·33	7·90	
	(43,332,883)		(64,826,848)		(10.28)	(7.17)	
438,834	14,246,621	...	45,057,224	14,360,153	11·63	8·37	
	(22,927,230)		(72,550,320)	(23,109,938)	(10.55)	(7.59)	
Année 1897.							
...	...	...	...	...	...	...	
...	14,463,596	...	21,227,437	7,494,406	...	...	
	(23,276,410)		(34,161,527)	(12,060,823)			
...	...	...	...	...	...	...	
1,026,745	20,700,334	...	66,579,209		13·08	10·17	
	(33,458,092)		(107,146,683)		(11.87)	(9.23)	
...	...	...	...	...	...	...	
...	13,144,257	...	22,836,008	7,492,216	12·38	8·65	
	(31,153,184)		(36,750,216)	(12,057,208)	(11.23)	(7.85)	
...	...	...	...	...	...	...	
...	75,471,914	...	199,908,067	66,869,300	13·16	9·76	
	(121,457,706)		(321,858,889)	(107,613,433)	(11.94)	(8.85)	
...	...	...	...	...	...	...	
...	119,210,534	...	181,033,662	51,569,995	...	...	
	(191,846,704)		(291,339,283)	(82,992,109)			
...	155,360	...	312,681	...	14·2	...	
	(255,943)		(503,201)		(12.88)		
...	...	...	...	32·0 p. c.	...	...	
9,083,025	221,933,006	16,687,435	400,241,100	130,814,583	15·18	10·32	
	(357,159,006)		(658,595,795)	(210,521,217)	(13.77)	(9.36)	
...	...	...	...	37·46 p. c.	...	...	
...	405,190,965	...	888,582,460	332,829,386	17·78	11·12	
	(652,077,872)		(1,430,004,639)	(535,625,659)	(16.13)	(1 ·09)	
...	...	...	...	...	...	...	
...	83,801,603	...	187,951,472	...	...	...	
	(134,862,758)		(302,472,183)				
...	55,407,561	...	153,282,509	24·96 p. c.	14·53	10·70	
	(89,167,942)		(246,679,219)		(13.18)	(9.71)	
...	35,905,535	...	92,361,401	29·40 p. c.	15·26	10·80	
	(57,879,695)		(148,638,126)		(13.84)	(9.80)	
...	27,910,212	...	39,502,601	Envir. 30 p. c.	11·83	8·37	
	(44,433,300)		(63,571,110)		(10.73)	(7.59)	
...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	
574,408	14,643,410	...	48,613,820	14,973,763	11·53	8·27	
	(23,565,786)		(78,234,707)	(24,097,427)	(10.46)	(7.50)	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau D. *(Suite.)*

NOM DE LA COMPAGNIE.	LONGUEUR EXPLOITÉE. — Longueur totale du réseau en milles (klom.).	LONGUEUR EXPLOITÉE. — Longueur totale des voies principales. Longueur totale des garages et voies de gares, en milles (klom.).	Nombre de tonnes américaines (tonnes métriques) de marchandises transportées.	Nombre de tonnes américaines de marchandises transportées à 1 mille (tonnes-kilomètres).	Parcours moyen par tonne américaine (en milles), par tonne métrique (en kilomètres).	EFFECTIF DE LA COMPAGNIE. — Wagons découverts.	EFFECTIF DE LA COMPAGNIE. — Wagons couverts.	PARCOURS FAIT PAR LES WAGONS DE LA COMPAGNIE. — Sur les lignes de la Compagnie, milles (kilomètres).	PARCOURS FAIT PAR LES WAGONS DE LA COMPAGNIE. — Sur des lignes autres que celles de la Compagnie (kilomètres).
Année 1898.									
Allegheny Valley	...	279	...	...	...	...	...	...	
	259	(449) 171.66	...	...	...	...	...	...	
	(416.8)	(276.3)	6,491,860	271,164,428	41.77	2,437	482	7,451,170	14,67
Ann Arbor	...	...	(5,889,320)	(395,885,693)	(67.18)			(11,991,242)	(23,61
	...	...	1,189,106	151,285,445	127.2	293	1,821	4,698,148	18,15
	...	...	(1,078,739)	(220,868,732)	(204.58)			(7,560,777)	(29,55
B. & M.	...	2,029.60	...	...	...	...	...	...	
	...	(3,266.3)	...	...	...	...	...	...	
	1,715.22	834.20	10,271,875	688,351,187	67.01	5,240	4,535	...	
	(2,760.3)	(1,342.6)	(9,318,494)	(1,004,956,250)	(107.77)			...	
C. of Ga.	...	1,583·53	...	...	...	...	...	...	
	...	(2,548.4)	...	...	...	...	...	...	
	1,581.80	270.72	2,036,616	320,129,615	157·19	2,106	3,081	25,572,555	13,29
	(2,545.6)	(435.7)	(1,847,588)	(467,372,271)	(252.81)			(41,154,233)	(21,39
Ches. & Ohio	...	1,457.40	...	...	...	...	...	...	
	...	(2,345.4)	...	...	...	...	...	...	
	1,360.40	484.70	7,806,914	2,513,221,007	321	7,030	6,769	142,037,240	38,52
	(2,189.3)	(780)	(7,082,318)	(3,609,169,469)	(516.27)			(228,581,951)	(62,00
C. B. & Q.	...	7,539.01	...	...	...	...	...	...	
	...	(12,132.6)	...	...	...	...	...	...	
	7,179.97	1,559.26	8,920,471	1,637,240,575	...	4,176	17,690	...	47,57
	(11,554.8)	(2,509.3)	(8,092,520)	(2,390,294,466)					(76,65
C. G. W.	...	933.91	...	...	...	...	...	...	
	...	(1,503)	...	...	...	...	...	...	
	929.51	161.92	1,814,750	567,433,975	...	595	4,740	20,244,529	11,55
	(1,496.9)	(260.6)	(1,646,315)	(828,423,529)				(47,063,513)	(18,58
C. St. P. M. & O.	...	1,516.02	...	...	...	...	...	...	
	...	(2,439.7)	...	...	...	...	...	...	
	1,402.23	421.72	4,337,068	731,347,471	168·59	2,034	7,033	44,991,999	33,07
	(2,401.5)	(678.7)	(3,933,532)	(1,067,725,546)	(255.06)			(72,406,074)	(53,19
G. R. & I.	...	502.92	...	...	...	...	...	...	
	...	(954.2)	...	...	...	...	...	...	
	589.82	159.79	2,328,201	211,722,343	90·93	1,356	1,681	9,199,720	13,13
	(949.2)	(257.2)	(2,112,191)	(309,103,399)	(146.24)			(14,805,201)	(21,13
Grand Trunk	...	4,614.86	...	...	...	...	...	...	
	...	(7,426.7)	...	...	...	...	...	...	
	4,183	968.45	9,814,533	2,448,071,972	249·4	6,559	19,581	179,751,226	70,30
	(6,731.7)	(1,558.5)	(8,903,000)	(3,574,455,331)	(401.11)			(289,275,446)	(113,15
L. & N.	...	5,078.35	...	...	...	...	...	...	
	...	(8,172.6)	...	...	...	...	...	...	
	5,028.54	625.33	14,218,444	2,177,972,309	153	7,435	12,940	133,027,331	71,15
	(8,092.5)	(1,006.3)	(12,898,763)	(3,179,724,139)	(246.07)			(214,082,214)	(114,51
Mich. Cent.	...	1,012.03	...	...	...	...	...	...	
	...	(3,077)	...	...	...	...	...	...	
	1,657.53	922.49	8,682,110	1,665,158,078	192	3,260	11,424	64,532,149	79,97
	(2,667.5)	(1,484.6)	(7,878,129)	(2,431,042,546)	(308.80)			(103,852,233)	(128,75
N. D. & C.	58.84	...	68,825	1,354,224	19·68	173	41	124,161	33,25
	(94.7)	...	(62,437)	(1,977,183)	(31.65)			(199,814)	(56,98
	...	3,357.15	...	...	...	...	...	...	
Penna. Lines W.	...	(5,402.7)	...	...	...	...	...	...	
	2,762.41	1,421.08	52,394,009	4,714,310,057	89·98	19,516	30,248	188,704,481	362,73
	(4,445.6)	(2,287)	(47,531,075)	(6,882,642,826)	(144.72)			(303,684,008)	(422,32
Penna. R. R.	...	5,968	...	...	...	...	...	...	
	...	(9,602.6)	...	...	...	...	...	...	
	4,137	2,308	109,681,956	10,636,921,034	97·0	48,457	30,030	506,203,754	98,54
	(6,657.7)	(3,714.3)	(99,501,858)	(15,529,340,953)	(156.01)			(814,638,763)	(399,95
Phila. & Reading	...	1,812	...	...	...	...	...	...	
	...	(2,916.1)	...	...	...	...	...	...	
	1,366	926	24,402,107	2,244,758,675	...	22,482	4,078	106,036,022	62,13
	(2,198.3)	(1,490.2)	(22,137,233)	(3,277,228,693)				(170,644,831)	(90,00
Pgh. & Western	...	417.47	...	...	...	...	...	...	
	...	(671.8)	...	...	...	...	...	...	
	353.98	127.45	6,332,060	582,374,286	91·97	4,925	627	13,976,768	6,96
	(569.7)	(205.1)	(5,744,352)	(850,235,592)	(147.92)			(22,492,953)	(11,12

Tableau D. *(Suite.)*

NOM DE LA COMPAGNIE.	Nombre de jours de service des wagons de la Compagnie sur des lignes étrangères.	Parcours fait sur le réseau par des wagons étrangers, y compris les wagons de particuliers, en milles (kilomètres).	Nombre total de jours de service disponibles pour des transports effectifs sur le réseau.	Nombre total de véhicules-milles (véhicules-kilomètres) faits sur le réseau (y compris les fourgons).	Nombre total de milles (kilomètres) à vide ou proportion pour cent de véhicules-vides. Rapport de ce parcours au parcours total de véhicules sur le réseau (y compris les fourgons).	CHARGE MOYENNE PAR WAGON tonnes américaines (tonnes métriques). — Sous charge.	CHARGE MOYENNE PAR WAGON tonnes américaines (tonnes métriques). — Sous charge et à vide.	*Observations.*
Année 1898.								
Allegheny Valley	...	...	...	...	...	...	...	
	...	16,318,501	...	23,769,671	8,316,035	...	...	
	...	(26,261,527)		(38,253,769)	(13,383,078)			
Ann Arbor	...	9,428,733	...	13,755,981	27·2 p. c.	7·9	5·4	
	...	(15,173,754)		(22,137,638)		(7.17)	(4.90)	
B. & M.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	...	...	...	...	...	...	
	...	...	...	105,805,841	...	...	...	
	...	...	...	(170,274,398)				
C. of Ga.	...	...	...	...	34·24 p. c.	...	...	
	...	...	...	...		...	...	
	...	18,832,846	...	44,405,441	15,206,263	10·96	7·21	
	...	(30,307,887)		(71,462,120)	(24,471,501)	(9.94)	(6.54)	
Ches. & Ohio	...	...	...	...	35·6 p. c.	...	...	
	...	...	...	...	...	...	...	
	...	72,917,419	...	221,715,335	78,920,858	17·9	...	
	...	(117,346,732)		(356,808,706)	(127,005,126)	(16.24)		
C. B. & Q.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	...	...	...	...	...	...	
	...	...	...	204,223,541	28 p. c.	11·3	8	
	...	...	...	(328,658,087)		(10.25)	(7.20)	
C. G. W.	...	...	...	...	...	...	...	
	657,000	21,723,536	1,962,240	43,023,164	11,904,760	13·8	11·1	
		(34,959,904)		(77,284,158)	(19,158,449)	(12.52)	(10.07)	
C. St. P. M. & O.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	...	...	...	...	...	...	
	1,368,895	23,904,533	...	68,956,532	...	13·97	11·05	
		(38,566,963)		(110,972,437)		(12.67)	(10.02)	
G. R. & I.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	...	...	...	...	...	...	
	...	15,939,082	...	25,138,802	7,897,241	12·28	8·76	
	...	(25,650,924)		(40,456,125)	(12,709,109)	(11.14)	(7.95)	
Grand Trunk	...	...	...	...	...	...	...	
	...	...	...	...	...	...	...	
	...	134,433,683	...	314,184,969	93,211,705	11·08	7·79	
	...	(216,345,470)		(505,620,916)	(150,006,529)	(10.05)	(7.07)	
L. & N.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	...	...	...	...	...	...	
	...	80,125,304	...	213,152,635	67,066,526	13·89	9·52	
	...	(128,946,453)		(343,028,667)	(107,930,831)	(12.60)	(8.64)	
Mich. Cent.	...	...	...	...	...	...	...	
	...	...	...	...	...	...	...	
	...	120,151,767	...	193,335,281	56,009,095	...	...	
	...	(207,845,230)		(311,136,401)	(90,135,997)			
N. D. & C.	...	143,533	...	267,985	...	13·9	...	
	...	(230,989)		(431,271)		(12.61)		
	...	...	...	...	30·1 p. c.	...	...	
Penna. Lines W.	...	...	...	...	...	...	...	
	9,694,765	246,144,668	17,567,450	438,849,149	131,081,946	15·56	10·85	
		(396,123,076)		(706,244,324)	(210,951,487)	(14.12)	(9.84)	
Penna. R. R.	...	...	...	...	37·16 p. c.	...	...	
	...	...	...	...	...	...	...	
	...	432,283,979	...	938,487,733	348,786,497	18·04	11·38	
	...	(695,678,930)		(1,510,317,694)	(561,305,597)	(16.37)	(10.32)	
Phila. & Reading	...	...	...	...	...	...	...	
	...	...	...	...	...	...	...	
	...	106,036,022	...	...	...	...	...	
	...	(170,644,831)		98,561,118	...	...	...	
Pgh. & Western	...	...	...	(158,615,363)				
	...	...	...	...	35·16 p. c.	...	...	
	...	13,976,768	...	206,832,765	...	...	...	
	...	(22,492,953)		(332,858,037)				
	...	...	...	...	...	...	...	
	...	30,446,752	...	45,738,295	15,566,945	...	...	
	...	(48,998,362)		(73,607,696)	(25,052,040)			

Tableau D. (Suite.)

XVIII
418

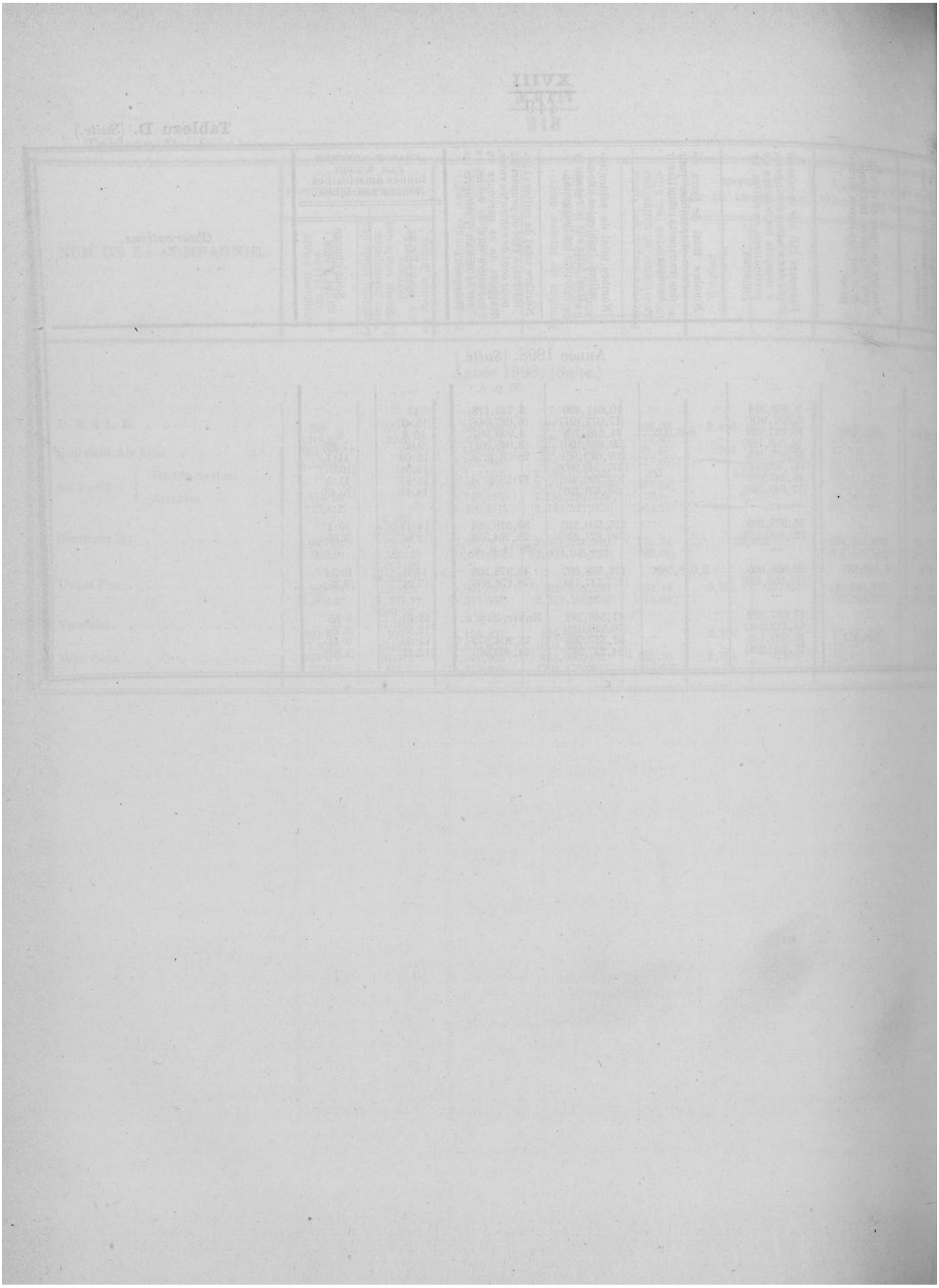
Année 1898. (Suite.)

NOM DE LA COMPAGNIE.	LONGUEUR EXPLOITÉE			Nombre de tonnes marchandises transportées (tonnes métriques).	Nombre de tonnes marchandises transportées à 1 mille (tonnes-kilomètres).	Parcours moyen par tonne métrique (en milles) par tonne métrique (en kilomètres).	EFFECTIF DE LA COMPAGNIE.		PARCOURS FAIT PAR LES WAGONS DE LA COMPAGNIE.	
	Longueur totale en milles (kilom.).	Longueur totale du réseau (milles (kilom.).	Longueur totale des voies principales, longueur totale des garages et voies de garage en milles (kilom.).				Wagons découverts.	Wagons couverts.	Sur les lignes de la Compagnie. (milles (kilomètres).	Sur des lignes étrangères (milles (kilomètres).
P. R. & L. E.	108 (318.6)	...	...	1,583,058 (1,436,127)	171,009,921 (249,655,262)	108.02 (173.93)	2,440	126	7,196,125 (11,604,273)	2,994.96 (4,820.75)
Seaboard Air Line	1,631.30 (1,631.30)	55·7 (89.6)	...	2,588,506 (2,348,487)	301,493,095 (440,154,018)	72.37 (116.47)	901	1,219	21,309,354 (34,309,445)	5,281.97 (8,499.76)
So. Pacific. { Pacific system	...	...	...	8,114,952 (7,361,755)	2,359,020,002 (3,443,669,283)	257 (413.69)	14,152		121,712,086 (195,888,524)	15,482.72 (24,919.58)
So. Pacific. { Atlantic	7,614·59 (12,254.2)	4,061 (7,585.8)	...	3,748,153 (3,400,271)	1,181,225,779 (1,724,527,025)	315 (504.51)	8,793		87,785,033	30,218.48 (50,434.40)
Southern Ry.	4,942·83 (7,952.3)	1,967·76 (3,166.6)	11,797·86 (18,980.9)	11,797,677 (10,702,612)	2,057,571,010 (3,003,954,957)	172.74 (282.76)	23,912		138,357,073 (203,010,066)	66,958.82 (101,466.74)
Union Pac.	2,985·24 (4,804.3)	2,871·1 (4,620.2)	5,001·86 (8,049.9)	5,861,611 (5,317,567)	1,720,034,243 (2,511,158,853)	293.44 (471.94)	2,751	12,729	120,391,529 (193,598,070)	43,103.31 (69,365.13)
Vandalia.	639·39 (639.39)	639·39 (639.39)	1,167·52 (1,167.52)	5,197,457 (4,715,482)	424,583,312 (616,584,102)	81.71 (131.51)	2,369	3,053	12,121,076 (19,502,066)	3,722.55 (5,990.22)
Wis. Cent.	993·04 (1,598.6)	164·15 (264.2)	...	3,541,953 (3,213,286)	483,700,402 (706,146,361)	136.56 (219.63)	2,701	4,666	33,443,813 (53,824,466)	13,867.73 (22,316.68)

Année 1898. (Suite.)

NOM DE LA COMPAGNIE.	Nombre de jours de service de wagons de la Compagnie sur des lignes étrangères.	Parcours fait par wagons étrangers, y compris les wagons de particuliers, en milles (kilomètres).	Nombre total de jours de service disponibles pour des transports effectifs sur le réseau.	Nombre total de voitures-milles (les faits sur le réseau y compris les parcours).	Nombre total de milles (kilomètres) à vide ou proportion pour cent de voitures vides. Rapport de ce parcours au parcours total de voitures sur le réseau (y compris les parcours).	CHARGE MOYENNE PAR WAGON (tonnes américaines).	
						Sous charge.	Sous charge et à vide.
	...	...	...	...	25 p. c.	...	...
P. R. & L. E.	...	3,503,314 (5,637,018)	...	10,011,499 (17,077,191)	3,745,113 (6,027,045)	17 (15.42)	...
Seaboard Air Line	246,493	10,508,188 (16,910,155)	846,903	44,155,755 (69,486,190)	14,046,993 (8,006,901)	15·93 (9.98)	8 (7.26)
So. Pacific. { Pacific system	...	87,496,805 (141,004,146)	...	209,023,981 (335,940,160)	26·08 p. c.	15·04 (13.64)	11·1 (10.07)
So. Pacific. { Atlantic	...	48,247,049 (77,645,260)	...	102,796,410 (165,431,291)	37·78 p. c.	15·01 (14.45)	11·5 (10.45)
Southern Ry.	...	76,477,263 (123,084,183)	...	215,500,310 (346,821,288)	59,535,691 (95,794,324)	14·11 (12.80)	10·1 (9.16)
Union Pac.	1,181,585	69,595,505 (111,952,403)	3,015,589	172,288,087 (277,247,734)	48,575,356 (78,172,806)	14·6 (13.24)	10·34 (9.38)
Vandalia.	...	33,097,282 (54,213,244)	...	47,548,342 (76,520,022)	Envir. 30 p. c.	13·61 (12.35)	9·64 (8.75)
Wis. Cent.	596,472	10,569,145 (17,007,365)	...	32,577,565 (52,427,207)	15,504,573 (24,946,610)	13·69 (12.42)	9·54 (8.66)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION EN SECTIONS

(2e ET 3e SECTIONS RÉUNIES.)

Séance du 26 septembre 1900 (matin).

PRÉSIDENCE DE Mr FREDRIK ALMGREN.

Mr le Président. — Nous avons cinq rapports sur cette question et quatre des rapporteurs sont présents. J'apprends cependant que les rapporteurs ont réglé leur travail de cette façon : Mr Schœller nous donnera un résumé de tous les rapports au point de vue commercial et Mr Biard au point de vue technique.

Mr Biard, *rapporteur pour tous les pays autres que les États-Unis, l'Angleterre et les colonies, l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse et l'Allemagne.* — Messieurs, la question de la capacité des wagons à marchandises a été abordée en 1889, mais elle se présentait alors sous une forme peut-être un peu moins générale qu'aujourd'hui. Il s'agissait à cette époque de rechercher les moyens à employer pour réduire le rapport du poids mort des trains à la charge utile qu'ils transportent.

La question se pose cette fois d'une façon un peu différente ; elle est intitulée : « Capacité des wagons à marchandises. » Le terme « capacité » a un sens plus général que celui de tonnage ; la capacité d'un wagon à marchandises peut, en effet, être envisagée au triple point de vue du *tonnage*, c'est-à-dire du poids maximum qui peut être transporté par le véhicule, et de deux autres éléments qui intéressent surtout les wagons-tomberaux et les wagons plats, à savoir : le *volume de la caisse* ou mieux du cube utilisable de cette caisse, élément intéressant les wagons-tombereaux et wagons couverts et, d'autre part, la *surface de plancher* ou plutôt la longueur du véhicule, puisqu'une des deux dimensions de la surface, la largeur, ne peut varier que dans des limites assez restreintes ; ce dernier élément intéresse les wagons couverts et, plus particulièrement encore, les wagons plats.

Les rapporteurs français ont envoyé un questionnaire à 123 administrations de pays d'Europe, autres que ceux appartenant au « Verein » allemand. Nous avons reçu de ces administrations un assez petit nombre de réponses, mais elles portent

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

néanmoins sur environ 58,000 kilomètres exploités. Les différents renseignements statistiques que nous avons reçus ont été résumés dans les tableaux annexés à notre rapport. Nous avons également reproduit le questionnaire envoyé aux diverses administrations et nous avons été très heureux de constater que ce même questionnaire avait été adopté par nos collègues anglais et américains. Il existe donc entre les différents rapports une certaine homogénéité qui permet de rapprocher les renseignements fournis.

Nous avons divisé notre étude en quatre parties. Dans la première, nous avons étudié les conditions techniques d'établissement du matériel dans chacun des pays considérés. Nous avons ensuite examiné les moyens employés pour augmenter le tonnage ou la capacité des wagons à marchandises lorsqu'il s'agit de les transformer ou de créer un nouveau matériel. En troisième lieu, nous avons déterminé les conséquences de cette augmentation de capacité au point de vue technique. Enfin, la dernière partie, de beaucoup la plus importante, traite la question au point de vue commercial.

En ce qui concerne les conditions techniques d'établissement du matériel à marchandises, les tableaux annexés au rapport indiquent suffisamment, pour chacune des séries considérées, les principales conditions qui ont été observées. Ces tableaux sont surtout intéressants, au point de vue statistique, pour montrer l'évolution qui s'est produite, principalement depuis 1889, dans les différents pays européens.

Si nous considérons séparément les trois grandes catégories de wagons : wagons découverts, wagons couverts et wagons plats, nous remarquons, en commençant par les wagons découverts, qu'à la date du 1er janvier 1898, c'est-à-dire à l'époque où nos renseignements statistiques ont été clos pour la rédaction du rapport, il n'y avait déjà plus qu'un nombre très faible de wagons d'un tonnage inférieur à 10 tonnes (5, 6, 7 et 8 tonnes). La construction de ces wagons était, en général, antérieure à l'année 1870 et depuis on n'en a plus construit beaucoup.

Depuis plus de trente ans, on a adopté en France, en Belgique, etc., le tonnage de 10 tonnes. En 1880, on voit déjà apparaître, sur certains réseaux, le tonnage de 12 tonnes, et depuis une dizaine d'années, le tonnage de 15 tonnes a été adopté, pour tous les wagons neufs découverts, par plusieurs administrations, telles que l'État belge et l'Est français. La Compagnie du Midi français en aura prochainement 2,000 de 15 tonnes.

Enfin, depuis quelques années, la Compagnie du Nord français a construit un nombre assez considérable de wagons-tombereaux de 20 tonnes, et d'autres compagnies imitent cet exemple.

Pour les wagons découverts ou tombereaux, il s'est donc manifesté, depuis assez longtemps déjà, une tendance bien marquée à l'accroissement du tonnage et même de la capacité, car le volume des caisses a également subi une marche ascendante; celle-ci s'est produite, en général, non seulement là où le tonnage était accru, mais encore chez certaines administrations qui, ayant conservé le tonnage de 10 tonnes, ont augmenté sensiblement les dimensions de la caisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, la Compagnie de l'Est français, en même temps qu'elle portait le tonnage de ses wagons à houille de 10 à 15 tonnes, augmentait le volume de la caisse de 12 à 18 mètres cubes.

Pour les wagons couverts de types courants, on remarque également presque partout l'abandon des tonnages faibles de 5, 6 et 8 tonnes, et on est arrivé très rapidement au tonnage de 10 tonnes.

En 1888, par exemple, il n'y avait que 19,645 wagons d'un tonnage supérieur à 10 tonnes, soit 15.1 p. c. de l'effectif total, tandis que dans un avenir prochain, cette proportion atteindra 35 p. c. En dix ans, l'effectif total des wagons couverts d'un tonnage supérieur à 10 tonnes a donc doublé. Pour les wagons découverts, l'accroissement a été encore bien plus considérable. Il était seulement de 2 $^1/_2$ p. c. en 1888, tandis qu'à la fin de 1900 il sera de 24 p. c.

En ce qui concerne les caisses des wagons couverts, la capacité a également considérablement augmenté.

Quant aux wagons plats, on a constaté aussi, dans presque toutes les administrations, une tendance marquée à l'augmentation progressive du tonnage et de la surface du plancher.

En 1888, le nombre des wagons plats qui avaient un tonnage supérieur à 10 tonnes n'était que de 9 p. c. A la fin de 1900, cette proportion atteindra 32 p. c. de l'effectif total.

Depuis quelque temps, le tonnage de 20 tonnes a été appliqué pour les commandes à livrer incessamment ou en cours d'exécution.

Comment l'augmentation de la capacité des wagons à marchandises a-t-elle été réalisée dans les diverses administrations considérées? Ce résultat a été atteint soit par la transformation des véhicules, lorsqu'elle était possible, soit par la création de matériel nouveau remplaçant le matériel démoli, ou bien à l'occasion de l'augmentation de l'effectif.

La transformation des wagons existants a été pratiquée en Europe par un assez grand nombre de compagnies, en vue d'augmenter soit le tonnage, soit le volume, soit à la fois le tonnage et le cube utilisable des caisses.

L'augmentation du tonnage a été réalisée par le remplacement des seuls organes de roulement et de suspension par d'autres plus résistants. Lorsque la transformation se borne à ce remplacement, elle s'effectue, en général, à peu de frais, puisque pour augmenter de 50 p. c. le tonnage de certains véhicules, une dépense d'une centaine de francs est suffisante. A la Compagnie de l'Est français, on a pratiqué cette augmentation de tonnage par voie de remplacement, sur un grand nombre de wagons. L'accroissement du tonnage, par simple remplacement des organes de roulement et de suspension, a été largement utilisé par un grand nombre d'administrations.

L'augmentation du volume des caisses des wagons existants a été moins généralement appliquée. Cela provient de ce qu'il faut rehausser ou presque reconstruire certaines parties des caisses, et généralement cette opération n'a été faite qu'à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'occasion de la réfection ou de la transformation des caisses; elle a cependant été pratiquée, mais c'est surtout à l'occasion de la construction de véhicules neufs que la plupart des compagnies ont manifesté cette tendance à l'accroissement de la capacité des caisses. Dans certains cas, on a pourvu les wagons nouvellement construits d'organes de suspension et de roulement plus robustes et plus appropriés au nouveau tonnage plus élevé. La plus-value, par rapport aux wagons antérieurs, est même un peu plus faible; elle est environ, pour les wagons plats de la Compagnie de l'Est, de 90 francs par véhicule. Lorsqu'on a construit des wagons neufs, on a été amené naturellement à créer des types plus longs et à augmenter en même temps la capacité. On ne s'est pas arrêté au tonnage de 15 tonnes et la Compagnie du Nord a construit des wagons de 20 tonnes ayant une longueur de 6 mètres et une capacité de 24 mètres cubes.

Les conséquences techniques de cette augmentation de la capacité des véhicules sont assez importantes et elle présente beaucoup d'avantages et très peu d'inconvénients.

Le premier avantage que nous avons noté est la réduction du poids mort rapporté à l'unité de capacité. C'est ainsi que les exemples fournis par les Compagnies de l'Est et du Nord français et du Paris-Lyon-Méditerranée montrent que, si on passe du type de 10 tonnes au type de 15 tonnes, on constate une diminution de ce rapport d'environ 20 p. c., qui s'élève même à 25 p. c. lorsqu'on passe du type de 10 tonnes au type de 20 tonnes. Ces chiffres s'entendent, naturellement, pour des wagons à deux essieux indépendants, car dans les wagons à bogies, le poids sur rails s'élève du fait des bogies et du fait aussi de la construction de la caisse qui est plus lourde à raison de la grande longueur, et du tonnage qu'il est juste, dans ce cas, de prévoir très élevé.

La réduction du poids mort rapporté à la charge utile dans les trains constitue un avantage des plus considérables au point de vue du service de la traction, puisque pour un train devant transporter une charge homogène déterminée, le nombre des wagons diminuera dans la proportion d'un tiers ou de la moitié, suivant que les véhicules qui entrent dans la composition de ce train ont leur capacité augmentée de 50 ou de 100 p. c.

Au point de vue de la dépense de premier établissement, les conséquences sont du même ordre que pour le poids mort. Pas plus que celui-ci, le prix de revient d'un wagon d'un type déterminé ne croît porportionnellement aussi vite que la capacité et le tonnage. Quand l'augmentation de capacité porte sur le cube de la caisse, le prix de revient croît un peu plus vite que lorsqu'il ne porte que sur le tonnage. Ainsi, la Compagnie du Nord français nous apprend qu'entre ses wagons-tombereaux de 10 tonnes et de 12 mètres cubes de capacité utilisable et ses wagons de même série de 20 tonnes et d'un volume de caisse double (24 mètres cubes), il y a une différence d'environ 800 francs correspondant à une majoration de 33 p. c. seulement, par rapport au prix d'établissement du wagon de 10 tonnes.

Au point de vue de l'entretien, il n'a pas encore été possible à un certain nombre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'administrations d'apprécier très exactement si l'augmentation du tonnage a entraîné une augmentation des dépenses d'entretien. Il est probable qu'au point de vue de l'unité-véhicule, cette augmentation existe, mais la dépense d'entretien rapportée au tonnage a certainement diminué.

L'augmentation du tonnage et de la capacité de certains véhicules à marchandises a pu s'effectuer, en général, sans entraîner de modifications ou de remaniements appréciables dans les installations d'ateliers. On a dû, il est vrai, quelquefois augmenter les dimensions des chariots roulants et des plaques tournantes, mais ces changements étaient bien plutôt nécessités par l'empattement des nouveaux véhicules à voyageurs pour lesquels il eût fallu tôt ou tard les effectuer.

Il est rare, en effet, que les ateliers de réparation soient exclusivement affectés à l'entretien du matériel à marchandises, sans avoir à contribuer, pour une part plus ou moins grande, à l'entretien des voitures à voyageurs dont les exigences, au point de vue des installations de manutention, entraînent des progrès qui profitent à l'ensemble du matériel de transport.

On n'a pas constaté non plus qu'il se soit produit, du fait de l'emploi de véhicules de plus fort tonnage, une recrudescence des incidents de service ou avaries de route (chauffages de boîtes, ruptures de ressorts ou de pièces d'attelages, ou autres avaries diverses), et nous croyons que la raison en est dans le renforcement qu'on a fait subir aux organes intéressés, proportionnellement à l'augmentation nouvelle de charge qu'on leur imposait.

A la Compagnie de l'Est français notamment, le fait de l'adoption du tonnage de 15 tonnes pour un assez grand nombre de wagons découverts et plats n'a eu aucune influence sur les cas de chauffage de boîtes.

En effet, d'après nos statistiques, la proportion moyenne annuelle des cas de chauffage de boîtes constatés aux wagons à marchandises, a été pendant la période de 1892 à fin 1898, de :

9.64 chauffages, pour 1,000 boîtes en service, avec les essieux à fusées de 90 millimètres montés sur wagons de 10 tonnes.

5.20 chauffages, pour 1,000 boîtes en service, avec les essieux à fusées de 105 millimètres montés sur wagons de 15 tonnes.

L'augmentation du diamètre des fusées correspond bien à l'augmentation de tonnage, mais, au point de vue de la résistance, il y a plutôt diminution qu'augmentation. Il n'y a pas eu, de la part des administrations qui ont répondu, d'expériences faites pour déterminer quelle est la différence de résistance au roulement pour des trains composés de véhicules à marchandises de fort tonnage et des trains composés de véhicules de moindre tonnage. Nous n'avons qu'un seul exemple d'expériences faites en Amérique dans lesquelles la réduction de la résistance a été estimée plutôt que déterminée à 10 p. c. environ.

Mr Ludvig, *président de la 3e section*. — Je crois qu'il est dit dans le rapport que des essais ont été faits sur les lignes des chemins de fer de l'État hongrois et que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résultats ont été favorables. Bien que ces résultats ne puissent être considérés comme définitifs, on peut admettre une réduction de 20 p. c. en ce qui concerne la résistance au roulement des trains de marchandises, du fait de l'emploi de wagons de plus grande capacité. Pour les voitures à voyageurs à quatre essieux, le résultat obtenu peut être considéré comme plus certain, puisqu'il est basé sur de nombreuses expériences, d'après lesquelles la réduction de la résistance varie entre 25 et 30 p. c., comparativement aux anciennes voitures à deux essieux.

M. Biard, *rapporteur*. — On pourrait objecter à l'emploi de wagons de grande capacité que dans les petites gares où les manœuvres s'exécutent à bras d'homme, il pourrait être nécessaire de mobiliser un personnel nombreux pour déplacer un poids total qui peut atteindre 28 tonnes par véhicule. Mais les administrations qui nous ont répondu déclarent n'avoir pas constaté dans la pratique d'inconvénient sérieux à cet égard.

L'allongement des véhicules, l'élévation de la charge supportée ainsi que l'augmentation de la tare ont nécessité, dans certains cas, la transformation des plaques tournantes et des ponts à bascule. Par contre, la manutention est souvent facilitée par la plus grande superficie du plancher des wagons de fort tonnage. C'est ce qui s'est produit par exemple pour les wagons de 20 tonnes du Nord si on les compare aux wagons de 10 tonnes.

Aux avantages réalisés dans la manutention s'en ajoutent d'autres pour les propriétaires d'établissements raccordés au chemin de fer. Les wagons de grande capacité présentant un tonnage utile plus considérable par mètre de voie occupée, les embranchements existants sont susceptibles de recevoir un tonnage plus important sans autres modifications que la revision des courbes de trop faible rayon.

Enfin, certaines administrations, comme la Compagnie de l'Est français, ont aussi constaté que la charge moyenne des wagons s'est élevée progressivement depuis quelques années, et cet accroissement a eu évidemment sa répercussion sur l'utilisation des voies et sur les dépenses de manœuvres. Cependant, il n'est pas possible de dégager exactement quelle a été l'influence de l'augmentation du tonnage sur ce phénomène qui a pu également avoir d'autres causes.

La réduction du poids mort rapporté à la charge utile produit, dans les dépenses de traction, une réduction certainement très importante. Le réseau du Nord cite un exemple intéressant.

Sur ce réseau, entre Lens et Paris, le transport de la houille est assuré par des trains rapides et directs.

Ces trains étaient autrefois composés d'un fourgon à frein pesant 12 tonnes et de trente tombereaux chargés chacun d'un tonnage utile de 10,500 kilogrammes et ayant un poids mort de 5.5 tonnes.

Le poids total à remorquer s'élevait donc à 492 tonnes; la longueur du train était de 180 mètres environ.

Actuellement, ces trains directs sont composés d'un fourgon à frein pesant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

20 tonnes et de vingt-cinq tombereaux chargés chacun d'un tonnage utile de 20,500 kilogrammes et ayant un poids mort de 7.6 tonnes.

Le poids total à remorquer s'élève à 722 tonnes; la longueur du train est de 170 mètres environ.

Le poids à remorquer par tonne utile était, dans le premier cas, de 1.562 tonne, et n'est plus dans le deuxième cas que de 1.410 tonne.

En résumé, au point de vue purement technique, l'augmentation de la capacité du matériel paraît avantageuse, puisqu'il en résulte :

Une réduction sensible du prix de premier établissement rapporté à l'unité de capacité (tonne, mètre cube ou mètre superficiel);

Une réduction correspondante des dépenses d'entretien;

Une diminution probable de la résistance totale à la traction;

Une réduction sensible du poids mort;

Une meilleure utilisation des installations des gares, une plus grande facilité dans les opérations de manœuvres et de manutention;

Différents avantages au point de vue du service des trains, sans qu'il se soit produit une recrudescence d'incidents de service ou d'avaries diverses au matériel.

Mr de Marx fait ressortir, dans son rapport, les mêmes avantages techniques de l'augmentation de la capacité, pour l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse et l'Allemagne, et c'est surtout l'emploi, des wagons de 15 tonnes et, dans certains cas, des anciens wagons de 10 tonnes qu'il trouve avantageux au point de vue des services d'exploitation. Il y a peut-être des cas où des wagons de 10 tonnes ont été transformés en wagons d'un tonnage supérieur. Le tonnage d'un petit nombre de wagons a été porté à 11 et 12 tonnes, mais c'est le wagon de 15 tonnes qui est le plus employé. Bien que d'accord sur les avantages techniques avec les rapporteurs français, Mr de Marx fait remarquer que c'est avec hésitation que le public se familiarise avec les wagons d'un tonnage supérieur à 10 tonnes.

Pour ce qui concerne l'Amérique, Mr Loree, directeur général des « Pennsylvania Lines West of Pittsburg », nous donne des renseignements très intéressants sur l'augmentation continuelle de la capacité des wagons. Les premiers wagons construits n'avaient, comme chez nous, que quatre roues, mais ce régime n'a pas duré longtemps, et l'on est arrivé rapidement aux wagons à bogies. Cependant, en 1873, ces wagons n'avaient encore qu'un tonnage utile de 8 et 9 tonnes. En 1876, ce tonnage atteint 40,000 livres ou 18,140 kilogrammes; en 1883, 22 tonnes, et en 1885, 27 tonnes. Un tableau annexé au rapport fait ressortir l'accroissement du rapport du poids utile au poids total, qui a passé, de 1876 à 1898, de 42.38 p. c. à 74.07 p. c.

Mr Oliver, rapporteur pour l'Australie, indique les différents types de wagons employés dans ce pays où l'écartement des voies est différent de réseau à réseau. Il fait également remarquer qu'au point de vue technique, il y aurait avantage à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employer des wagons de grande capacité. Telle est aussi l'opinion de Mr Owens, rapporteur pour l'Angleterre, qui, au début de son rapport, se déclare sans réserve en faveur du type de wagon le plus grand possible. Pour ce qui concerne la Grande-Bretagne, il fait toutefois des restrictions qui se rapportent plutôt à la question commerciale, que mon collègue Mr Schœller doit vous exposer.

Mr Schœller, *rapporteur pour les pays autres que les États-Unis, l'Angleterre et les colonies, l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse et l'Allemagne.* — Messieurs, comme mon collègue vient de l'exposer, s'il est généralement avantageux, au point de vue technique, d'augmenter le plus possible la capacité du matériel à marchandises, ce sont des considérations d'ordre commercial qui peuvent seules décider s'il y a lieu, pour une administration de chemins de fer, de construire du matériel de grande capacité et qui seules permettent de fixer les dimensions à donner dans chaque cas, soit comme cube, soit comme superficie de plancher.

A ce point de vue, la nature du trafic, l'importance des courants de transport, le rapport des expéditions par wagon complet aux expéditions partielles, les usages commerciaux et les questions de tarifs constituent les principaux points à envisager avant de prendre une décision.

En ce qui concerne l'influence de la nature du trafic :

Les wagons-tombereaux étant destinés, en principe, au transport des marchandises en vrac ou des matières pondéreuses telles que la houille, les betteraves, les pommes de terre, les engrais, les sables, les graviers, etc., qui s'expédient par lots importants et presque exclusivement par wagons complets, on a généralement adopté, pour cette catégorie de wagons, une limite de tonnage qui n'est pas inférieure à 10,000 kilogrammes (sauf pour quelques wagons anciens), et qui atteint les chiffres de 12,000, 13,000, 15,000 et 20,000 kilogrammes sur les réseaux des chemins de fer méridionaux de l'Italie, de l'État belge, de Kharkov-Nicolaïev, de Bulgarie, de Paris-Lyon-Méditerranée, de l'Est et du Nord français.

Dans certains cas, la nature du trafic a conduit, non plus à l'augmentation du tonnage, mais à celle du cube utilisable, et nous avons vu que l'État belge construit, pour le transport du coke, des wagons d'un cube utilisable de 22.8 mètres cubes, et que le Nord français possède, pour le même transport, des wagons-tombereaux de 24 mètres cubes, ainsi que des wagons-tombereaux de 17.7 mètres cubes destinés aux transports de laines.

Les marchandises à transporter dans les wagons couverts peuvent, par leur nature, exercer une influence sur la détermination soit du tonnage, soit du cube à donner au wagon.

Dans le premier cas, se trouvent les produits tels que les laines, les sucres, les ciments, les farines, etc., toutes marchandises de forte densité, mais craignant la mouille et ne pouvant, dès lors, être chargées dans des wagons découverts.

Sur les réseaux où ces produits s'expédient presque exclusivement par lots impor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tants, on a trouvé un avantage certain à adopter, comme pour toutes les marchandises pondéreuses, un matériel de fort tonnage.

Dans le second cas se trouvent, par exemple, les laines peignées et déchets de laine, les denrées alimentaires, les fruits et légumes ou les objets qui ne peuvent se gerber dans les wagons, tels que les ustensiles de ménage, les articles de poêlerie.

On a été conduit, dans la plupart des cas, à accroître à la fois le tonnage et le cube utilisable des wagons couverts, en adoptant, suivant la nature spéciale du trafic du réseau considéré, des tonnages inscrits de 10 tonnes au moins, avec un cube utilisable d'au moins 30 mètres cubes, mais dépassant fréquemment ce chiffre pour aller jusqu'à 12, 15 et 20 tonnes avec des cubes s'élevant respectivement à 35, 40 et 45 mètres cubes environ.

Les wagons plats de types courants étant destinés à se prêter soit au transport de matières très lourdes, telles que les pierres, les pavés, les fontes, soit à celui des matières de faible densité, telles que les pailles, les fourrages, la nature du trafic a conduit généralement à adopter une forte condition de tonnage en même temps qu'une grande surface de plancher.

Les wagons propres à des transports spéciaux, longs bois, longs fers, en particulier, doivent encore davantage répondre aux deux desiderata de fort tonnage et de grande superficie.

Aussi, constatons-nous que sur tous les réseaux, on a donné à ces wagons (sauf pour quelques types très anciens de 8 tonnes) un tonnage inscrit d'au moins 10 tonnes, mais s'élevant fréquemment à 15, 20 et 25 tonnes, et même, pour les transports spéciaux, à 35 tonnes, avec des superficies de plancher de 15 à 25 mètres carrés; les transports d'objets de grande longueur ont conduit, en outre, à l'adoption d'un type de matériel à bogies.

Pour les wagons de types exceptionnels, destinés à répondre à des besoins tout à fait spéciaux, les conditions d'établissement sont encore plus étroitement subordonnées à la nature particulière du trafic auquel le wagon considéré doit être affecté.

Cependant, les objets de dimensions ou de poids exceptionnels étant devenus d'un emploi beaucoup plus courant que par le passé, en raison des progrès réalisés dans la métallurgie et la construction, les aciéries produisant, par exemple, couramment des lingots d'acier pesant 40 tonnes, et les usines métallurgiques des pièces atteignant 30 mètres de longueur, il se manifeste une tendance marquée à augmenter le plus possible la puissance de ces wagons.

En ce qui concerne les wagons appartenant à des particuliers, wagons-citernes par exemple, nous avons déjà constaté la progression générale des intéressés à faire construire du matériel de capacité augmentée.

L'existence de courants de transport exerce une influence considérable sur le choix du type de matériel à adopter.

Pour que la création de matériel de grande capacité soit justifiée, il faut que l'on ait à desservir de grands courants de transport, tels que ceux auxquels peuvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donner lieu la houille, les produits métallurgiques, les bois, les céréales, les ciments, les sucres, etc. Et encore, sera-t-il nécessaire de tenir compte des usages commerciaux au point de vue des coupures de ventes pour déterminer la capacité à donner; il faudra aussi se préoccuper de l'existence de courants de trafic en sens inverse, justifiant l'emploi de grands wagons, faute de quoi on serait exposé à perdre en partie, par la mauvaise utilisation du matériel au retour, les avantages obtenus à l'aller.

Dans certains cas, la nature des courants de transport pourra conduire à la création de types de matériel tout à fait spécialisés et différents de ceux qu'on serait conduit à adopter en se basant uniquement sur les conditions générales : ainsi le rapport de Mr Oliver montre que si en Australie, on voulait substituer, d'une façon générale, les wagons de grande capacité au matériel actuel, l'effectif du matériel serait insuffisant pour répondre aux demandes formulées dans les différentes stations.

En général, les transports par charges complètes ont une importance assez considérable sur les réseaux envisagés. Cependant, il ne faut pas négliger les expéditions des colis de détail, et les administrations consultées sont, en général, opposées à l'adoption de wagons de grande capacité pour ces expéditions, en raison des difficultés de manutention ou de bonne utilisation du matériel. Cependant, dans certains cas particuliers, lorsqu'il existe des courants de marchandises de détail assez importants, on peut se servir de wagons de grande capacité. C'est ainsi, par exemple, que sur le réseau de la Compagnie du Nord français, il y a des transports constants de tissus qui s'effectuent au départ de certains centres de fabrication tels que Roubaix, Tourcoing. Ces transports sont suffisants pour justifier l'emploi de wagons de grande capacité.

Il est enfin de la plus haute importance de tenir compte des usages commerciaux et des questions de tarifs dans la détermination de la capacité à donner au matériel, si l'on ne veut pas s'exposer à de graves mécomptes. Il ne servirait à rien, en effet, de construire des wagons de grande capacité, si les coupures qui figurent dans les tarifs et qui correspondent généralement aux usages commerciaux qui les ont dictées, ne répondaient pas aux limites adoptées pour les wagons; on n'aboutirait ainsi qu'à une mauvaise utilisation du matériel. Il faut aussi déterminer la capacité du matériel nouveau, de façon à éviter les difficultés de taxation, surtout pendant la période de transition, pour le cas où le nombre de wagons de grande capacité étant encore insuffisant, on serait amené à fournir, au lieu d'un wagon de grande capacité, deux wagons de faible capacité.

Pour ces divers motifs, il convient en général d'adopter pour la capacité des wagons nouveaux un chiffre qui soit multiple du tonnage des wagons anciens. Les rapports de Mrs de Marx et Loree font ressortir les difficultés auxquelles on se heurte lorsqu'on construit des wagons de grande capacité sans se préoccuper de la capacité des wagons anciens.

A ce point de vue, il convient de remarquer que le wagon de 20 tonnes paraît

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

répondre mieux à ce desideratum que le wagon de 15 tonnes, attendu que le tonnage de 15 tonnes n'est multiple que de 3 tonnes, coupure tout à fait exceptionnelle dans les tarifs, ne s'appliquant qu'à certaines marchandises légères, telles que les emballages vides et les fûts vides, et de la coupure de 5 tonnes, tandis que le wagon de 20 tonnes a une capacité multiple des coupures de 4 tonnes, de 5 tonnes et de 10 tonnes qu'on trouve très souvent dans les tarifs.

En choisissant des limites judicieuses, on pourra donc assurer une bonne utilisation du matériel et, en même temps, intéresser le public aux avantages qui en résultent par des réductions de tarifs.

On peut évidemment admettre d'autres solutions, à titre d'expédient, lorsqu'on veut simplement augmenter, par des modifications de détail, la capacité du matériel existant; mais, toutes les fois qu'on sera amené à construire du matériel nouveau, il y aura avantage, comme je viens de le dire, à adopter un type qui soit multiple du matériel existant. Ainsi, lorsqu'on a le matériel de 10 tonnes, qui est, en somme, le plus répandu, l'adoption du wagon de 20 tonnes constituera un gain au point de vue commercial, tant qu'on s'en tiendra au matériel à deux ou à trois essieux, à l'exclusion du matériel à bogies.

Pour le matériel à bogies, la même conclusion s'impose, mais on sera évidemment conduit à adopter d'autres limites supérieures à 20 tonnes, et nous voyons, en effet, les chemins de fer américains adopter des capacités de 50, de 60 tonnes et même davantage.

Telles sont, Messieurs, les considérations qu'on peut développer, au point de vue commercial, en ce qui concerne les wagons de grande capacité.

M^r le Président. — Messieurs, nous devons des remerciements sincères à Mrs Biard et Schœller, tant pour leur rapport que pour la peine qu'ils ont prise de nous en exposer le contenu.

Quant aux conclusions, nous n'avons que l'embarras du choix. Nous avons d'abord le projet de Mr Loree, dont voici les conclusions :

« Les avantages obtenus par l'emploi des wagons de grande capacité et la réduction de la longueur des trains, pour un tonnage donné, qui en est la conséquence, sont les suivants :

« 1° Les résistances dues au frottement et à l'air atmosphérique sont atténuées, et la charge, étant rapprochée davantage de la locomotive, peut être remorquée plus facilement; l'augmentation du tonnage résultant de la diminution du nombre de wagons est indiquée graphiquement par le diagramme (fig. 2);

« 2° Il faut un moins grand nombre de wagons et de locomotives pour le transport d'un tonnage donné. Par suite, l'intérêt du capital engagé et les frais de traction diminuent, et le mouvement de wagons vides, en sens contraire du trafic par grands chargements, devient moindre;

« 3° La nécessité d'augmenter la capacité des voies principales, des voies de gares à marchandises et des ateliers est évitée et, en même temps, les frais de manœuvre sont réduits;

« 4° Une grande économie de salaires résulte de la réduction du nombre de trains. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons, en second lieu, le projet de conclusions de Mr de Marx :

« Les wagons de fort tonnage offrant des avantages tant aux administrations de chemins de fer qu'aux particuliers, il y a lieu d'en favoriser l'emploi dans la plus large mesure possible. »

En troisième lieu, nous avons les conclusions proposées par Mrs Biard et Schœller :

« 1° L'augmentation de la capacité du matériel est avantageuse au point de vue technique;
« 2° Les considérations d'ordre commercial particulières à chaque réseau permettent seules de décider s'il convient de procéder à cette augmentation et de fixer les limites à adopter dans chaque cas. »

Mr Owens est d'avis que « sauf dans des circonstances exceptionnelles, la capacité la plus économique des wagons à marchandises est, dans les conditions actuelles des chemins de fer et étant donnés les usages du commerce anglais, celle qui est aujourd'hui généralement adoptée », c'est-à-dire la capacité de 7 à 10 tonnes.

Enfin, Mr Oliver termine son exposé en disant :

« On peut conclure de ce qui précède que, dans la construction de wagons à marchandises destinés aux usages ordinaires, il faut chercher tout d'abord à avoir un véhicule pour lequel on puisse obtenir, à toutes les époques de l'année et dans les deux sens, une charge se rapprochant dans une mesure raisonnable de sa capacité maximum de transport, et que les conditions actuelles du trafic sur les chemins de fer australiens sont en faveur du maintien d'une proportion importante de wagons d'une capacité de 6 à 10 tonnes (6.096 à 10.160 tonnes métriques), cette dernière répondant au type adopté dans la Nouvelle-Galles du Sud et la colonie de Victoria. »

Mr Albert Sartiaux, Ch. de f. du Nord français. — Messieurs, il me semble que les conclusions de Mrs Biard et Schœller sont la sagesse même. Ils nous disent que l'emploi des wagons de grande capacité et de fort tonnage est une question d'espèce. C'est absolument vrai.

La question de l'emploi des wagons de grand tonnage est une question extrêmement complexe. Ce n'est pas seulement une question technique, c'est également une question commerciale au premier chef. Or, le commerce a précisément des lois et des habitudes tout à fait différentes, suivant les circonstances et les cas, et il n'est pas possible de traiter de la même manière deux réseaux ayant des trafics absolument différents, l'un ayant, par exemple, un trafic de houille considérablement développé dans des directions bien indiquées, l'autre ne transportant pour ainsi dire que des marchandises de détail de grande valeur et de faible poids. Il faut donc absolument se résoudre à ne voir là qu'une question d'espèce.

Il est bien évident qu'au seul point de vue technique, l'emploi de wagons de grande capacité a une série d'avantages incontestables et il n'est pas besoin de le dire. Il n'y a qu'un inconvénient : c'est le service des gares. Si, par exemple, on emploie des wagons de grande capacité qui ne tournent pas sur les plaques des petites stations, on arrive à des opérations des plus difficiles et des plus dispendieuses. Il y a des réseaux sur lesquels les manœuvres se font au moyen de plaques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et non au moyen d'aiguilles. Ainsi, sur le Nord, où nous dégageons le matériel en utilisant des plaques, il est absolument indispensable que les wagons puissent tourner sur ces plaques; si nous adoptions des wagons de grande capacité ne tournant pas sur nos plaques habituelles, nous devrions refaire tout le réseau du Nord et dépenser peut-être 500 millions. Il y a donc, même au point de vue technique, des réserves à faire, et j'appuie le texte proposé par Mrs Biard et Schœller qui fait de la question du tonnage des wagons une question d'espèce.

Mr Souschinsky, Ministère des voies de communication, Russie. — Nous sommes occupés à chercher un type de wagon de 25 tonnes, et il faut espérer que nous y arriverons sans devoir recourir aux bogies. Nous avons chez nous quelques voitures de 12 mètres de longueur avec des essieux mobiles nommés en allemand *Lenkachsen*. Ces voitures sont en service depuis quelques années et elles ont toujours donné satisfaction. Pour les wagons de grand tonnage, je pense qu'il y a lieu d'employer des essieux avec des fusées plus longues, de manière à éviter le chauffage.

Je demande donc qu'il soit inséré dans les conclusions qu'il y a lieu d'étudier un type de wagon sans bogies.

Mr le Président. — Il semble résulter des échanges de vues qui viennent d'avoir lieu, que la section partage l'opinion de Mr Sartiaux au sujet des conclusions présentées par Mrs Biard et Schœller.

De toutes parts. — Oui, oui.

Mr le Président. — Je vais donc mettre ces conclusions aux voix.

Mr Heurteau, Ch. de f. de Paris à Orléans. — A mon avis, le 1° des conclusions devrait être modifié légèrement.

Ainsi que Mr Sartiaux l'a dit, l'augmentation de la capacité du matériel n'est pas toujours avantageuse au point de vue technique et notamment pour les manœuvres dans les gares.

Je propose donc de remplacer les mots « au point de vue technique » par ceux de « à certains points de vue » ou « au point de vue du poids mort ». (*Adhésion.*)

Mr Albert Sartiaux. — L'observation de Mr Heurteau est exacte. Il faudrait peut-être ajouter « les considérations d'exploitation technique et commerciale ». (*Nouvelle adhésion.*)

Mr Sauvage, *secrétaire principal.* — Au deuxième paragraphe.

Mr le Président. — Le bureau propose de rédiger les conclusions de la manière suivante, en y introduisant le principe des amendements de Mrs Heurteau et Sartiaux.

« 1° L'augmentation de la capacité du matériel présente des avantages certains au point de vue technique;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« 2° Les considérations d'exploitation technique et commerciale particulières à chaque réseau permettent seules de décider s'il convient de procéder à cette augmentation et de fixer les limites à adopter dans chaque cas. »

— Adopté.

— La séance est levée à 11 heures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 27 septembre 1900 (après-midi).

PRÉSIDENCE DE Mr ALFRED PICARD.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : Mr L. WEISSENBRUCH.

Mr **Sauvage**, *secrétaire principal de la 2e section*, donne lecture du

Rapport des 2e et 3e sections réunies.

(Voir *Bulletin* quotidien de la session, n° 9, p. 9.)

« Mr BIARD donne un résumé de l'exposé qu'il a rédigé sur la question avec Mr SCHOELLER. Il examine spécialement le côté technique du sujet.

« L'étude actuelle est plus générale que celle qui a été faite au précédent Congrès, où l'on avait plus spécialement examiné la question du poids mort des véhicules.

« Les tableaux des rapports mettent en lumière l'évolution assez générale qui s'est produite depuis 1889 au point de vue de l'augmentation de capacité des wagons. En Europe, on a construit de plus en plus des wagons-tombereaux portant 12, 15 et même 20 tonnes. On commence même à y essayer les wagons de 30 tonnes.

« En même temps, la capacité des caisses a été augmentée.

« On constate une augmentation analogue du tonnage des wagons couverts et des wagons plats.

« Cette augmentation de tonnage s'est produite non seulement par construction de véhicules neufs, mais aussi par transformation du matériel existant. Cette transformation est facile et peu coûteuse, surtout quand il s'agit seulement du tonnage. L'augmentation du volume des caisses, moins facile, est plus rarement pratiquée sur le matériel ancien. Dans les constructions neuves, on s'est parfois également contenté d'augmenter le tonnage, mais souvent aussi on transforme complètement le type pour lui donner une capacité plus grande.

« Au point de vue technique, Mr BIARD voit surtout des avantages à cette évolution du matériel : la proportion du poids mort à la charge utile transportée diminue; le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prix de construction rapporté à la charge et les dépenses d'entretien diminuent également.

« En général, les modifications d'ateliers nécessitées par cette transformation ont été insignifiantes. L'augmentation du tonnage ne paraît pas avoir augmenté le nombre d'incidents, tels que chauffages de boîtes, ruptures d'attelages. L'augmentation de diamètre des fusées semble bien augmenter le travail du frottement, mais les expériences faites à ce sujet montrent que, malgré le travail ainsi perdu, le travail rapporté à la charge utile est diminué.

« Dans les gares et embranchements particuliers, on n'a pas eu, en général, de grandes modifications d'installation à faire; mais la manutention est facilitée par l'augmentation du tonnage.

« Sur l'Est, notamment, on a constaté que la charge moyenne effectivement transportée par wagon augmente depuis quelques années.

« En résumé, au point de vue purement technique, l'augmentation de la capacité du matériel paraît avantageuse, puisqu'il en résulte :

« Une réduction sensible du prix de premier établissement rapporté à l'unité de capacité (tonne, mètre cube ou mètre superficiel);

« Une réduction correspondante des dépenses d'entretien;

« Une diminution probable de résistance totale à la traction;

« Une réduction sensible du poids mort;

« Une meilleure utilisation des installations des gares, une plus grande facilité dans les opérations de manœuvres et de manutention;

« Différents avantages au point de vue du service des trains, sans qu'il se soit produit une recrudescence d'incidents de service ou d'avaries diverses au matériel.

« Mr Biard fait ensuite l'analyse des exposés de Mr de Marx, de Mr Loree, de Mr Oliver et de Mr Owens.

« Mr de Marx arrive à peu près aux mêmes conclusions que Mrs Biard et Schoeller.

« Aux États-Unis, le tonnage des wagons a été progressivement en croissant; il atteint aujourd'hui, dans certains cas, 50 tonnes.

« Mr Schoeller analyse les exposés au point de vue commercial. Dans bien des cas, on trouve avantage aux grands tonnages et aux grandes surfaces de plancher. On doit, d'ailleurs, remarquer que les transports dits exceptionnels, tels que des pièces pesant 40 tonnes, par exemple, deviennent de plus en plus fréquents.

« Il faut tenir compte, bien entendu, du sens et de la nature des grands courants de transport et des usages commerciaux de chaque région. Les expéditions de détail sont souvent assez nombreuses et, en général, la plupart des administrations donnent la préférence à des wagons de petite capacité pour cette nature de transports, sauf dans certains cas exceptionnels.

« On doit enfin tenir compte de la nature des tarifs. Il est intéressant, à ce point de vue, d'adopter pour la capacité des wagons nouveaux, un multiple simple de la capacité des wagons anciens, par exemple 20 tonnes au lieu de 10 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Mr le Président de la 2e section donne lecture des conclusions proposées par Mr Loree (p. 328 de son rapport) (1), par Mr de Marx (p. 12 de son rapport) (2), par Mrs Biard et Schoeller (p. 195 de leur rapport) (3), toutes favorables aux wagons de grande capacité. D'autre part, les conclusions de Mr Owens (p. 259) (4) pour l'Angleterre et de Mr Oliver (p. 270) (5) pour l'Australasie seraient plutôt favorables au maintien de l'état actuel.

« Mr Souschinsky (*gouvernement russe*) signale l'emploi, en Russie, de wagons avec empattement de 9 mètres portant sur quatre essieux convergents, sans bogies.

« Mr A. Sartiaux (*Nord français*) appuie les conclusions de Mrs Biard et Schoeller.

« Sur l'observation de Mr Heurteau (*Orléans*), une légère modification est apportée à ces conclusions, qui sont adoptées sous la forme suivante. »

Mr le Président. — Voici les

CONCLUSIONS.

« 1° L'augmentation de la capacité du matériel présente des avantages certains au « point de vue technique;

« 2° Les considérations d'exploitation technique et commerciale particulières à « chaque réseau permettent seules de décider s'il convient de procéder à cette « augmentation et de fixer les limites à adopter dans chaque cas. »

— Ces conclusions sont ratifiées par l'assemblée plénière.

---

(1) Voir *Bulletin du Congrès des chemins de fer*, n° 8, août 1900 (1er fasc.), p. 5274.
(2) — — — n° 2, février 1900 (2e fasc.), p. 538.
(3) — — — n° 3, mars 1900, p. 835.
(4) — — — n° 4, avril 1900 (1er fasc.), p. 1145.
(5) — — — n° 6, juin 1900 (2e fasc.), p. 3420.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE

Errata à l'exposé n° 3 par Mr de Marx.

Page XVIII-37 du tiré à part n° 11 et du Compte rendu (page 563 du *Bulletin* de 1900), 8e ligne du haut, *au lieu de :* « 528 », *lisez :* « 5,198 ».

Page XVIII-116 (page 642 du *Bulletin*), les chiffres figurant dans les 12e et 13e colonnes doivent être *biffés*.

Idem, les chiffres renseignés dans la 14e colonne doivent être *reportés* dans la 12e colonne.

Page XVIII-155 (page 681 du *Bulletin*), 6e colonne, 1re ligne du haut, *au lieu de :* « 568,397,686 », *lisez :* « 568,393,686 (*) ».

Idem, *ajoutez* le paragraphe suivant en tête de la colonne d'observations : « (*) Les chiffres de cette colonne ont été établis d'après la formule $\frac{a' + c'}{2}$, parce que l'État autrichien a indiqué les données figurant sous les rubriques a' et c' en essieux-kilomètres et non en wagons-kilomètres comme l'ont fait les autres administrations. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e SECTION. — TRACTION ET MATÉRIEL.

[621.(53)]

QUESTION XIX.

TRACTION ÉLECTRIQUE

(2e ET 5e SECTIONS REUNIES.)

A. *Essais de traction électrique sur les grands chemins de fer.*

B. *Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.*

Rapporteurs :

États-Unis. — Col. HEFT (N. H.), Chief of Electrical Department, New York, New Haven & Hartford Railroad.

Autres pays. — Mrs AUVERT, ingénieur principal du matériel de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, et MAZEN, inspecteur principal du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest français.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION XIX.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Exposé n° 1 (États-Unis), par Mr N. H Heft. (Voir le *Bulletin* d'août 1900, 2e fasc., p. 5805.) . . . . . XIX — 5

Exposé n° 2 (autres pays), par Mrs Auvert et Mazen. (Voir le *Bulletin* de septembre 1900, 1er fasc., p. 6215, et de mars 1901, p. 137.) . . . . . XIX — 135

Discussion en sections . . . . . XIX — 247

Rapport des 2e et 5e sections réunies. . . . . XIX — 270

Discussion en séance plénière . . . . . XIX — 270

Conclusions . . . . . XIX — 273

Annexe : Errata à l'exposé n° 2 par Mrs Auvert et Mazen . . . . . XIX — 274

N. B. — Voir aussi les tirés à part (à couverture brune) nos 59 et 63.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[621.33]

EXPOSÉ N° 1

(États-Unis)

Par N. H. HEFT,

CHEF DES SERVICES ÉLECTRIQUES AU « NEW YORK, NEW HAVEN & HARTFORD RAILROAD », A NEW-HAVEN, CONN.

Afin de réunir les renseignements nécessaires pour pouvoir soumettre au Congrès un rapport assez complet sur la partie *A* de la question qui nous occupe ici (*Essais de traction électrique sur les grands chemins de fer*), le rapporteur a établi, conformément aux instructions de la Commission internationale, un questionnaire qu'il a adressé à toutes les compagnies de chemins de fer à voie normale qui font partie du Congrès.

Dix-sept d'entre elles ont répondu qu'il n'a pas été fait d'essais de traction électrique sur leurs lignes. Les Compagnies du « New York, New Haven & Hartford Railroad », du « Pennsylvania Railroad » et du « Baltimore & Ohio Railroad » ont répondu qu'elles ont expérimenté la traction électrique sur leurs grandes lignes ; on trouvera leur réponses détaillées dans le tableau *A* ci-après.

Des questionnaires analogues à ceux dont il vient d'être parlé ont aussi été adressés à cent chemins de fer économiques ne faisant pas partie du Congrès. Dix-neuf compagnies ont répondu. Nous reproduisons les questions et les réponses, sous la même forme que celles des grands chemins de fer, dans le tableau *B* ci-annexé.

Les conclusions du rapporteur concernant la question de la traction électrique sur les grands chemins de fer sont données ci-après sous forme de réponses succinctes à un certain nombre de questions présentant de l'intérêt pour les compagnies qui examinent l'opportunité d'un changement de la force motrice.

En étudiant la question de la traction électrique appliquée aux chemins de fer

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

économiques, le rapporteur a envisagé tous les chemins de fer : de surface, aériens, suburbains et interurbains, ayant adopté l'électricité comme force motrice.

Dans les conclusions sur cette question, basées soit sur les renseignements recueillis, soit sur son expérience personnelle, le rapporteur fera l'historique des chemins de fer économiques et énumérera les différentes modifications apportées à leur construction et à leur matériel, pour montrer que, partout où il a été fait des améliorations, celles-ci n'étaient pas seulement commandées par la nécessité d'économies commerciales, mais encore indispensables pour satisfaire aux demandes adressées par le public aux compagnies.

Les premiers essais de la traction électrique sur les grandes lignes des chemins de fer à vapeur remontent au commencement de l'année 1895.

Les compagnies furent amenées à procéder à ces expériences par la concurrence des chemins de fer économiques électriques, entraînant une baisse de leurs recettes-voyageurs qui, dans certaines localités, atteignait 80 p. c.

Ces chemins de fer économiques introduisaient dans le problème des transports un facteur nouveau, échappant à l'expérience du personnel dirigeant des chemins de fer à vapeur.

Avec leurs voies posées dans les rues des villes et se prolongeant dans la banlieue et même jusqu'aux villes voisines en suivant les grandes routes et les chemins particuliers, et grâce à leur proximité des maisons privées et des centres d'affaires, à leurs fréquents départs et à leurs tarifs peu élevés, ils avaient fourni la preuve que leur mode d'opérer était beaucoup plus agréable au public que celui offert par les chemins de fer à vapeur; il en était résulté, non seulement une diminution sensible du trafic-voyageurs régulier de ces derniers, mais la création d'un trafic d'excursions qui appartenait en propre aux chemins électriques. Ce double résultat fit reconnaître aux hauts fonctionnaires des chemins de fer à vapeur qu'il leur faudrait adopter la traction électrique pour conserver leur clientèle de voyageurs et pouvoir soutenir la concurrence avec les chemins de fer économiques.

Une autre solution du problème qui se posait a consisté à s'emparer, par voie d'achat, du contrôle de certaines lignes économiques qui paraissaient destinées à faire partie d'un important réseau parallèle. C'est à ce moyen que plusieurs compagnies de chemins de fer à vapeur se sont arrêtées.

M. Charles P. Clark, président de la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », avait, dès 1891, comme le montre son rapport de la même année aux actionnaires, la conviction absolue que le seul moyen efficace de parer à cette concurrence était d'adopter la traction électrique sur les lignes menacées. Il recommanda la transformation, dans ce sens, d'un embranchement, afin de démontrer ce qu'on pourrait obtenir avec la traction électrique sur un chemin de fer à vapeur normal, parcouru par un matériel normal de chemin de fer à vapeur et exploité d'après les règles normales des chemins de fer à vapeur. On voit donc que c'est à lui que revient l'honneur d'avoir songé le premier à l'application de la traction électrique aux chemins de fer ordinaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le réseau du New-Haven diffère de tous les autres chemins de fer importants des États-Unis :

a) Par l'énorme intensité de son trafic-voyageurs;

b) Par la forte proportion pour laquelle les recettes-voyageurs entrent dans le total des recettes;

c) Par la proportion considérable que le trafic local représente dans les recettes-voyageurs;

d) Par la densité de la population dans le territoire desservi par ses lignes;

e) Par la petite superficie de ce territoire, relativement à la longueur kilométrique du réseau.

La Compagnie a transporté près de 61 millions de voyageurs dans le courant de l'exercice finissant au 30 juin 1898, et les recettes du service des voyageurs ont dépassé 17 millions de dollars (85 millions de francs), soit 51 p. c. des recettes de toutes sources. Les moyens de transport réguliers suffiraient pour un nombre de voyageurs d'environ 6 millions, et la population des États de Massachusetts, Rhode Island et Connecticut, où se trouve presque tout le réseau, est de 260 habitants par mille carré (101 par kilomètre carré), c'est-à-dire plus dense que celle de tout autre état ou zone des États-Unis. La carte (fig. 1) permet de se faire une idée de l'enchevêtrement des mailles de ce réseau qui, tout en comprenant près de 3,000 milles (4,828 kilomètres) de voies, peut être parcouru, de New-York à Boston, c'est-à-dire suivant sa plus grande diagonale, en cinq heures.

Le territoire que sillonnent les lignes de la Compagnie comprend les deux grandes villes de New-York et de Boston, avec une riche banlieue de villas et d'habitations de toutes sortes, se rattachant à ces deux centres d'affaires, cinq autres villes importantes avec leur banlieue, et jusqu'à soixante-cinq villes indépendantes d'une plus ou moins grande importance pour des raisons d'industrie ou de résidence.

Par suite du faible espacement des villes situées sur son territoire, le réseau du New-Haven avait sérieusement souffert de la concurrence des lignes économiques. La situation devint tellement grave qu'en novembre 1894, la direction du New-Haven autorisa l'emploi de la traction électrique sur l'embranchement de Nantasket Beach; ce fut le premier exemple de l'application de la traction électrique à un chemin de fer à vapeur normal. L'installation fut terminée le 20 mai 1895.

A la même époque, la Compagnie du « Pennsylvania Railroad », éprouvant les effets d'une concurrence analogue, autorisa, en 1895, son président, M. George B. Roberts, à introduire la traction électrique sur l'embranchement de Bordentown à Mt. Holly, de sa division d'Amboy. Les travaux d'installation furent achevés en juillet de la même année.

En 1895 également, la Compagnie du « Baltimore & Ohio Railroad » termina son tunnel sous la ville de Baltimore, et afin d'obvier aux inconvénients de la fumée et des gaz, inconvénients inévitables avec les locomotives à vapeur, elle décida d'employer la traction électrique sur ses lignes de ceinture et souterraines dans la ville de Baltimore.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

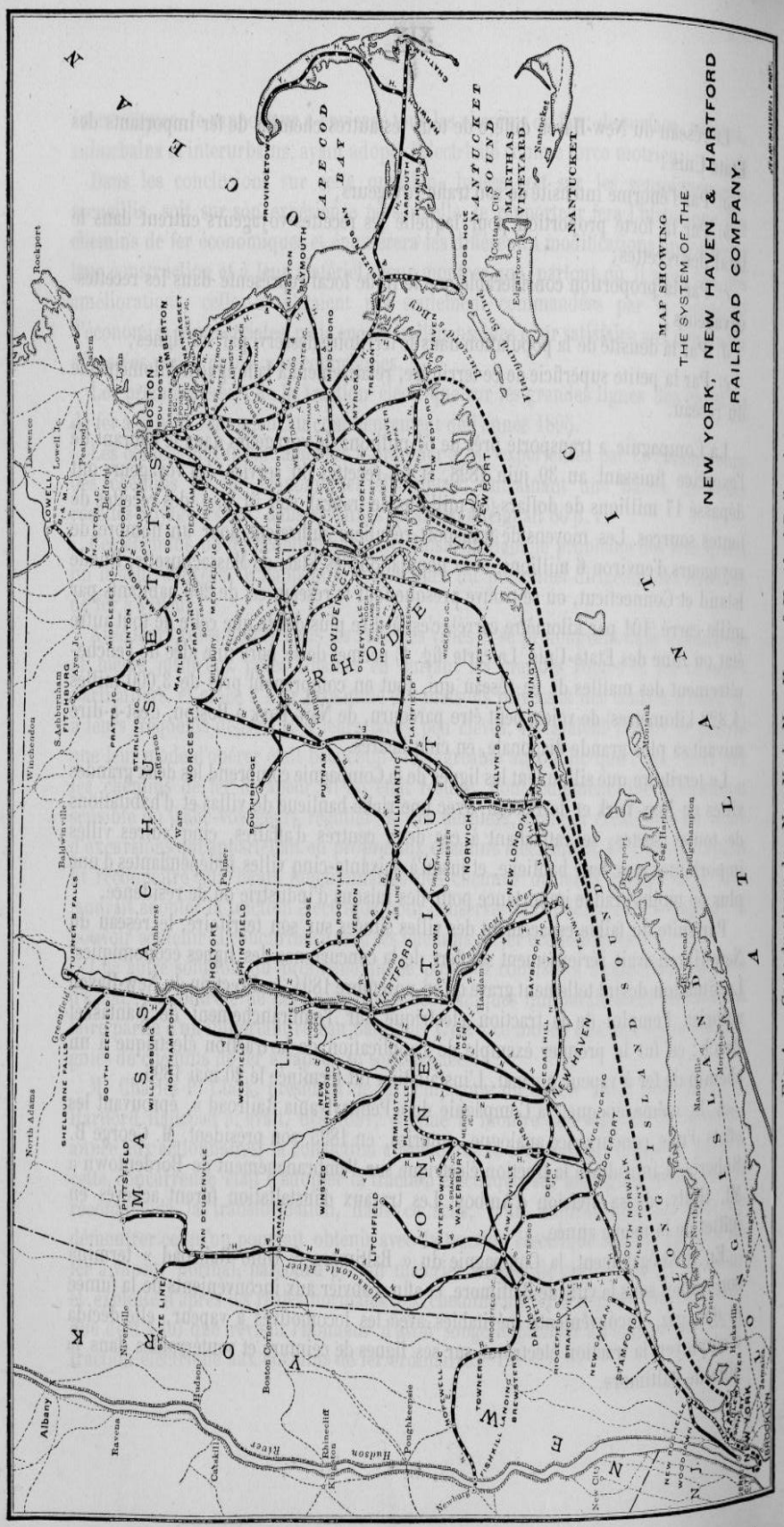


Fig. 1. — Carte du réseau du « New York, New Haven & Hartford Railroad ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

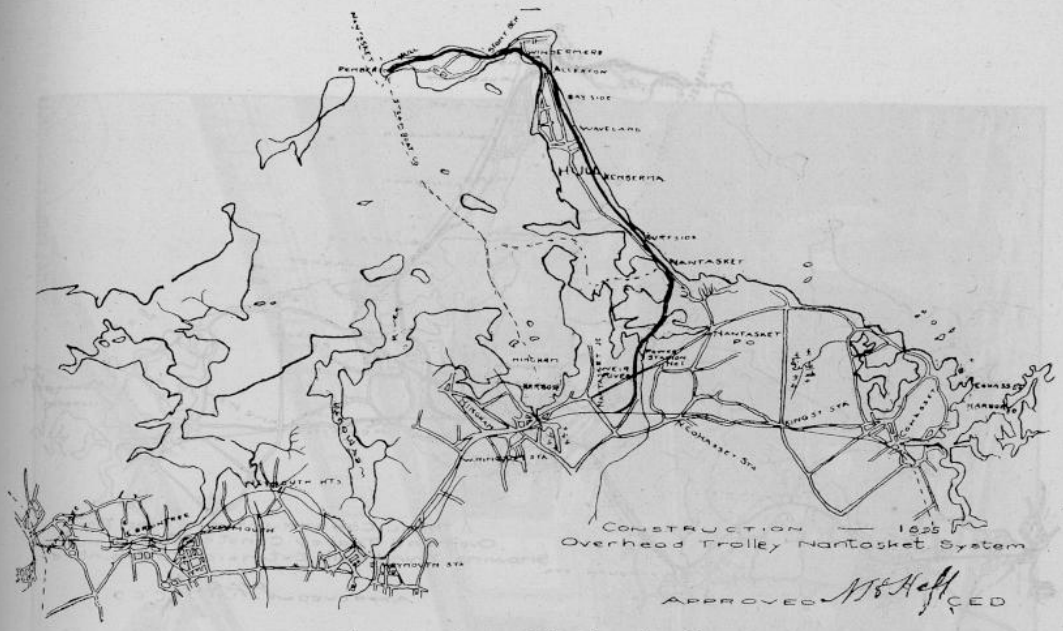


Fig. 2. — Année 1895. Ligne à trolley

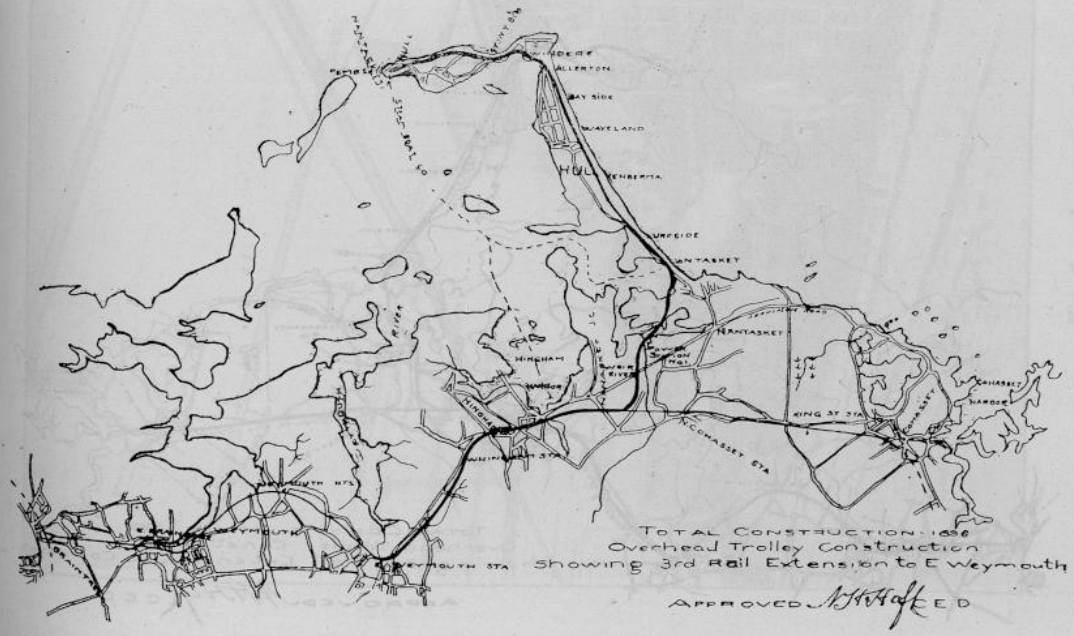


Fig. 3. — Année 1896. Ligne à trolley et ligne à troisième rail jusqu'à East Weymouth.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

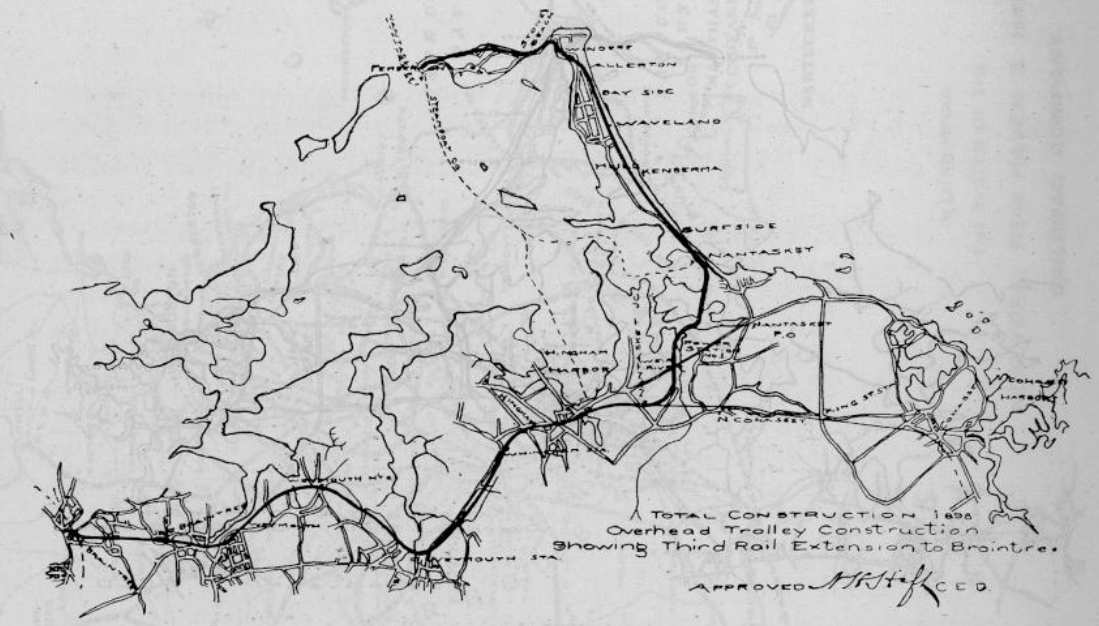


Fig. 4. — Année 1899. Ligne à trolley et ligne à troisième rail jusqu'à Braintree.

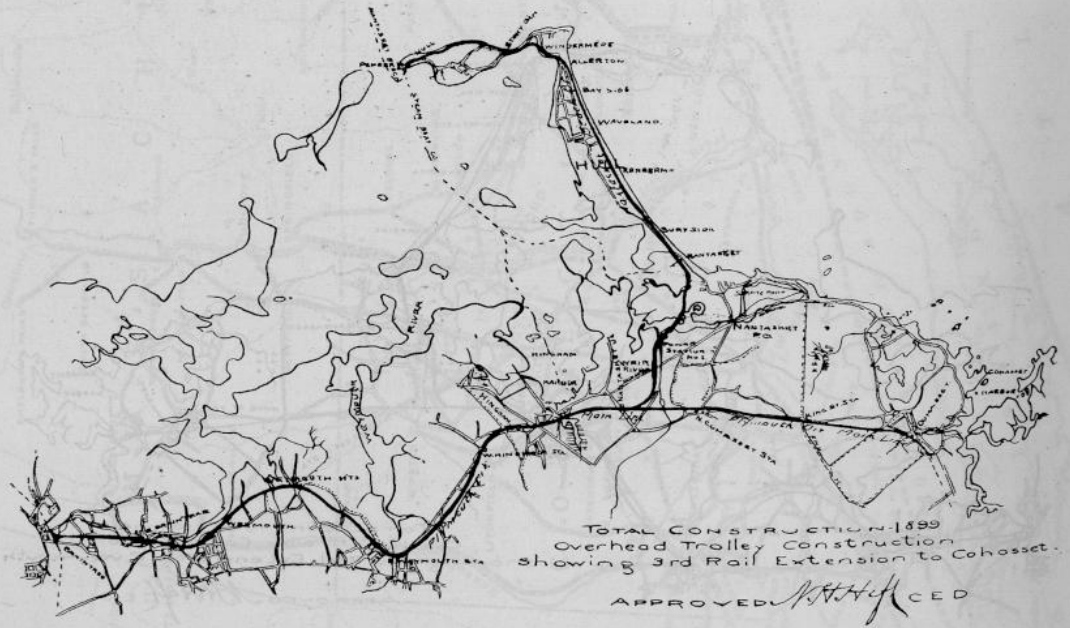


Fig. 5. — Ligne à trolley et prolongement à troisième rail jusqu'à Cohasset.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

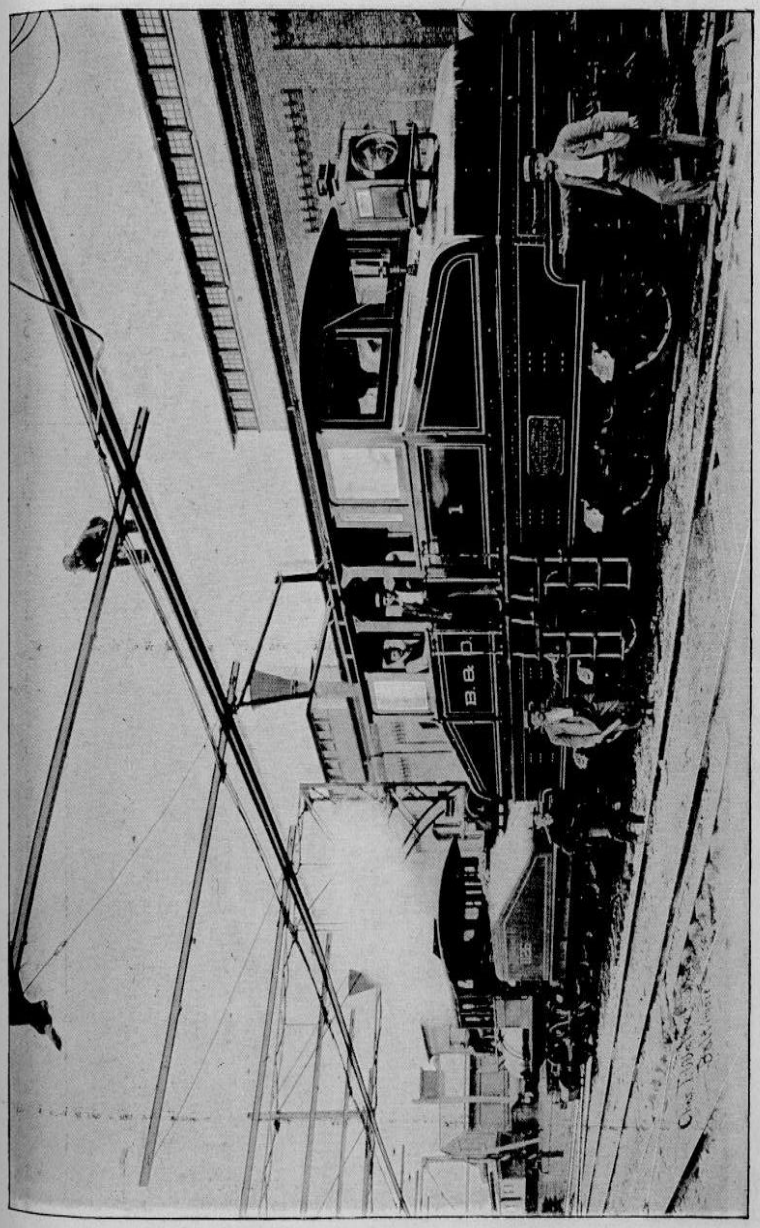


Fig. 6. — Locomotive électrique du « Baltimore & Ohio Railroad ».

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

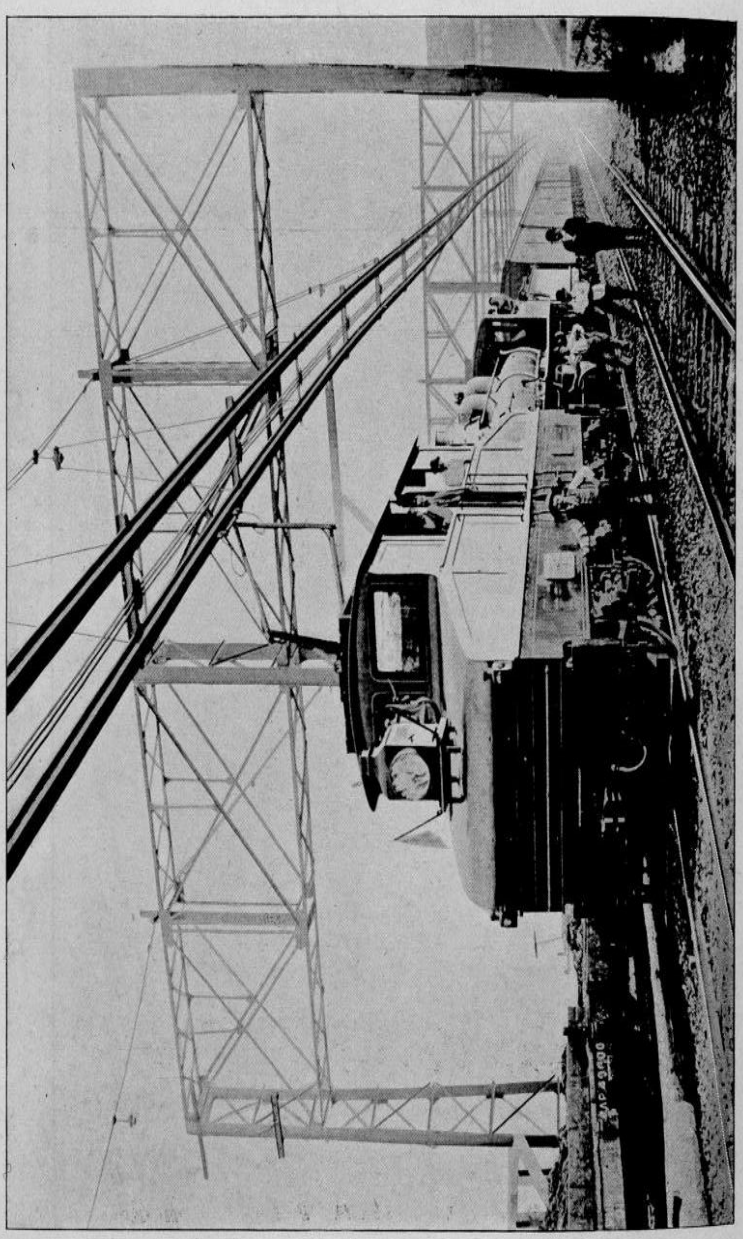


Fig. 7. — Locomotive électrique et construction aérienne, « Baltimore & Ohio Railroad ».

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

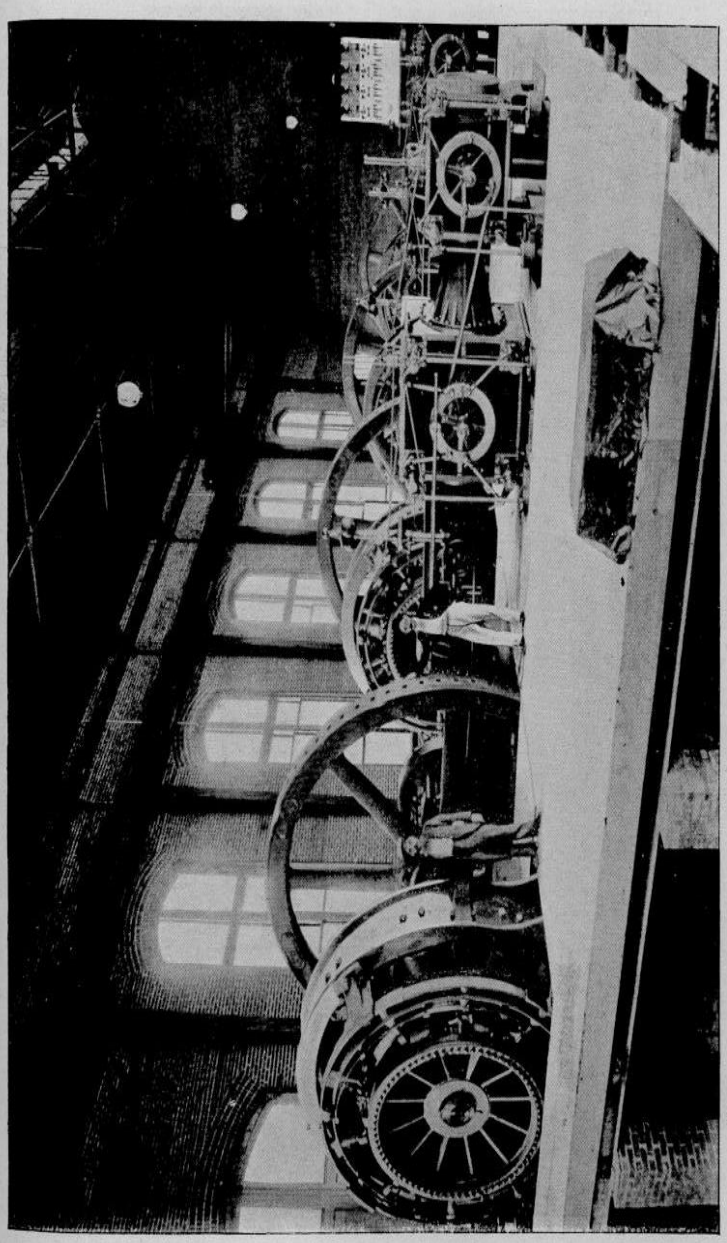


Fig. 8. — Usine du « Baltimore & Ohio Railroad ».

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

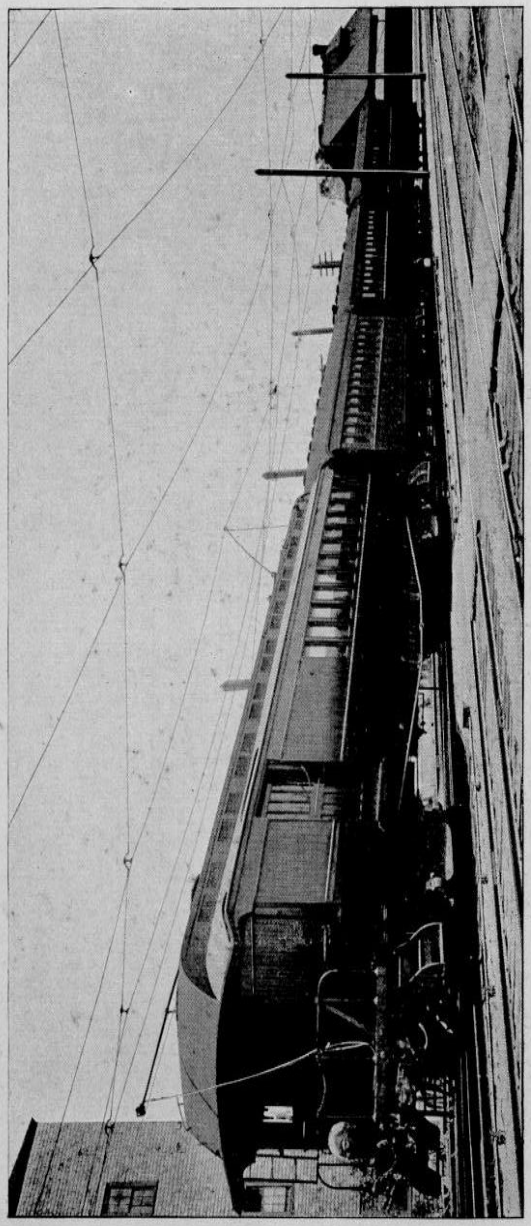


Fig. 9. — Train électrique régulier du « N. Y., N. H. & H. R. R. ».

Imprimé chez P. Weissenbruch

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

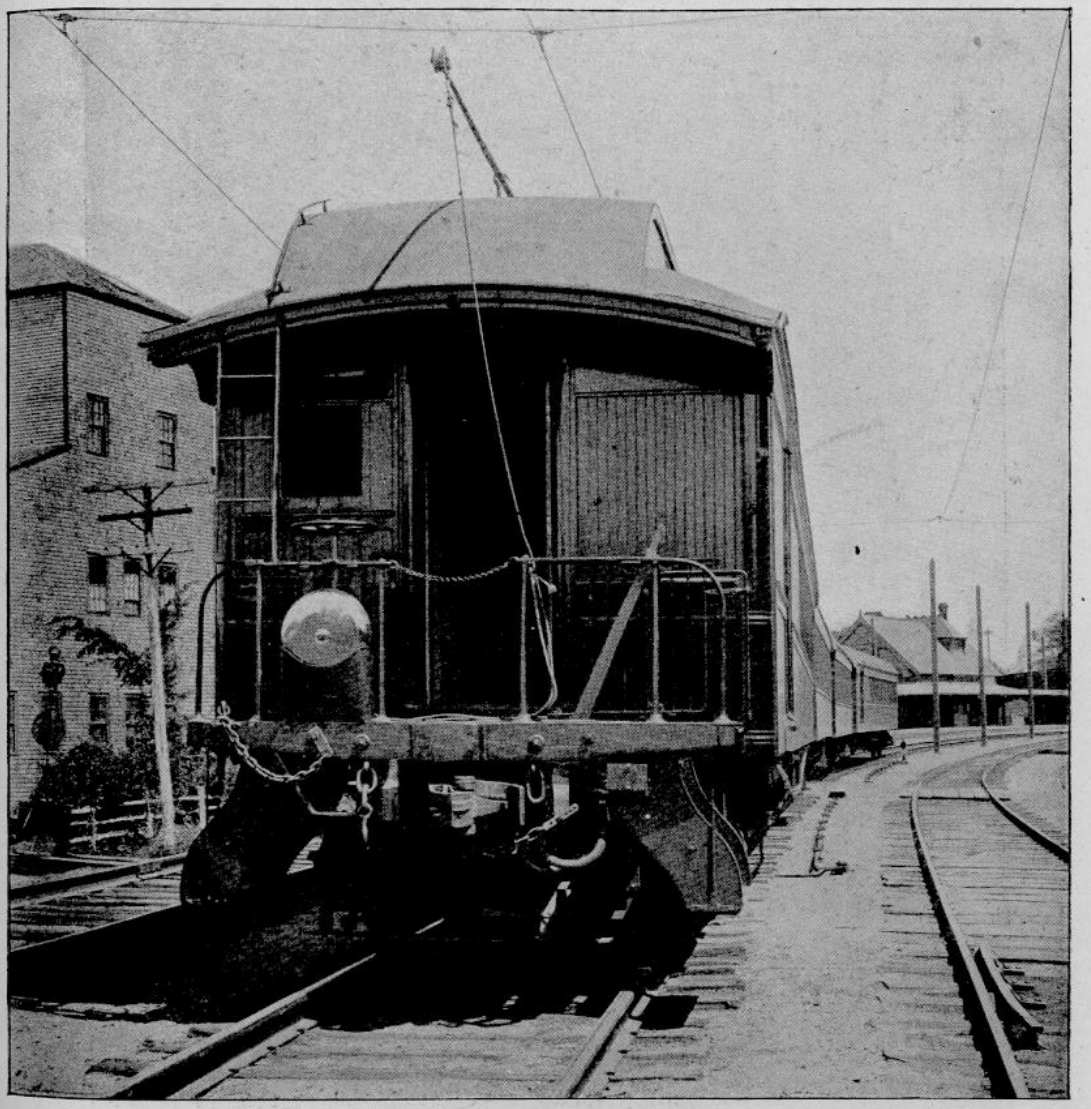


Fig. 10. — Train électrique régulier partant de Cohasset, « N. Y., N. H. & H. R. R. ».

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

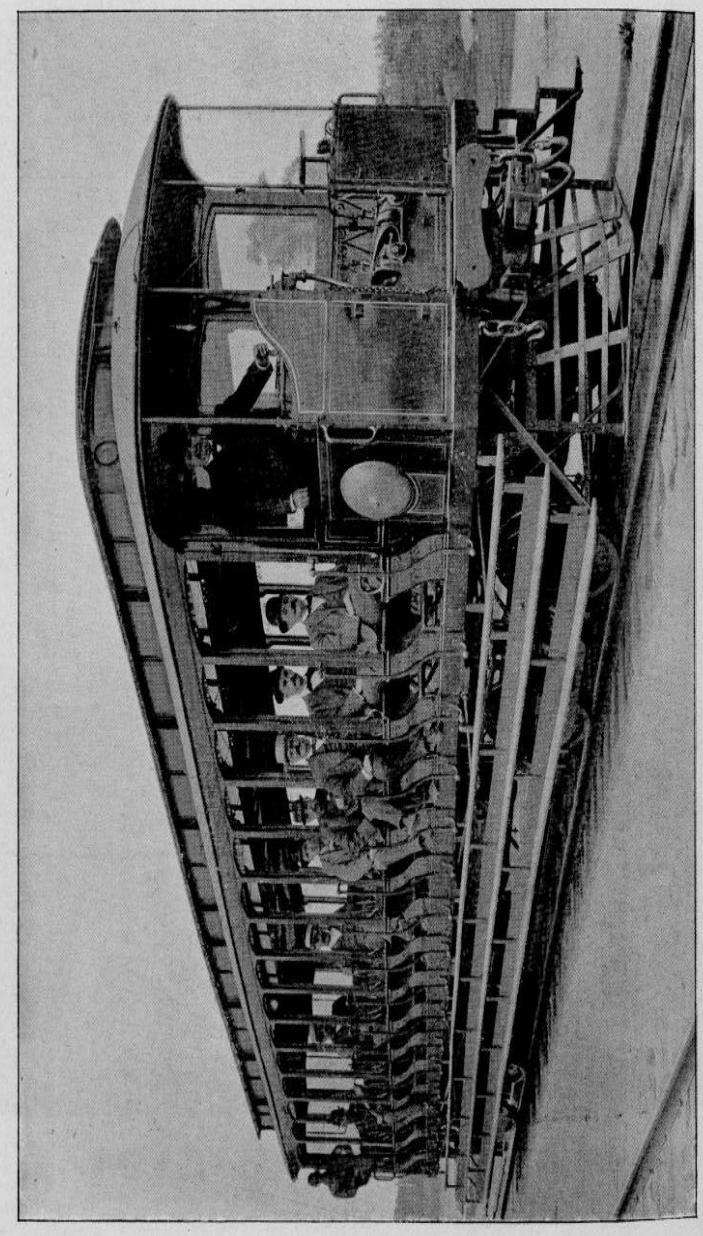


Fig. 11. — Première voiture automotrice sur voie à troisième rail.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

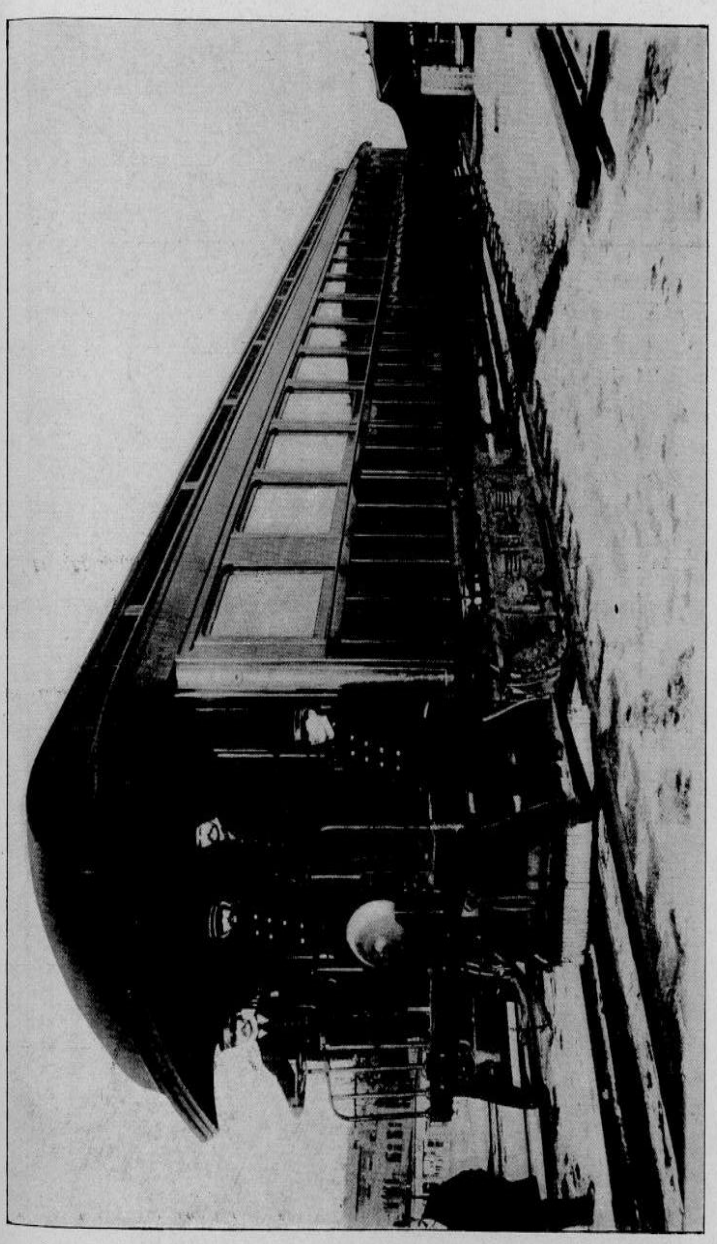


Fig. 12. — Voiture à troisième rail. Ligne de Berlin.

Imprimé chez P. Weissenbruch

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

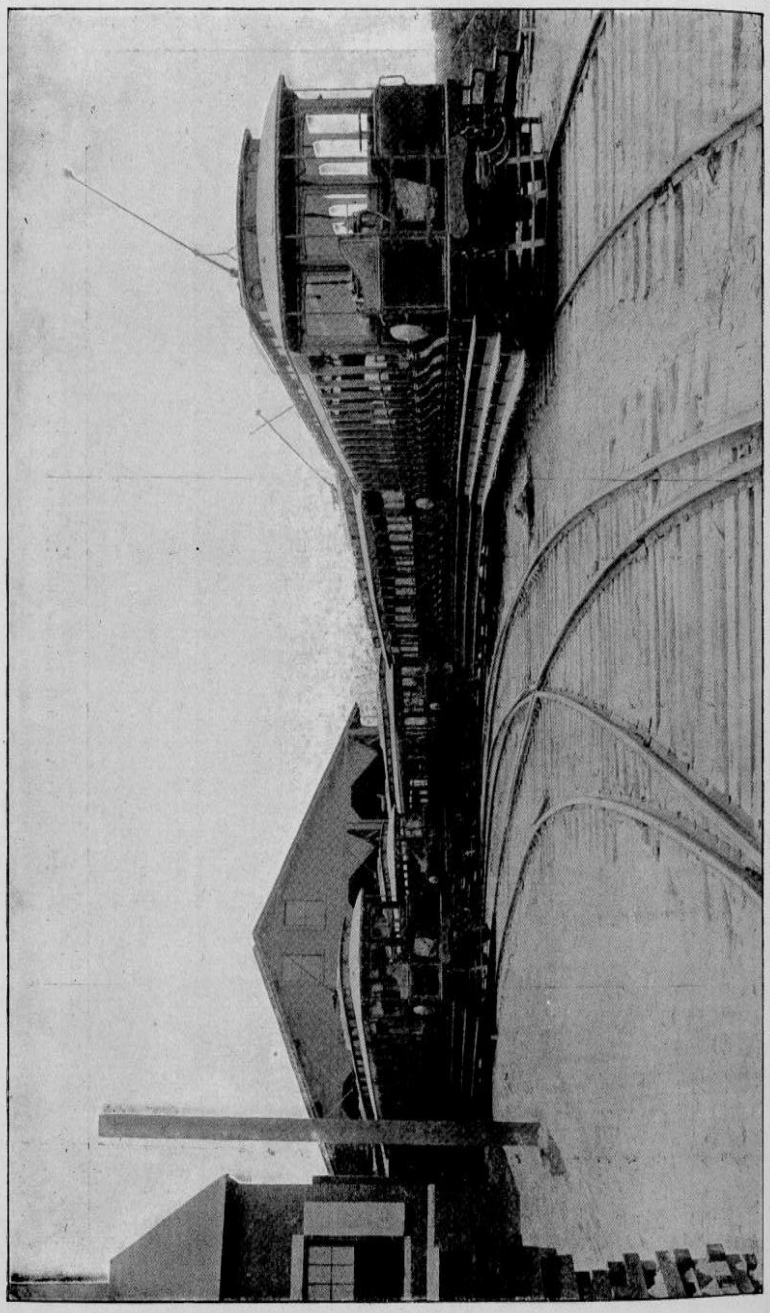


Fig. 13. — Remise des voitures automotrices à Nantasket-Beach Branch « N. Y., N. H. & H. R. R. ».

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Fig. 14. — Train électrique entrant en gare de Stamford. — N. Y., N. H. & H. R. R.

*

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

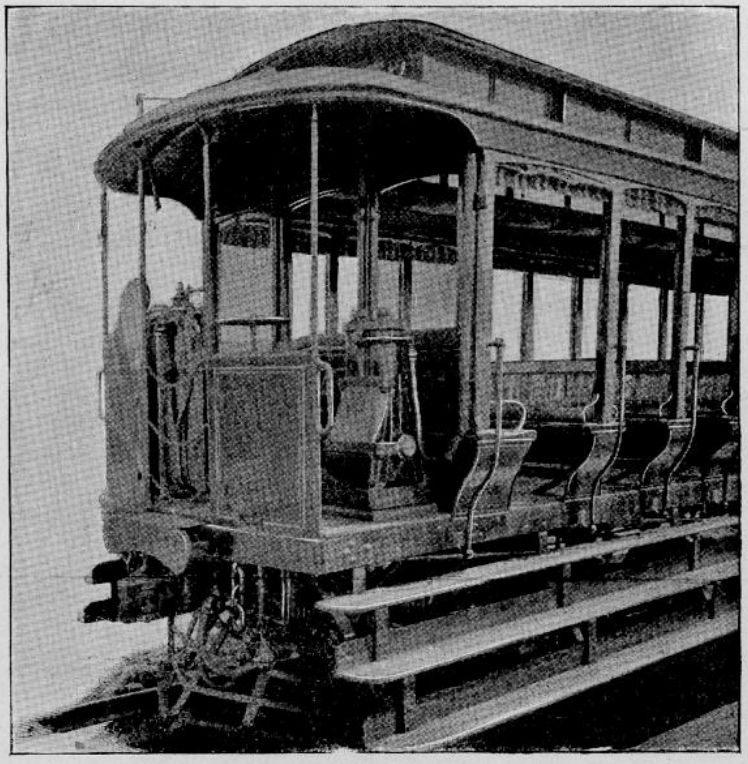


Fig. 15. — Plate-forme de la voiture motrice montrant le compresseur à air, le régulateur (controller et le commutateur.

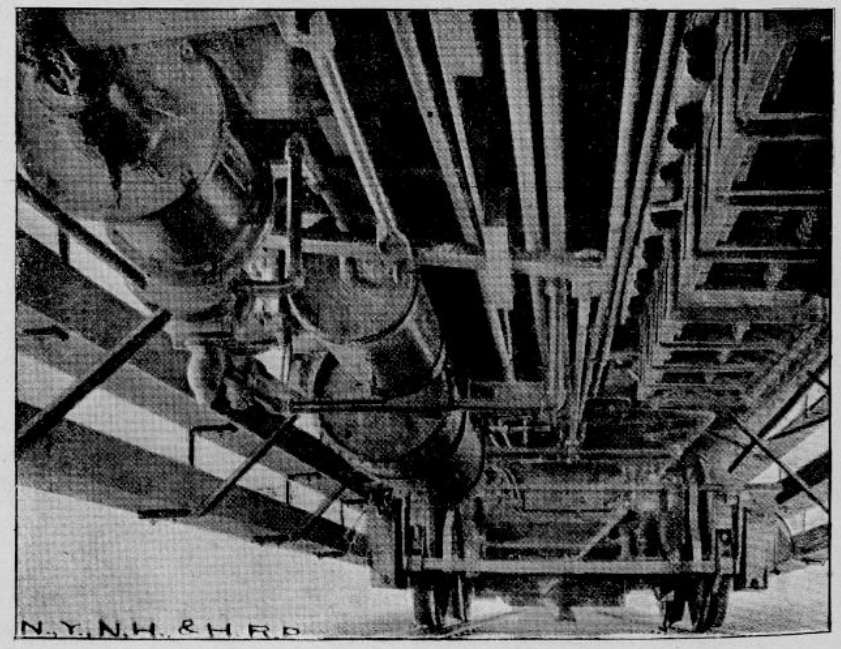


Fig. 16. — Dessous d'une voiture automotrice.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En étudiant l'application de la traction électrique aux grandes lignes, les ingénieurs de chemins de fer se trouvent en présence des questions suivantes, que le rapporteur fait suivre de réponses basées sur l'expérience de différents chemins de fer ayant adopté la traction électrique :

L'électricité peut-elle être substituée à la vapeur comme force motrice sur les grandes lignes des chemins de fer à vapeur ?

Oui. Mais l'opportunité de cette substitution est entièrement subordonnée à la nature du matériel roulant, aux conditions de l'exploitation, à l'emplacement de l'usine de force motrice, à la méthode de distribution de l'énergie, au service des trains et à la répartition de la population sur le territoire desservi.

Une grande ligne peut-elle être exploitée par la traction électrique dans les conditions qui régissent l'exploitation des chemins de fer à vapeur ordinaires ?

Oui. La Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad » exploite par traction électrique : 6.95 milles (11.185 kilomètres) de ligne à double voie, avec trolley aérien, entre Nantasket Junction et Pemberton ; 11.51 milles (18.523 kilomètres) de ligne à double voie, avec troisième rail, entre Braintree et Cohasset ; 3 milles (4.827 kilomètres) de ligne à double voie, avec troisième rail, entre Berlin et New-Britain ; 18.6 milles (29.933 kilomètres) de ligne à voie unique, avec troisième rail, entre Hartford et Bristol ; 8 milles (12.875 kilomètres) de ligne à voie unique, avec trolley aérien, entre Stamford et New-Canaan.

La Compagnie du « Pennsylvania Railroad » exploite 8 milles (12.875 kilomètres) de ligne à double voie, avec trolley aérien, entre Bordentown et Mt. Holly.

La Compagnie du « Baltimore & Ohio Railroad » exploite 4 milles (6.437 kilomètres) de ligne à double voie, avec trolley aérien, dans la ville de Baltimore.

Toutes les lignes énumérées ci-dessus sont exploitées dans les conditions qui régissent la circulation des trains à vapeur sur les autres parties des réseaux respectifs.

a) La vitesse réglementaire a été observée aux époques de grande affluence et de départs fréquents ;

b) Le service des trains a été assuré avec exactitude, et dans une certaine mesure les trains ont pu regagner du temps. (*Voir* annexe III, figures 1 à 23, les diagrammes des parcours d'essai.)

Les mêmes charges de trains peuvent-elles être remorquées par traction électrique ?

Oui. Des trains de même poids ont été remorqués par les trois moyens suivants :

a) En employant des locomotives spécialement étudiées, comme le fait le « Baltimore & Ohio Railroad ». Cette méthode présente des inconvénients. Elle comporte une grosse charge compacte, qui fatigue la voie, et donne un faible rendement lorsque les trains à remorquer sont légers. Lorsque les trains sont peu nombreux ou qu'il s'agit surtout de trains de marchandises, ou lorsqu'il faut assurer un service direct sur une section de grande ligne, comme c'est le cas au « Baltimore & Ohio Railroad », ce système est le plus avantageux. (*Voir* fig. 6 à 8.)

b) En munissant les voitures à voyageurs du type normal de moteurs placés sur l'un ou l'autre bogie ou sur les deux, et en employant ces voitures, en guise de locomotives à remorquer des trains de voyageurs. Ce mode de traction est en usage sur les divisions de Highland et Hartford et de Plymouth, et l'embranchement de New-Canaan, de la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », ainsi que sur l'embranchement de Bordentown à Mt. Holly,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

division d'Amboy, de la Compagnie du « Pennsylvania Railroad ». Lorsque les trains sont nombreux et légers, que la vitesse réglementaire est modérée, et que les stations sont suffisamment espacées pour que l'accélération puisse prendre tout son développement, l'expérience a montré que cette manière d'opérer peut donner des résultats très satisfaisants. La simplicité et le faible coût de premier établissement du système le rendent très avantageux dans ces conditions. (*Voir* fig. 9 à 12, 15 et 16.)

c) En munissant toutes les voitures, ou un certain nombre, de moteurs montés sur des bogies, et en les réunissant en trains conduits par un agent qui se tient sur la première (ou toute autre) voiture motrice. Tel est le cas sur l' « Alley Elevated Railway » à Chicago. Lorsque les conditions de l'exploitation nécessitent l'emploi d'une grande vitesse réglementaire avec de fréquents arrêts, le problème est ramené à une question d'accélération et de freinage. Ces conditions se rencontrent surtout sur les chemins de fer aériens de nos grandes villes.

Les horaires existants peuvent-ils être maintenus ?

Oui. Les trains remorqués par des voitures motrices électriques sur l'embranchement de Nantasket-Beach de la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », pendant l'été de 1897, étaient les plus rapides qui aient jamais circulé sur cet embranchement, et faisaient un service qui n'aurait pas pu être assuré avec des locomotives à vapeur : la preuve en a souvent été faite cette année-là. Les chiffres officiels ci-après donnent les détails de ce service :

Vitesse comparative des trains à vapeur et des trains électriques sur l'embranchement de Nantasket-Beach de la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad ».

	Longueur de la ligne en milles (kilomètres).	Nombre de stations.	Temps de marche.	Vitesse moyenne en milles (kilomètres) à l'heure.
Vapeur (1894). . . .	6.95 (11.185)	10	25 à 35 minutes.	16.7 à 11.9 (26.87 à 19.15)
Électricité (1897) . . .	6.95 (11.185)	16	21 —	19.8 (31.86)

Le nombre de stations peut-il être augmenté sans réduction de la vitesse réglementaire ?

Oui. (*Voir* à ce sujet le tableau A ci-annexé.)

Un train d'un poids donné peut-il être accéléré en moins de temps ?

Oui. Grâce au couple constant développé par les moteurs électriques, une fraction d'au moins 15 p. c. de la charge adhérente est utilisable pour l'effort de démarrage.

Les essais des locomotives électriques du « Baltimore & Ohio », qui pèsent 96 tonnes (87,090 kilogrammes) chacune, ont accusé, sur rail sec, un effort de 60,000 livres (27,200 kilogrammes) sur le crochet d'attelage ; cet effort correspond à un coefficient de traction de plus de 30 p. c. Des essais d'une locomotive à marchandises à vapeur, d'un poids adhérent de 146,000 livres (66,220 kilogrammes), ont accusé un effort maximum sur le crochet d'attelage de 30,000 livres (13,610 kilogrammes), correspondant à un coefficient de traction de 20 p. c., soit les deux tiers de celui obtenu avec les locomotives électriques. D'autres comparaisons des deux types sont données dans l'annexe III, figures 1 à 26.

Une voiture mixte du type normal, en service sur la division de Plymouth de la Compagnie du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« New York, New Haven & Hartford Railroad », munie de quatre moteurs de 175 chevaux chacun, soit 700 chevaux en tout, et pesant, complète, 50 tonnes (45,360 kilogrammes), a développé un effort de 12,000 livres (5,440 kilogrammes) avec une surcharge de 25 p.c. seulement sur les moteurs. En supposant un effort de démarrage de 300 livres par tonne (150 kilogrammes par tonne métrique) de poids du train, cette voiture pourrait atteindre une vitesse de 30 milles (48.3 kilomètres) en dix secondes ; si l'effort de démarrage était de 90 livres (45 kilogrammes) par tonne de poids du train, la même voiture pourrait, en remorquant un train de 130 tonnes (118 tonnes métriques), atteindre une vitesse de 30 milles (48 3 kilomètres) à l'heure au bout de trente secondes. (*Voir* fig. 9 et 10, et les courbes des accélérations.)

Un train composé de voitures dont chacune serait munie de moteurs sur tous ses essieux, et contrôlé d'un point unique, donnerait l'accélération maximum possible, c'est-à-dire celle d'une simple unité à adhérence complète.

Peut-on employer un système efficace de frein ?

Oui. La Compagnie du « Pennsylvania Railroad » emploie l'équipement complet du frein pneumatique Westinghouse ; la Compagnie du « Baltimore & Ohio Railroad » se sert également du frein Westinghouse ; la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad » fait usage des freins Westinghouse et Christensen avec des résultats satisfaisants.

Au point de vue de la sûreté de fonctionnement et de l'économie, le compresseur d'air électrique vaut-il le compresseur d'air à vapeur ?

Les compresseurs d'air Westinghouse de la *General Electric Company* et Christensen se sont tous montrés d'un fonctionnement sûr et au moins aussi économiques que les compresseurs à vapeur. Lorsqu'on se sert de moteurs logés sous les caisses des voitures, le compresseur est placé sur la plate-forme de la voiture, si elle est du type ouvert ; dans le compartiment de bagages, si la voiture est du type mixte ; il est suspendu sous la voiture, si elle est du type fermé ; de la sorte, la voiture automotrice peut ou bien circuler isolée, ou bien servir de locomotive pour remorquer des trains.

Les trains électriques peuvent-ils être munis de signaux acoustiques satisfaisants ?

Oui. Des sifflets de la même force sont actionnés par les réservoirs du frein pneumatique et les résultats ont été reconnus satisfaisants. Des cloches de locomotives ou de puissants gongs sont placés sur les voitures et manœuvrés soit à l'aide de pédales, soit à la main.

Les voitures automotrices peuvent-elles être munies de chasse-bestiaux et de fanaux de tête, conformément aux règlements et ordres de service en vigueur sur les chemins de fer ?

Oui. Les chasse-bestiaux peuvent être fixés au bogie ou à la caisse, comme l'indiquent les figures 9 à 18.

On emploie, avec des résultats satisfaisants, des fanaux de tête tant à huile qu'électriques. La Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad » emploie des lanternes à huile au lieu de lampes électriques, à cause de la perte de charge qui se produit pendant la traversée des passages à niveau, où le troisième rail est isolé.

Les trains peuvent-ils circuler sur les lignes à troisième rail pendant les tempêtes de neige et de grésil ?

Oui. L'exploitation de la section à troisième rail de la division de Highland de la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad » pendant les deux derniers hivers a prouvé que les voitures à voyageurs équipées en locomotives électriques, avec des chasse-neige et des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 47. — Croquis des chasse-neige employés sur la ligne de Berlin, N. Y., N. H. & H. R. R. — Berlin à New-Britain, N. E. R. R. — New-Britain à Hartford. N. Y. N. H. & H. R. R.

Explication des termes anglais : Snow plow built on the pilot of the New Haven Car = Chasse-neige monté sur le garde-corps des voitures du New-Haven. Fron elevation = Elévation d'avant. End elevation = Elévation au bout. Rear elevation = Elévation d'arrière. Section thro'center = Coupe par l'axe. Plan = Plan.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

balais, comme le montrent les figures 17 et 18, peuvent déblayer la neige aussi efficacement que les locomotives à vapeur armées d'un chasse-neige.

La neige est enlevée du troisième rail par des balais en acier montés sur les bogies en avant des sabots de contact.

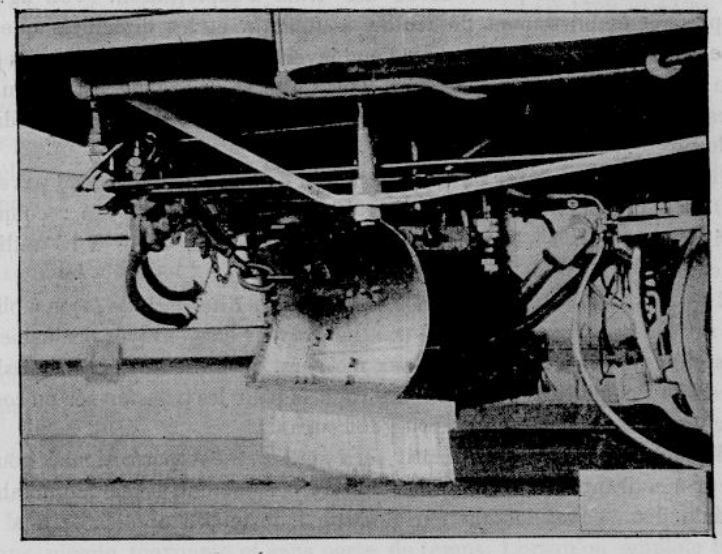


Fig. 18. — Chasse-neige sur troisième rail.

L'enlèvement de la glace qui s'accumule sur le troisième rail pendant les tempêtes de grésil a été reconnu d'une exécution plus difficile sur la division mentionnée plus haut; l'expérience a démontré que l'arrosage du troisième rail avec de l'huile qu'on emporte dans le train empêche la glace d'adhérer au rail, de sorte qu'elle peut être enlevée par les balais raides en acier.

Quel est l'effet des trains plus légers et plus fréquents sur les frais d'exploitation ?

Sur la division de Highland de la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », les trains sont fréquents et légers, tandis que sur l'embranchement de Berlin ils sont plus espacés et plus lourds. On pourra donc utilement, en réponse à cette question, comparer le parcours des trains sur les deux lignes et les frais par train-mille.

Parcours journalier des trains :

Embranchement de Berlin	66 milles	(106 kilomètres).
Division de Highland	737 —	(1,186 —

Frais par train-mille (train-kilomètre) :

Embranchement de Berlin	30.3 cents	(94 centimes).
Division de Highland	12.5 —	(39 —).

Quelle est l'influence sur les frais d'exploitation du mode de transmission de l'énergie.

a) Par trolley aérien ou souterrain ?
b) Par troisième rail simple ou sectionné ?
c) Par courant continu ou alternatif ?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d) *Par transformateurs statiques ou rotatifs ?*
e) *Par moteurs à courant continu ou à courant alternatif ?*

Le choix du mode de transmission de l'énergie est subordonné aux conditions locales.

a) Le trolley aérien a été reconnu plus coûteux d'établissement et d'entretien que le troisième rail, et moins économique au point devue des frais d'exploitation. (*Voir* fig. 6, 7, 24 et 29.)

Le coût de premier établissement du trolley souterrain et les difficultés que l'on rencontre pour assurer le drainage ne permettent pas d'employer ce système sur les grands chemins de fer.

b) Comme le troisième rail simple, chargé dans toute sa longueur, est le seul type en usage sur les grandes lignes, on ne possède pas de renseignements sur l'économie du troisième rail sectionné ou de sûreté. (*Voir* fig. 24 et 25.)

c) Sur les grands chemins de fer où la distribution de l'énergie ne s'étend pas sur une distance de plus de 10 à 15 milles (16 à 24 kilomètres), le courant continu a été reconnu économique. Lorsqu'il s'agit de transmettre l'énergie à une distance de plus de 10 à 15 milles, il convient d'employer le courant alternatif.

d) Lorsqu'il est possible d'étudier des moteurs à courant alternatif de façon à obtenir un couple de démarrage satisfaisant, les courants alternatifs peuvent être envoyés des usines centrales par des transformateurs statiques directement aux moteurs. A présent, la transmission de courants alternatifs nécessite l'emploi de convertisseurs rotatifs pour les transformer en courants continus pour le chargement des conducteurs de prise de courant.

e) Lorsque le moteur à courant alternatif sera suffisamment perfectionné pour pouvoir remplacer le moteur à courant direct, on réalisera certainement une économie notable sur la transmission à grande distance et la traction électrique deviendra applicable aux grandes lignes directes.

Quels sont les frais comparatifs de traction par train-mille avec les voitures automotrices et les locomotives à vapeur ?

La comparaison des chiffres relatifs à l'exploitation des différentes usines de force motrice avec les états des locomotives à vapeur de la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », montre que les frais de traction par train-mille (train-kilomètre), sont, dans les deux cas, les suivants :

Locomotives à vapeur : $ 0.19 à $ 0.24 (0.60 à 0.75 franc).

Traction électrique : Division de Highland. . .	$ 0.0604 (0.1876 franc).
Embranchement de Nantasket-Beach	$ 0.1441 (0.4477 —).
— de New-Canaan	$ 0.0783 (0.2433 —).
— de Berlin	$ 0.1406 (0.4369 —).

Les frais indiqués ci-dessus pour la traction électrique comprennent le fonctionnement et l'entretien des usines, l'entretien des moteurs et autres organes des voitures, la consommation d'huile, de graisse et de déchets, et les salaires des conducteurs des voitures. Les frais de traction par la vapeur comprennent la consommation de combustible, d'huile et de déchets, l'entretien des locomotives et les salaires des mécaniciens et chauffeurs.

Quels sont, avec les voitures automotrices et les locomotives à vapeur, les frais comparatifs d'exploitation par train-mille ?

Au « New York, New Haven & Hartford Railroad », la dépense totale avec les voitures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

automotrices électriques (non compris l'intérêt et la dépréciation est la suivante par train-mille (train-kilomètre) :

Embranchement de Berlin	$0.3032 (0.0942 franc).
Division de Highland	$0.1255 (0.3899 —).
Embranchement de Nantasket-Beach	$0.2925 (0.9087 —).
— de New-Canaan	$0.1754 (0.5139 —).

On n'a pas les chiffres correspondants pour la traction à vapeur.

Quels sont les frais comparatifs de personnel des trains ?

Les frais de personnel des trains, par train-mille (train-kilomètre), sur les lignes exploitées par traction électrique de la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », sont les suivants :

Embranchement de Berlin.	$0.18 (0.5592 franc).
Division de Highland	$0.027 (0.0839 —).
Embranchement de Nantasket-Beach	$0.0829 (0.2576 —).
— de New-Canaan	$0.063 (0.1957 —).

Avec la traction par locomotives à vapeur, ces frais sont, par train-mille, d'environ $ 0.12 (37 centimes par train-kilomètre).

Les trains électriques peuvent-ils être manœuvrés avec la même rapidité dans les gares et stations ?

Oui. Avec le système du troisième rail, les voitures automotrices peuvent être manœuvrées rapidement sans plaque tournante et sans perte de temps. Lorsqu'on emploie le trolley aérien, un léger retard est occasionné par la manœuvre nécessaire du trolley.

Les trains électriques peuvent-ils circuler sur les croisements et dans les gares à la même vitesse que les autres trains ?

Oui, quand il s'agit du système à troisième rail. Il en est de même pour le système à trolley aérien, pourvu que l'on surveille le trolley et qu'on le maintienne sur le conducteur en franchissant des croisements aériens.

Les voitures peuvent-elles être chauffées économiquement ? Quels sont les frais comparatifs ?

Non. L'expérience a démontré que, dans les États de la Nouvelle-Angleterre, par un temps d'hiver ordinaire, le chauffage d'une voiture de 60 pieds (18.30 mètres) de longueur nécessite de 6 à 12 kilowatts, ce qui, à raison de 1 cent (5 centimes) par kilowattheure, correspond à une dépense de 6 à 12 cents (30 à 60 centimes) par heure. Lorsque la température est aux environs de zéro (— 18° centigrades), la dépense s'élève à 18 cents (90 centimes) par heure.

D'après les meilleurs renseignements reçus, la dépense de chauffage de la même voiture avec de la vapeur fournie par la locomotive serait, en temps ordinaire, de 2 cents (10 centimes) par heure ; le thermomètre marquant zéro, elle est de 3 cents (15 centimes) par heure.

Les voitures peuvent-elles être éclairées d'une façon satisfaisante ? Et quelle est la dépense, comparée avec celle de l'éclairage à l'huile ou au gaz ?

Oui. La Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad » place 30 lampes de 16 bougies dans une voiture de 60 pieds (18.30 mètres) de longueur. Ces lampes consomment 1,500 wattheures ou 1 ½ kilowattheure. A raison de 1 cent par kilowatt, la dépense est de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 ½ cent (0.075 franc) par heure, et cet éclairage paraît tout aussi économique et plus avantageux que l'huile ou le gaz, en raison des frais qu'exige l'entretien de ces derniers systèmes.

L'emploi de la traction électrique a-t-il pour conséquence l'augmentation ou la diminution de l'usure de la voie par mille (1.609 kilomètre) parcouru ?

Avec des locomotives électriques ou des voitures automotrices de poids égal, l'usure des rails de circulation est moindre qu'avec des locomotives à vapeur, et cette différence est due en partie à l'application rotative de l'énergie, en partie à ce qu'avec les moteurs électriques on n'a pas à transporter de poids mort en dehors de la charge adhérente nécessaire pour la traction.

Quelle est l'influence de la mise en marche de trains plus nombreux et plus légers sur les recettes-voyageurs ?

Les recettes augmentent, comme le montre la comparaison du nombre de voyageurs transportés par la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », par trains à vapeur et par trains électriques à départs plus fréquents, sur les lignes de Nantasket-Beach, de Highland, de Berlin et de New-Canaan.

	Vapeur.	Électricité.
Embranchement de Nantasket-Beach	304,292	702,419
Division de Highland	387,695	1,060,617
Embranchement de Berlin	267,936	241,207
— de New-Canaan	98,302	184,728

Quel type de voiture convient le mieux au public ?

La réponse à cette question dépend des conditions locales.

En été, la voiture ouverte est préférable, pourvu que la vitesse ne dépasse pas 20 milles (32.2 kilomètres) à l'heure. (*Voir* fig. 11 et 13.)

Pour le printemps, l'automne et l'hiver, c'est la voiture fermée, avec banquettes transversales, couloir central, cabinet de toilette et appareils de chauffage. (*Voir* fig. 9. 10 et 12.)

Sur les lignes longeant le bord de la mer, la voiture ouverte mérite la préférence.

La voiture idéale est celle que l'on peut faire, à volonté, du type ouvert ou du type fermé. Pour répondre au désir du président Clark, qui est depuis longtemps partisan de l'emploi de voitures d'un poids réduit pour les lignes de banlieue et les embranchements et construites de manière à pouvoir servir aussi bien en été qu'en hiver, la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad » a étudié ce type de véhicule pour son embranchement de Providence, Warren et Bristol, sur lequel elle est actuellement en train d'installer la traction électrique. (*Voir* fig. 19 à 21.)

Quelle est la vitesse maximum pour les voitures ouvertes ?

La vitesse commerciale prescrite ne doit pas dépasser 14 à 15 milles (22.5 à 24.1 kilomètres) à l'heure, avec une vitesse maximum de 20 milles (32.2 kilomètres) à l'heure entre les stations.

Le public préfère-t-il les grandes lignes exploitées par traction électrique, avec des trains plus nombreux et marchant à une vitesse plus élevée, et avec les mêmes tarifs, aux chemins de fer économiques qui courent parallèlement aux lignes à vapeur, aboutissent eux-mêmes aux points extrêmes, prennent et laissent les voyageurs à leur porte, mais ont une plus longue durée de trajet?

Oui. Deux grands chemins de fer à vapeur en ont fait l'expérience. Après adoption de la traction électrique, ils n'ont pas seulement regagné la clientèle perdue, mais ils ont vu leur trafic augmenter de mois en mois depuis deux ans : ce qui prouve que les voyageurs choisissent la route la plus courte, quand même les autres conditions ne sont pas égales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

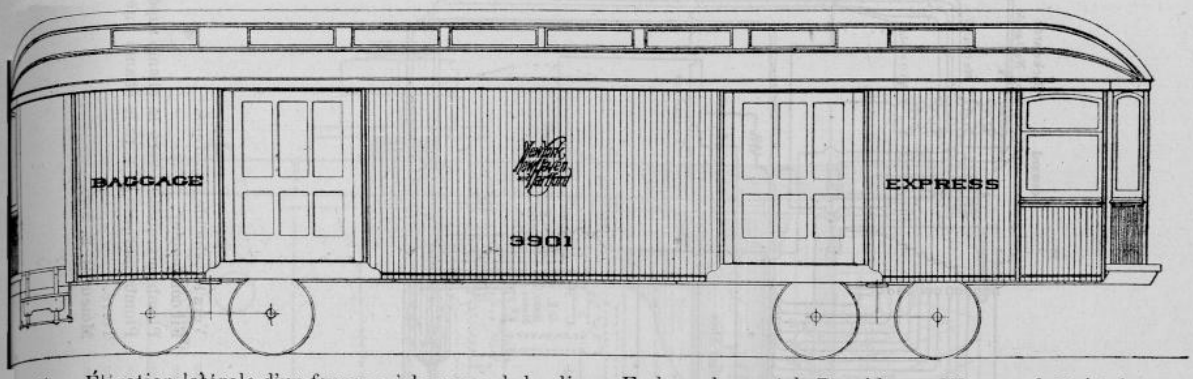


Fig. 19. — Élévation latérale d'un fourgon à bagages de banlieue. Embranchement de Providence, Warren & Bristol.

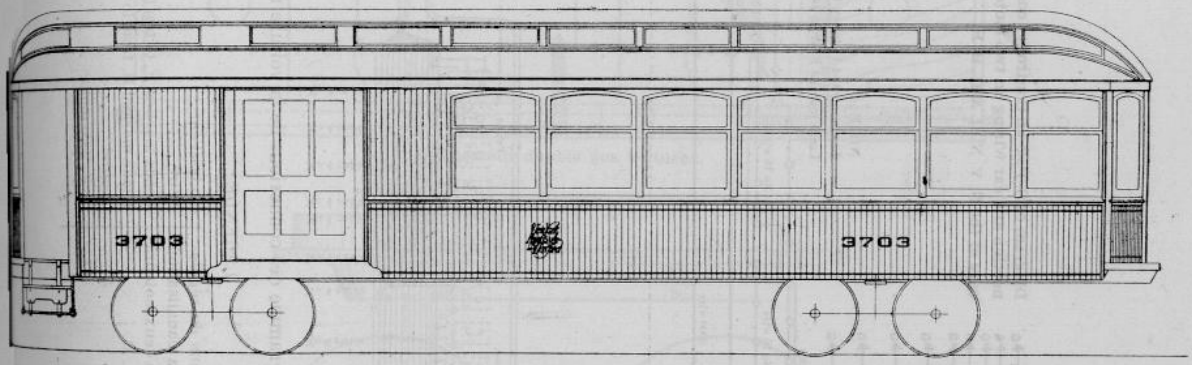
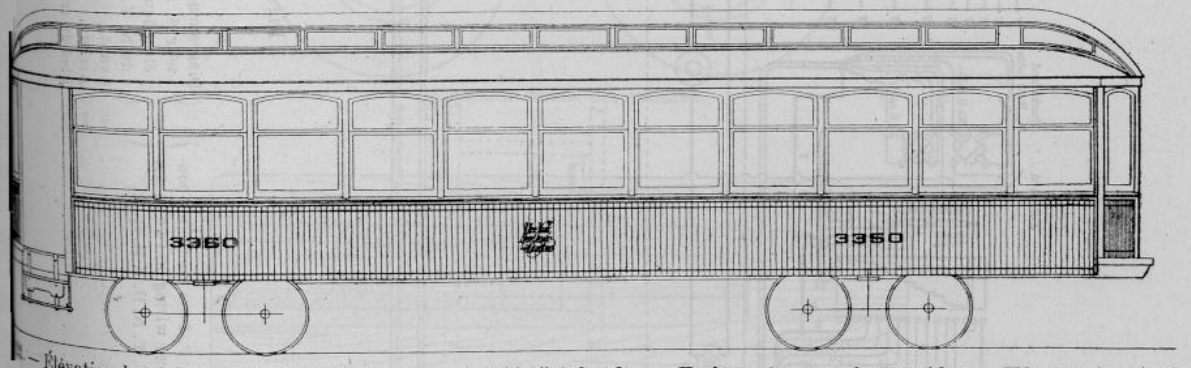


Fig. 20. — Élévation latérale d'une voiture mixte de banlieue. — Embranchement de Providence, Warren & Bristol.



Élévation latérale d'une voiture de banlieue de 40'-0" (12m19). — Embranchement de Providence, Warren & Bristol.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

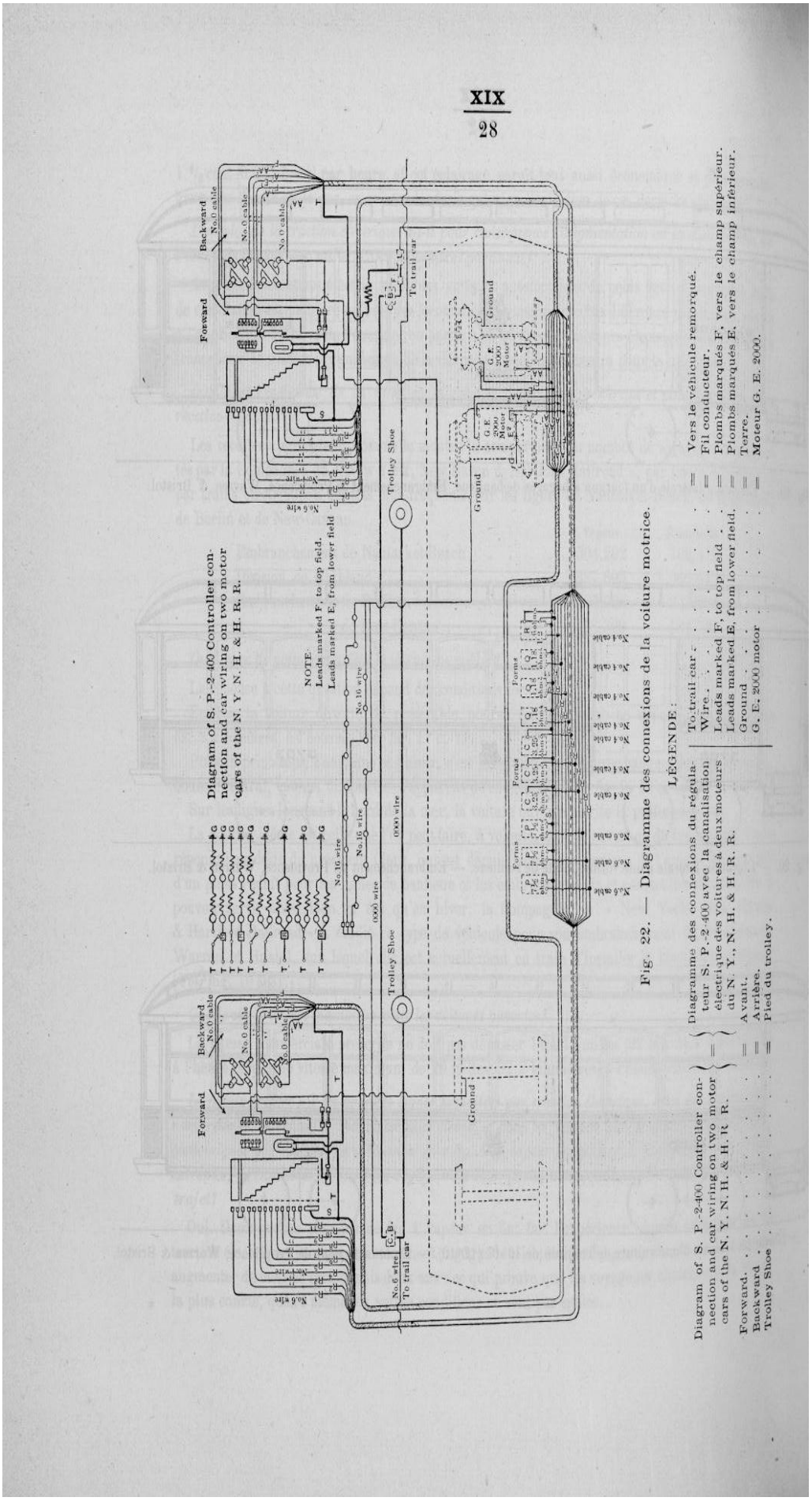
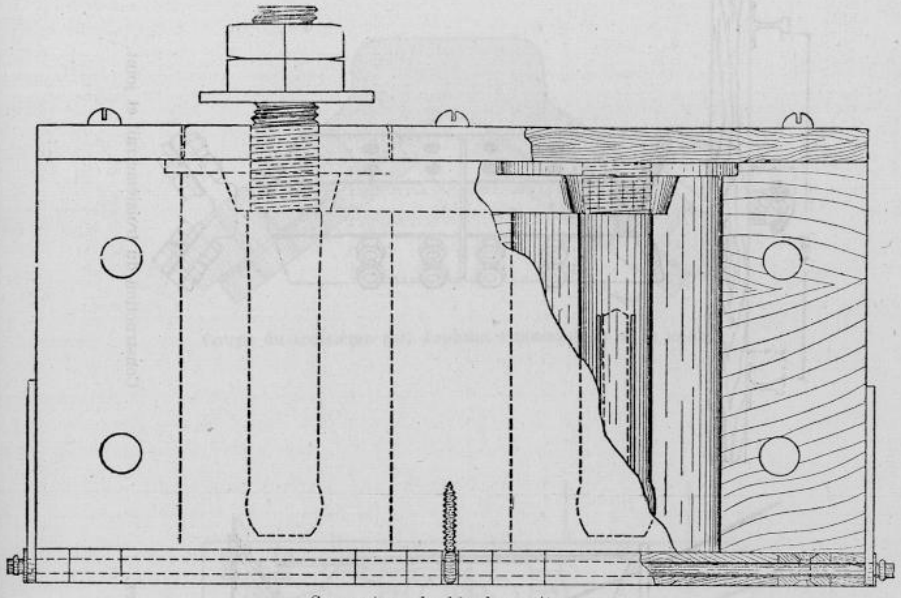


Fig. 22. — Diagramme des connexions de la voiture motrice.

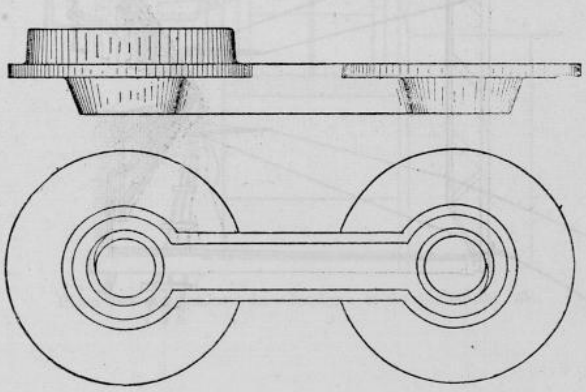
LÉGENDE :

Diagramme des connexions du régulateur S. P.-2-400 avec la canalisation électrique des voitures à deux moteurs du N. Y., N. H. & H. R. R.	To trail car	= Vers le véhicule remorqué.
	Wire	= Fil conducteur.
	Leads marked F, to top field	= Plombs marqués F, vers le champ supérieur.
	Leads marked E, from lower field.	= Plombs marqués E, vers le champ inférieur.
	Ground	= Terre.
	G. E. 2000 motor	= Moteur G. E. 2000.
Forward	= Avant.	
Backward	= Arrière.	
Trolley Shoe	= Pied du trolley.	

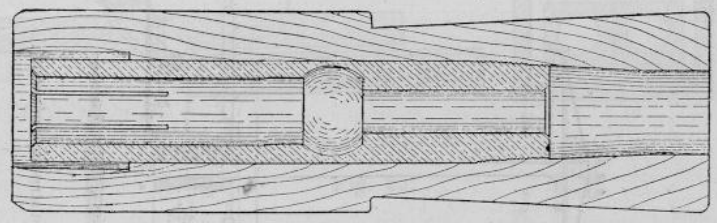
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Connecteur double des voitures.



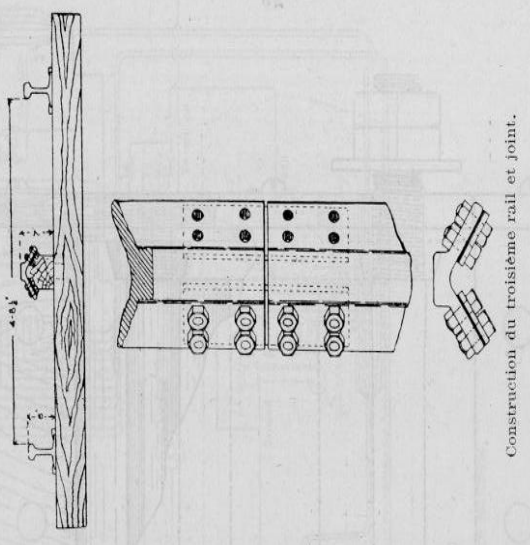
Connecteur double des voitures.



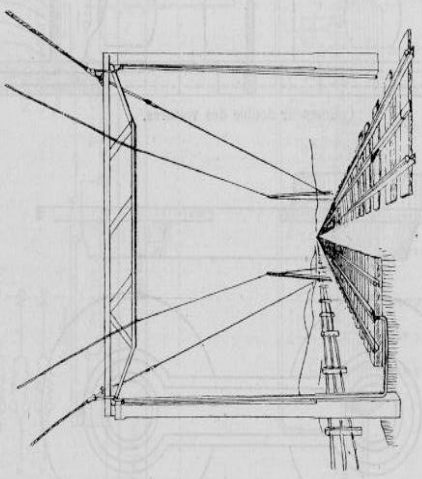
Connecteur double des voitures.

Fig. 23. — New York, New Haven & Hartford Railroad.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

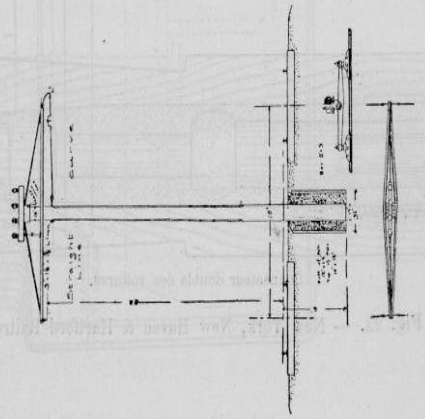


Construction du troisième rail et joint.



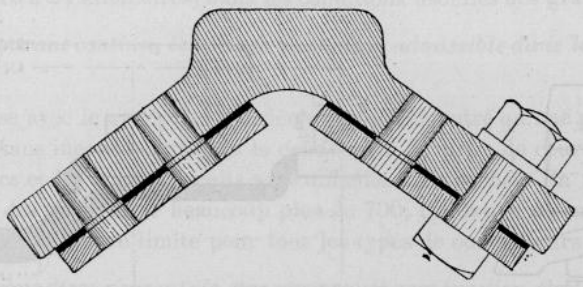
Construction dans les gares.

Fig. 24.

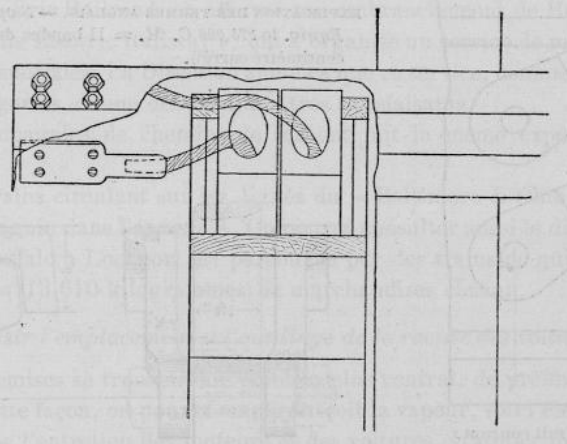


Construction aérienne.

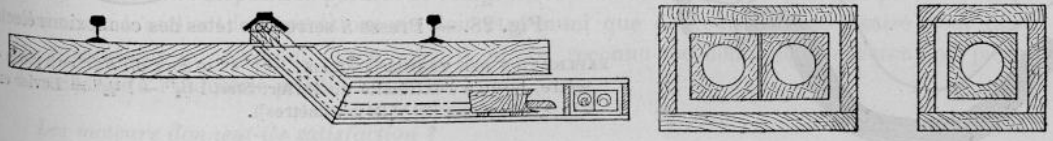
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Coupe du troisième rail donnant l'assemblage et le joint.



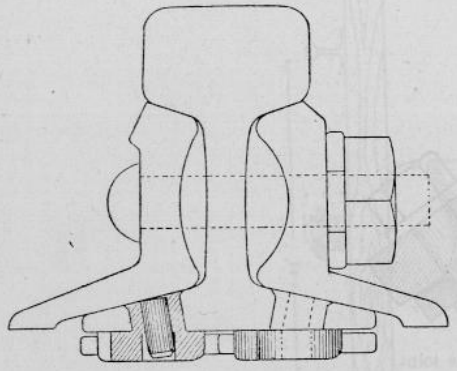
Plan des connexions du « feeder » et du troisième rail.



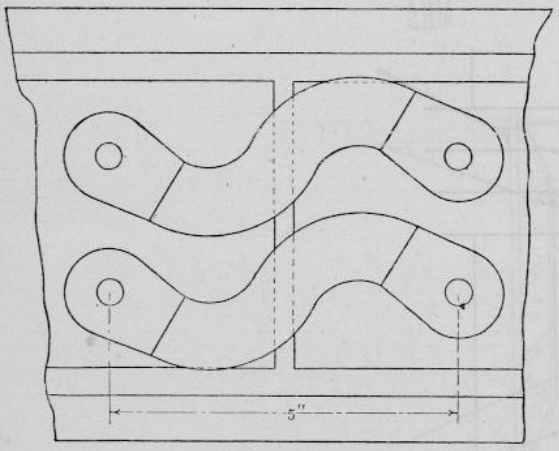
Coupe des conduites.

Fig. 25.

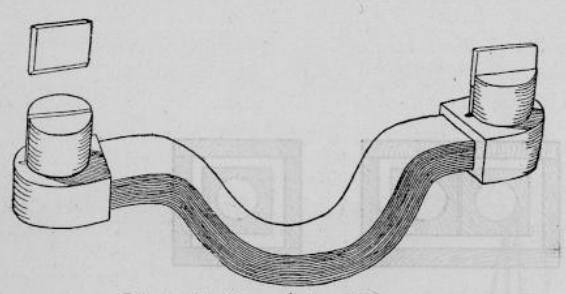
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Coupe donnant le mode d'attache du rail courant.



Joint formé d'un câble en cuivre pour le rail courant.



Joint en feuilles pour le rail courant.

Fig. 26.

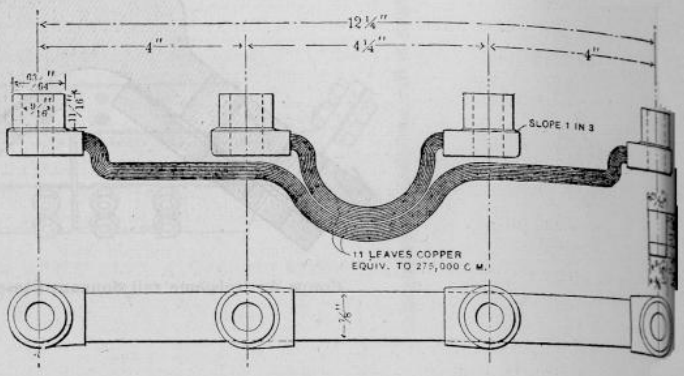


Fig. 27. — Plan et vue de côté d'une connexion électrique entre rails.

EXPLICATION DES TERMES ANGLAIS. — *Slope 1 in 3* = Inclinaison de 1/3. *11 Leaves Copper Equiv. to 275,000 C. M.* = 11 bandes de cuivre (section de 275,000 circular mils [1 centimètre carré]).

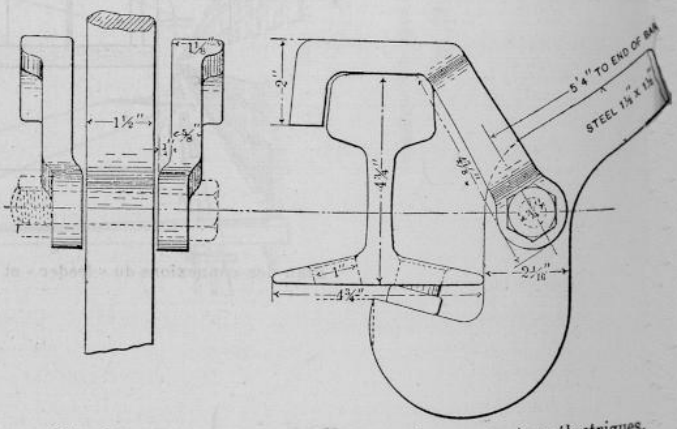


Fig. 28. — Presse à serrer les têtes des connexions électriques.

EXPLICATION DES TERMES ANGLAIS. — 5' 4" *to End of Bar* = 5 pieds 4 pouces [1 mètre] jusqu'à l'extrémité du levier. *Steel* 1 1/2" — 1 1/2" = Levier en acier [section 1 1/2 × 1 1/2 pouce [38 × 38 millimètres]).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A quelle distance maximum l'énergie peut-elle être transmise économiquement par courant continu?

A 10 ou 15 milles (16 à 24 kilomètres) dans les conditions usuelles des grandes lignes.

Quel est, avec un courant continu, le voltage maximum admissible dans le conducteur de prise de courant?

L'expérience acquise avec le système à troisième rail a démontré qu'une pression de 700 volts peut être maintenue sans inconvénient dans le conducteur de prise de courant. Avec un voltage dépassant 700, les arcs et les courts circuits sont difficiles à empêcher. En raison des difficultés que présentent, avec des voltages de beaucoup plus de 700, l'isolation des moteurs et la commutation, on peut admettre la même limite pour tous les types de conducteurs de prise de courant.

Des trains de marchandises peuvent-ils être remorqués par traction électrique?

Oui. La Compagnie du « Baltimore & Ohio Railroad » emploie la traction électrique pour la remorque de tous les trains de voyageurs et de marchandises qui traversent la ville de Baltimore en circulant dans la direction est ou ouest sur sa grande ligne, et, d'après les renseignements fournis au rapporteur, le service est satisfaisant à tous les points de vue.

La Compagnie de l' « Erie Railroad » a affermé son embranchement de Buffalo à Lockport au « Buffalo & Niagara Falls Electric Railway », qui a organisé un service de marchandises avec des locomotives électriques spéciales. La Direction annonce que ce service, comme ceux des voyageurs, des postes et des messageries, donne des résultats très satisfaisants.

Plusieurs autres compagnies de chemins de fer ont fait la même expérience avec un égal succès.

Pour le poids des trains circulant sur les lignes du « Baltimore & Ohio Railroad », voir les réponses de cette Compagnie dans l'annexe A. On pourra consulter aussi le diagramme annexe III (fig. 27) La ligne de Buffalo à Lockport est parcourue par des trains de quinze à vingt wagons, chargés de 30,000 livres (13,610 kilogrammes) de marchandises chacun.

Comment faut-il choisir l'emplacement et l'outillage de la remise des voitures automotrices?

Il convient que les remises se trouvent au point le plus central, de préférence près de l'usine de force motrice : de cette façon, on pourra employer soit la vapeur, soit l'électricité comme force motrice nécessaire dans l'entretien des moteurs et des voitures. L'atelier de réparations doit se trouver sous des voies couvertes, munies d'élévateurs mécaniques et disposées de façon que les voitures automotrices puissent les parcourir. Il convient de disposer de vérins mécaniques pour lever la caisse de dessus les bogies, afin de pouvoir rapidement désaccoupler les câbles et les freins et descendre les trucks dans l'atelier de réparations. Les moteurs et les bogies étant interchangeables, cette disposition permet de remplacer les uns et les autres avec une perte de temps minimum. L'atelier de réparations ne doit être muni que de l'outillage nécessaire pour faire les réparations proprement dites, car il a été reconnu économique d'acheter les pièces de rechange à l'industrie privée.

Les moteurs donnent-ils satisfaction?

L'expérience de l'emploi de puissants moteurs de chemins de fer ne s'étend qu'aux cinq dernières années, et il n'existe que peu de types nettement tranchés. Les premiers moteurs se rattachaient à la pratique des chemins de fer économiques par l'adoption de quatre pôles au lieu de deux. Ces moteurs étaient enroulés de manière à produire deux pôles saillants et deux pôles con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

séquents. Le bâti du moteur enfermait complètement l'armature, et aucune disposition n'était prise pour assurer la ventilation. Les fusées avaient des dimensions insuffisantes, les coussinets étaient d'une construction défectueuse, les méthodes de graissage étaient rudimentaires. L'entrefer, ou jeu entre l'armature et les pièces polaires, était tellement faible qu'une légère usure des coussinets de l'armature suffisait pour permettre à celle-ci de tomber et de venir en contact avec la pièce polaire inférieure : dès lors elle se brûlait, et le moteur était immédiatement mis hors d'état de servir. L'expérience des ingénieurs des chemins de fer qui employaient ces moteurs ne tarda pas à mettre en lumière les défauts que nous venons d'énumérer, et les remontrances qu'ils adressèrent aux fournisseurs eurent pour résultat la construction d'un moteur plus puissant, à quatre pôles saillants, avec entrefer beaucoup plus grand, des paliers notablement perfectionnés et une méthode de graissage satisfaisante. Le système de ventilation et la disposition générale des cages à pignons sont encore maintenant susceptibles d'améliorations radicales. Ces moteurs attaquent les essieux par l'intermédiaire d'une seule paire de roues d'engrenage, mais dans le type le plus lourd de locomotives électriques, les armatures sont montées directement sur l'essieu.

L'expérience acquise relativement au fonctionnement des puissants moteurs de chemins de fer électriques démontre que le service qu'ils sont appelés à assurer est encore plus pénible que celui demandé aux locomotives à vapeur. La vitesse réglementaire qui leur est imposée est aussi élevée, sinon supérieure. Leur parcours journalier est de 200 à 400 milles (320 à 644 kilomètres), c'est-à-dire beaucoup plus grand que celui que doit faire une locomotive à vapeur quelconque en service normal. Dans ces conditions, il est évident qu'il faut apporter le soin le plus rigoureux à l'étude des détails mécaniques des moteurs et à leur entretien.

Les trucks moteurs donnent-ils satisfaction ?

En étudiant un truck ou bogie moteur, il convient de prêter une attention spéciale à la résistance du châssis, au diamètre et à la fabrication des essieux, aux ressorts, aux freins et au mode de suspension des moteurs. Un bogie portant deux lourds moteurs pèse quelquefois 25,000 livres (11,340 kilogrammes).

Les roues doivent être du type normal à bandages en acier. Il ne faut pas oublier que, comme ces bogies sont appelés à faire le même service qu'une locomotive à vapeur, il importe que les essieux aient une résistance proportionnée à cet effort. La Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », après avoir expérimenté des essieux légers, jugés tout d'abord suffisants pour le service dont il s'agissait, reconnut qu'il fallait renforcer les essieux moteurs. Les essieux du type normal adopté par cette Compagnie pour ses trucks moteurs ont 8 pouces (203 millimètres) de diamètre à la portée de calage de la roue d'engrenage, 6 1/2 pouces (165 millimètres) aux fusées du moteur et à la portée de calage des roues, et des fusées de 5 1/2 pouces sur 9 pouces (140 × 229 millimètres). Ces essieux sont trempés à l'huile et percés, suivant leur axe, d'un trou de 1 1/2 pouce (38 millimètres).

Il convient de supprimer l'entretoise des sabots de frein, afin de faciliter la visite des moteurs.

La forme de la suspension des moteurs a une importance particulière. La méthode ordinairement employée sur les lignes à service dur consiste à suspendre l'extrémité arrière des moteurs dans des fusées ménagées sur les essieux, tandis que l'avant est porté par des ressorts attachés à la traverse dansante du bogie. Cette méthode présente de graves inconvénients. Les ressorts du bogie ayant à supporter, outre la caisse de la voiture, la moitié du poids des moteurs, sont nécessairement plus grands et plus lourds qu'à l'ordinaire. La tension inégale de ces ressorts, s'ajoutant à leur construction inutilement robuste pour autant qu'il s'agit de la caisse de la voiture, produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

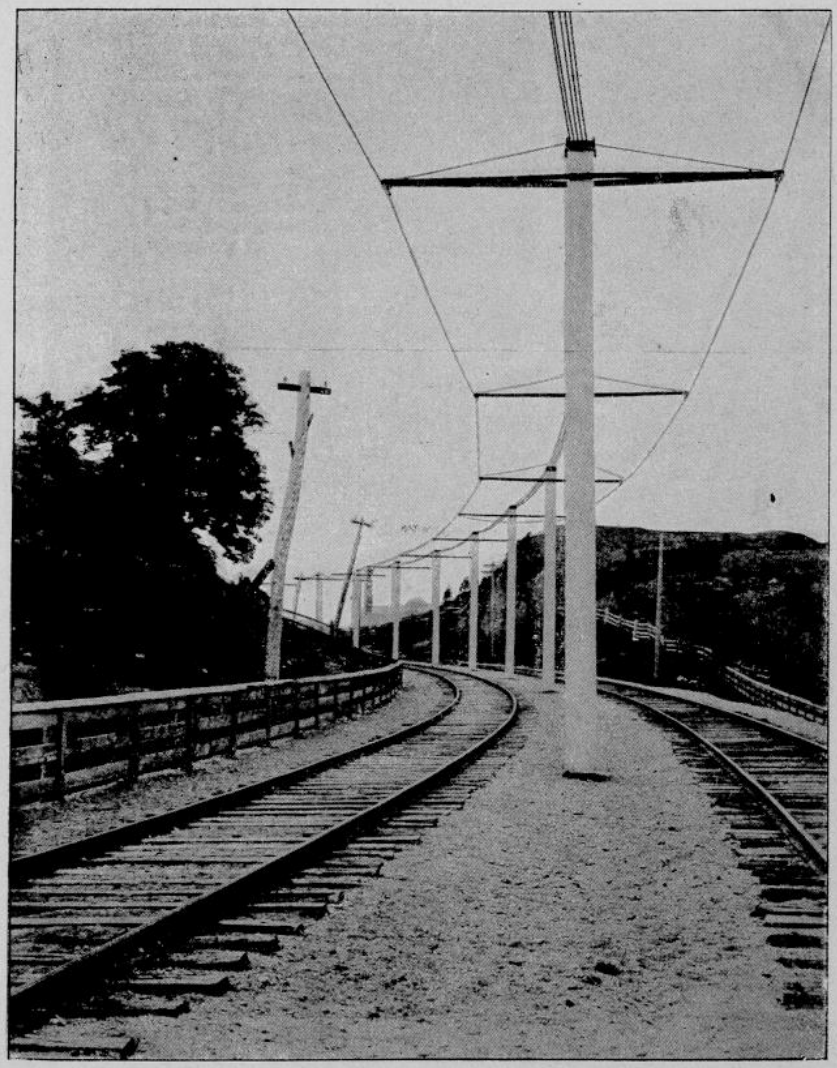


Fig. 29. — Embranchement de Nantasket-Beach. — Voie et trolley.

Imprimé chez F. Wassermuth.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

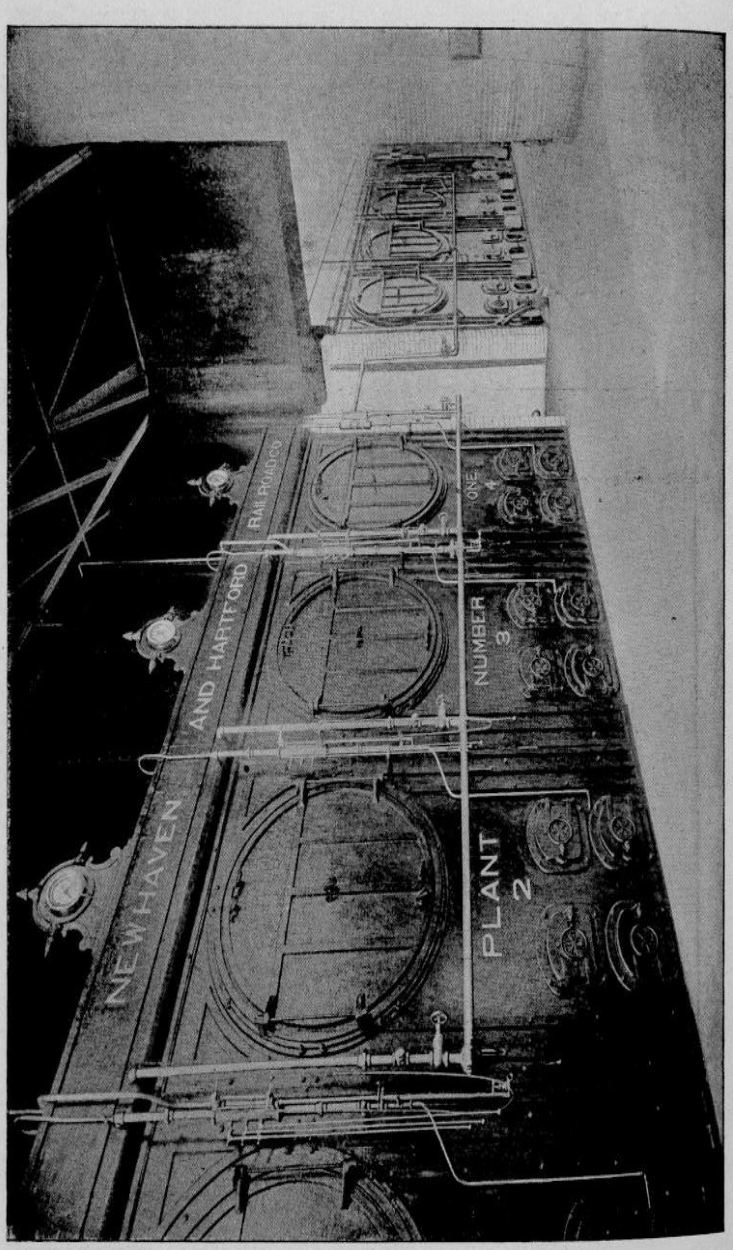


Fig. 30. — Chaudières de l'usine n° 1.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

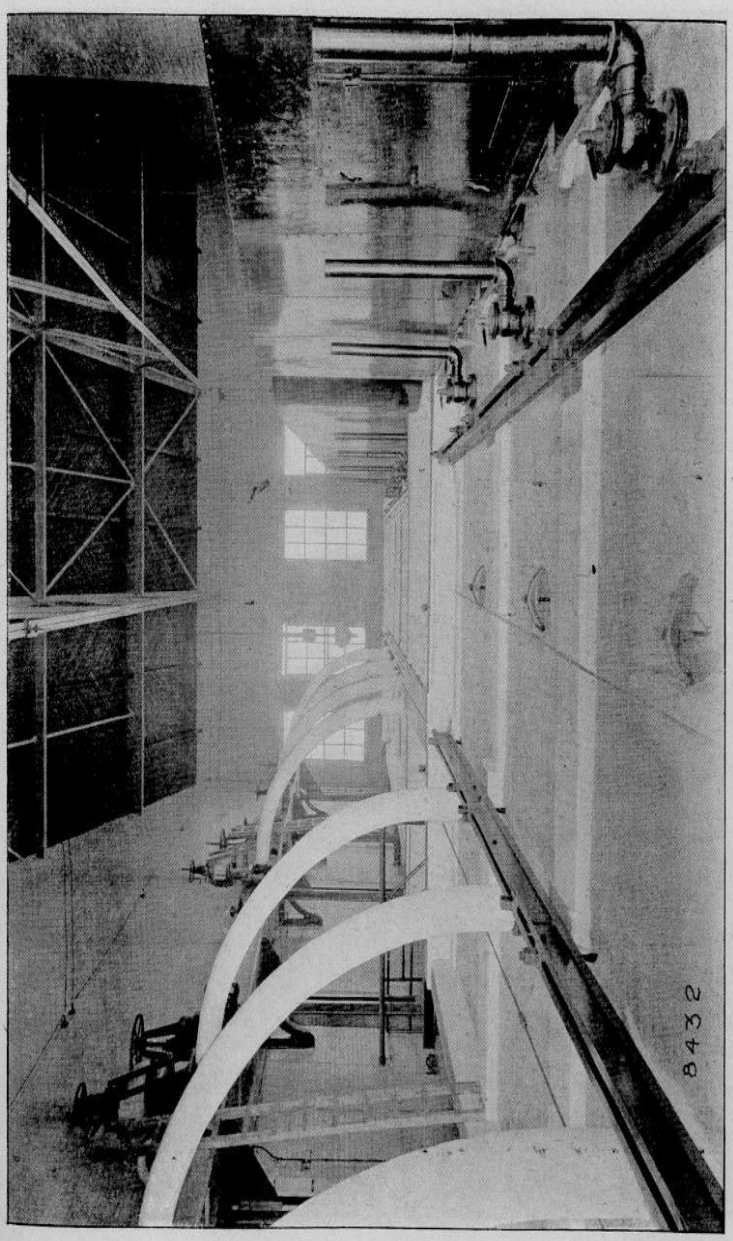


Fig. 31. — Suspension des chaudières et raccords. Usine n° 1. — N. Y., N. H. & H. R. R.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

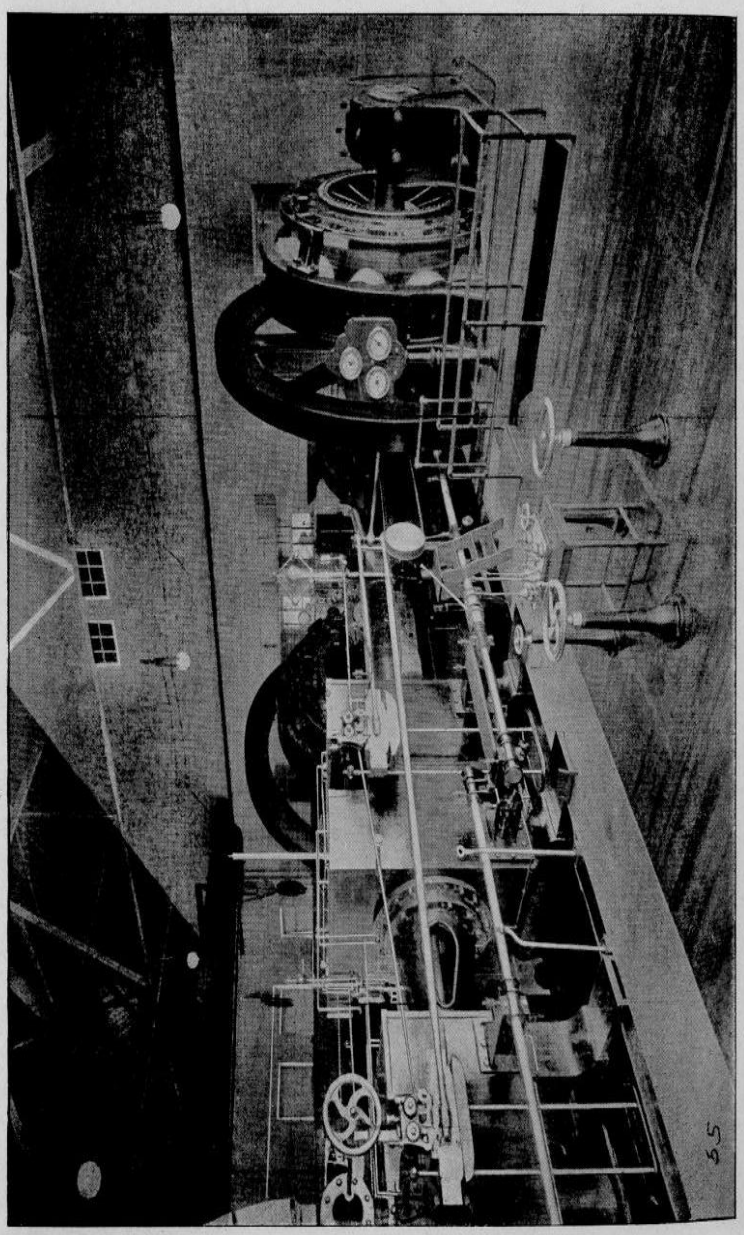


Fig. 32. — Machines à vapeur de l'usine nº 1 — N. Y., N. H. & H. R. R.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

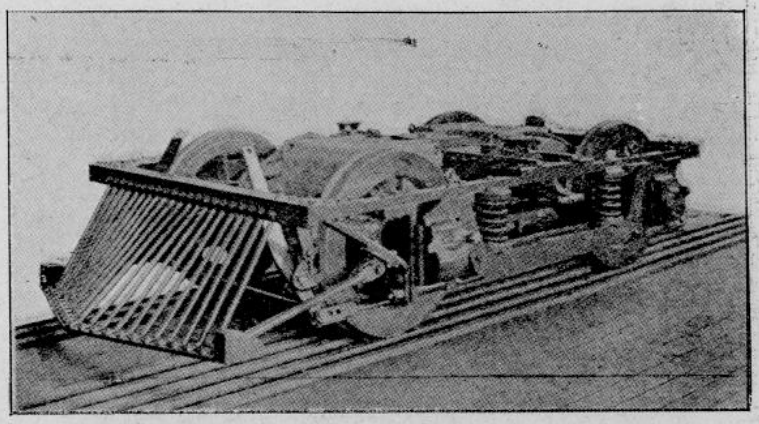


Fig. 33. — Truck moteur type Heft, 1898. — N. Y., N. H. & H. R. R.

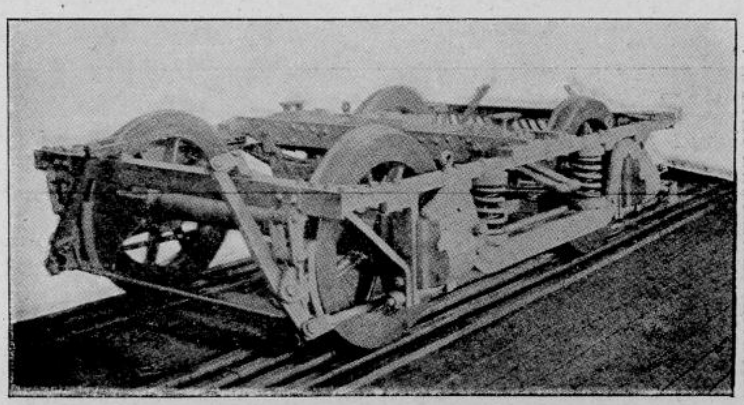


Fig. 34. — Truck moteur type Heft, 1898. — N. Y., N. H. & H. R. R.

Imprimé chez P. W[illegible]ch

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

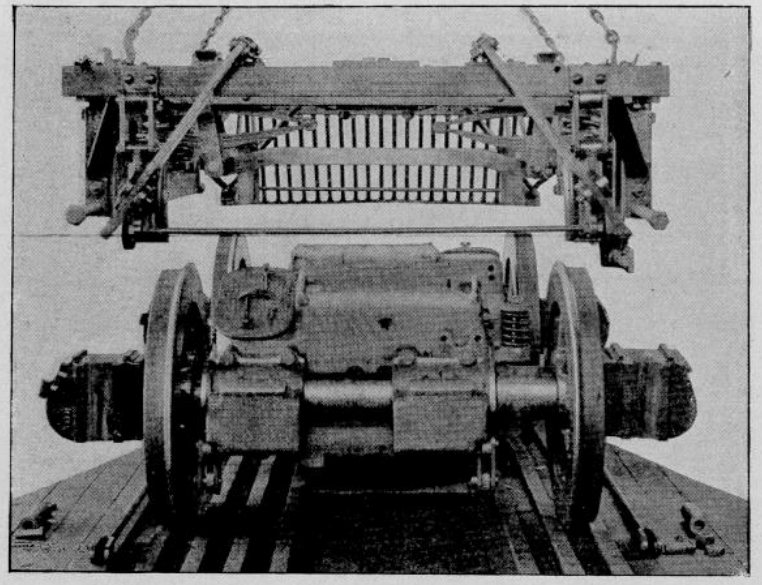


Fig. 35. — Truck moteur type Heft, 1898. — N. Y., N. H. & H. R. R.

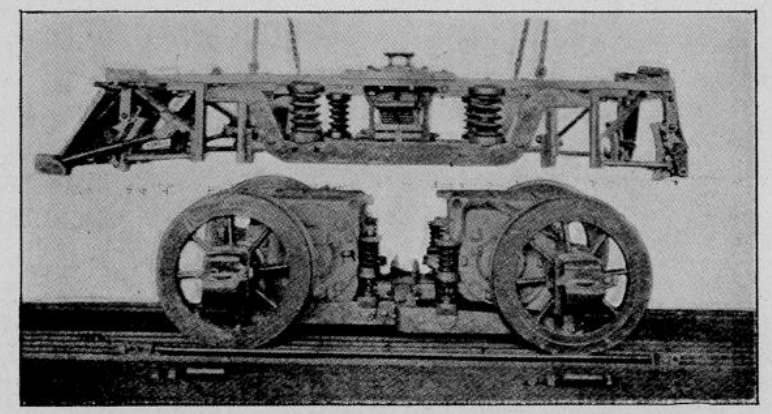


Fig. 36. — Truck moteur type Heft, 1898. — N. Y., N. H. & H. R. R.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une certaine rigidité et, par suite, une grande dureté d'allure du véhicule quand celui-ci est partiellement chargé. Le type de suspension des moteurs actuellement employé par la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », diffère de celui qui vient d'être décrit en ce que les moteurs reposent complètement sur les essieux, et qu'aucune partie de leur poids n'a son point d'appui sur le châssis du bogie ni sur les ressorts qui supportent la caisse de la voiture. Ce résultat est atteint par l'emploi de deux balanciers de suspension qui relient les deux essieux, en passant au-dessous et de part et d'autre des moteurs. Ces barres sont portées à leurs extrémités par des chapes articulées sur des pattes venues de fonte avec le bâti du moteur, immédiatement au-dessous des portées de celui-ci sur l'essieu moteur. L'avant des moteurs est porté par des ressorts placés vers le milieu des balanciers en question, comme l'indiquent les figures 33 à 36.

La preuve a été faite qu'avec les moteurs actuellement employés sur les chemins de fer on peut remorquer des trains lourds ou légers sur les mêmes voies et assurer le même service qu'avec la locomotive à vapeur. Ces moteurs peuvent être montés sur les bogies comme l'indiquent les figures 33 à 36, chaque bogie étant muni soit d'un, soit de deux moteurs. La voiture devient dès lors la locomotive. Son poids entier peut être utilisé pour la traction et, de plus, elle offre le même nombre de places qu'une voiture quelconque remorquée par une locomotive à vapeur. Une voiture du genre de celles employées sur la division de Highland du « New York, New Haven & Hartford Railroad », offrant 70 places assises, et munie à une extrémité d'un bogie avec deux moteurs, à l'autre d'un bogie du type ordinaire du matériel à voyageurs, peut circuler seule pendant les heures de faible trafic et remorquer le nombre voulu de voitures d'attelage aux moments de grande affluence. Sur la ligne en question, on forme, avec la voiture automotrice et deux voitures d'attelage, des trains pesant 161,000 livres (73,030 kilogrammes) et marchant à la vitesse commerciale de 30 milles (48,3 kilomètres) à l'heure. Chacun de ces trains offre 174 places assises. Avec deux moteurs sur chaque bogie d'une pareille voiture, on obtient une locomotive d'un poids adhérent de 100,000 livres (45,360 kilogrammes); chargée de 70 voyageurs, elle a un poids total de 110,500 livres (50,120 kilogrammes) disponible pour la traction.

Il sera intéressant de comparer ces chiffres avec ceux relatifs à une locomotive à voyageurs normale affectée au service de banlieue. Nous trouvons ici un poids total de 166,000 livres (75,300 kilogrammes), dont 72,000 livres (32,660 kilogrammes) sont utilisables pour l'adhérence. Il reste donc 94,000 livres (42,640 kilogrammes) de poids mort sans qu'il y ait de places offertes au public.

Les résultats obtenus avec la traction électrique sur les grands chemins de fer démontrent que désormais l'application de cette force motrice est sortie de la phase expérimentale, que l'électricité supplantera rapidement la vapeur sur les lignes dont le service est dur et le trafic intense, et où, pour réaliser une exploitation économique et l'augmentation des recettes-voyageurs, de fréquents départs sont nécessaires.

Cette force mystérieuse et silencieuse continuera certainement à devenir de plus en plus populaire et prendra une des premières places parmi les moyens de locomotion connus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RAISON DÉTERMINANT LA SUBSTITUTION DE L'ÉLECTRICITÉ A LA TRACTION ANIMALE SUR LES CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES.

L'accroissement rapide de la population des grandes villes et l'agrandissement correspondant de la superficie couverte par ces villes, joints à la proximité des villes de banlieue, ont fait naître la nécessité d'un système plus convenable et plus rapide de transport. Si, d'un côté, le public des grandes villes exigeait la multiplication des moyens de circulation, d'autre part les habitants de la banlieue réclamaient avec insistance un matériel plus confortable, des départs plus fréquents et une vitesse de marche plus élevée.

On a reconnu depuis longtemps que dans toutes les rues où l'on faisait pénétrer des tramways à chevaux, les terrains incultes se couvraient rapidement de bâtiments et acquéraient une plus-value; lorsque ces lignes atteignaient des villes de banlieue, il en résultait un accroissement rapide et considérable de la population et de la valeur des immeubles et des terrains, et cette prospérité, qui se déclara dans les petites villes, de 1880 à 1882, eut pour conséquence que les administrateurs des tramways furent universellement pressés de réaliser de nouvelles améliorations et de créer un système de transports rapides. Comme ils ne pouvaient pas satisfaire à ces demandes avec la traction animale, ils furent obligés de commencer à faire des expériences avec la traction électrique.

En 1883, on entreprit, dans plusieurs petites villes, des expériences qui, sans être en elles-mêmes un succès commercial, montrèrent néanmoins au public la possibilité de trouver la solution, tant désirée, de la question des transports économiques et rapides. La nécessité évidente de cette transformation força les administrations de chemins de fer à persévérer dans leurs expériences. Les résultats désirés ne furent obtenus qu'en 1893.

La substitution rapide de la traction électrique à la traction animale et la démonstration de son succès commercial sur les lignes de ces villes de moindre importance ne tardèrent pas à entraîner son adoption dans les grandes villes.

L'introduction de l'électricité amena l'augmentation du parcours journalier des véhicules, du nombre de places offertes, de la vitesse de marche et la réduction des tarifs. Il résulte de l'ensemble de ces nouvelles conditions une plus-value des recettes brutes qui, dans certains cas, atteignit 300 p. c.

DÉVELOPPEMENT RAPIDE DES CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES ÉLECTRIQUES.

Le développement des chemins de fer économiques électriques a été phénoménal. La première ligne de quelque importance fut terminée en 1889. A la fin de l'exercice clôturé au 30 juin 1899, il n'y avait pas moins de 1,031 compagnies distinctes, exploitant 16,000 milles (25,750 kilomètres) de voies, avec 41,000 voitures automotrices et 7,700 voitures d'attelage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le capital total de ces compagnies s'élève à $1,700,000,000 (8 milliards 500 millions de francs), et leur dette-obligations à $700,000,000 (3 milliards 500 millions de francs).

Elles ont transporté la même année 3,140,000,000 de voyageurs, et leurs recettes brutes se sont montées à $157,000,000 (785 millions de francs).

ANCIENS ET NOUVEAUX TYPES DE VOIE.

Les rails des anciens tramways à chevaux consistaient généralement en une barre de fer laminée sous forme de bande plate, avec une large ornière, ou un rail à support central. (*Voir* les fig. 37 et 38.) Ces rails étaient posés sur des longrines supportées par des traverses espacées d'environ 9 pieds (2.74 mètres).

Si les anciennes voitures pouvaient circuler sans danger sur ces rails, ils furent reconnus absolument insuffisants pour les véhicules plus lourds à moteurs électriques. Les premiers rails posés dans les petites villes pour la circulation de voitures électriques étaient du type Vignoles. (*Voir* fig. 37.)

Par suite de l'inexpérience et de la situation financière incertaine de beaucoup de sociétés, les rails du type lourd ne sont employés sur un grand nombre de réseaux que depuis quatre ans.

Dans certaines installations récentes, on employait un rail-poutrelle à ornière, porté par des coussinets en fonte reposant sur les traverses. D'autre part, on trouvait aussi un rail Vignoles de 40 livres (19.84 kilogrammes par mètre), avec des supports analogues. Dans les villes dont les autorités municipales exigeaient le pavage des rues entre les voies, ces rails étaient une source de dépenses continuelles. Malgré les améliorations considérables réalisées grâce à l'augmentation du poids et à une construction plus robuste, on s'apercevait que l'assemblage des joints de rails ne restait pas rigide et qu'il était impossible de maintenir les voies en état pour pouvoir être parcourues avec sécurité par les véhicules. L'usure excessive que subit la voie par suite de la fréquence des trains et de l'augmentation du poids des véhicules a fait reconnaître que le seul type économique de voie actuellement en usage est celui qui comporte le rail Vignoles de 7 à 9 pouces (178 à 229 millimètres) ou le rail-poutrelle de 7 à 9 pouces, représentés figure 38.

En présence des parcours journaliers actuels, de l'augmentation des charges et de l'accélération de la marche, la question de l'usure, sur les chemins de fer économiques où les voies ne peuvent pas être maintenues libres de sable et de saletés, s'impose avec force à l'attention du personnel dirigeant de ces lignes. L'expérience a démontré que, dans les grandes villes et les zones où les trains sont lourds et nombreux, la durée d'existence du rail le plus robuste ne dépasse pas cinq ans; cette moyenne s'applique à la voie en alignement droit, avec toutes les courbes et aiguilles spéciales.

(Pour les divers types de voie, *voir* les fig. 37 et 38.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

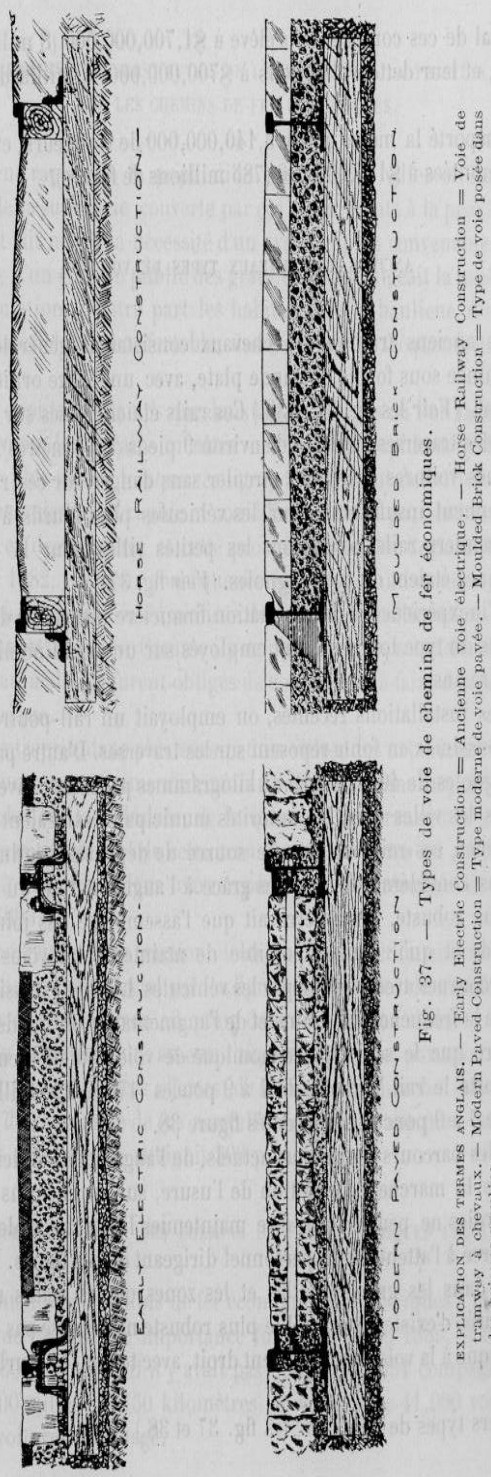


Fig. 37. — Types de voie de chemins de fer économiques.

EXPLICATION DES TERMES ANGLAIS. — Early Electric Construction = Ancienne voie électrique. — Horse Railway Construction = Voie de tramway à chevaux. — Modern Paved Construction = Type moderne de voie pavée. — Moulded Brick Construction = Type de voie posée dans des briques moulées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

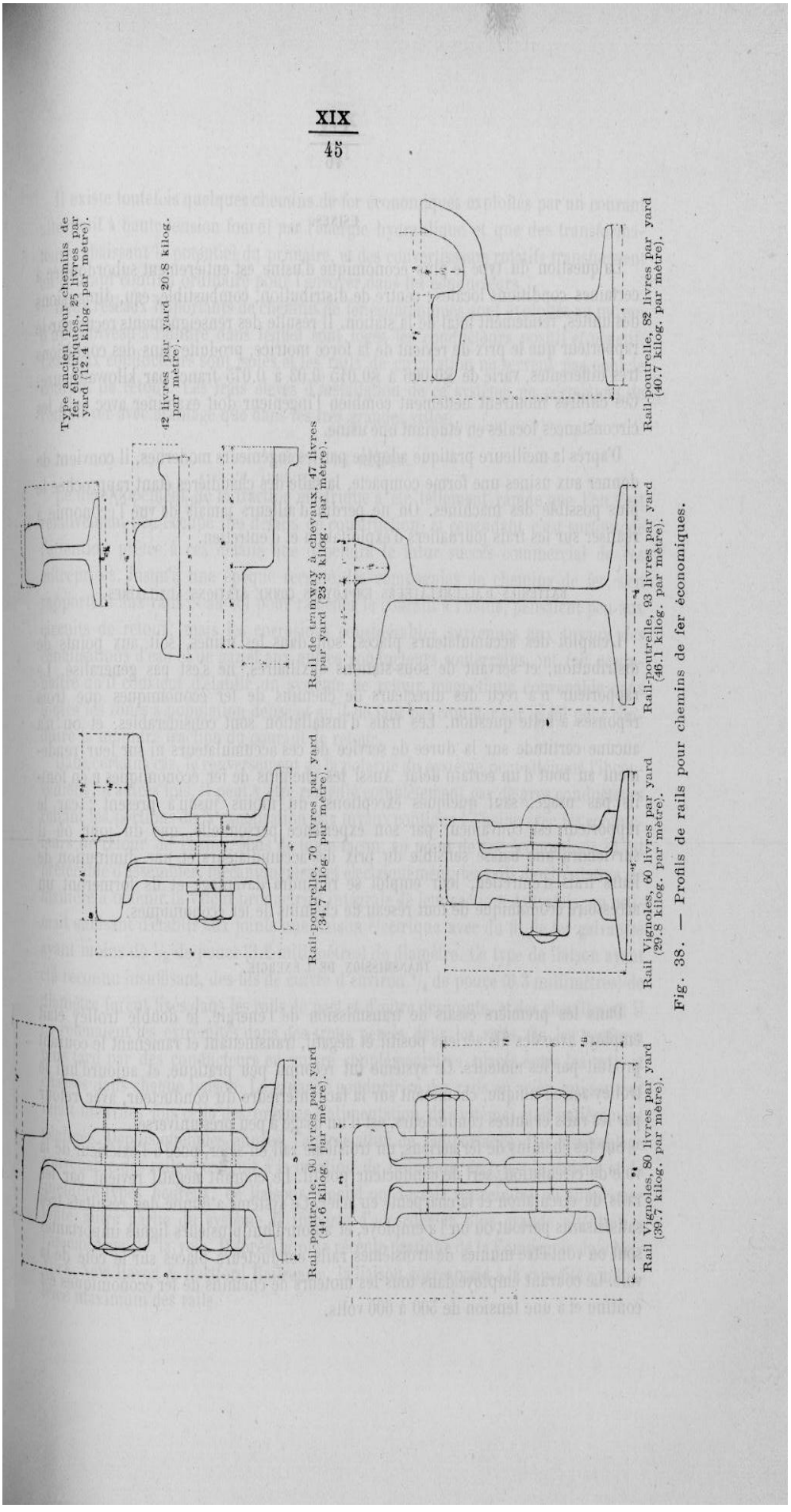


Fig. 38. — Profils de rails pour chemins de fer économiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

USINES.

La question du type le plus économique d'usine est entièrement subordonnée à certaines conditions locales : centre de distribution, combustible, eau, dimensions des unités, rendement total de la station. Il résulte des renseignements reçus par le rapporteur que le prix de revient de la force motrice, produite dans des conditions très différentes, varie de $0.006 à $0.015 (0.03 à 0.075 franc) par kilowattheure. Ces chiffres montrent nettement combien l'ingénieur doit examiner avec soin les circonstances locales en étudiant une usine.

D'après la meilleure pratique adoptée par les ingénieurs modernes, il convient de donner aux usines une forme compacte, la salle des chaudières étant rapprochée le plus possible des machines. On ne perdra d'ailleurs jamais de vue l'économie à réaliser sur les frais journaliers d'exploitation et d'entretien.

BATTERIES D'ACCUMULATEURS EMPLOYÉES COMME STATIONS AUXILIAIRES.

L'emploi des accumulateurs placés, soit dans les usines, soit aux points de distribution, et servant de sous-stations auxiliaires, ne s'est pas généralisé. Le rapporteur n'a reçu des directeurs de chemins de fer économiques que trois réponses à cette question. Les frais d'installation sont considérables, et on n'a aucune certitude sur la durée de service de ces accumulateurs ni sur leur rendement au bout d'un certain délai. Aussi les chemins de fer économiques n'en font-ils pas usage, sauf quelques exceptions; du moins jusqu'à présent : car le rapporteur est convaincu, par son expérience personnelle, que du jour où il surviendra une baisse sensible du prix des accumulateurs et une diminution de leurs frais d'entretien, leur emploi se répandra davantage et ils formeront un accessoire économique de tout réseau de chemins de fer économiques.

TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE.

Dans les premiers essais de transmission de l'énergie, le double trolley était employé avec des fils aériens positif et négatif, transmettant et ramenant le courant produit par les moteurs. Ce système fut reconnu peu pratique, et aujourd'hui le trolley aérien unique, cheminant sur la face inférieure du conducteur, avec retour par les rails et autres conducteurs, est d'un usage à peu près universel.

Sur les chemins de fer aériens, un troisième rail en acier, posé à l'extérieur de la voie de circulation, sert de conducteur positif. Le courant négatif revient par les rails de circulation et la charpente en acier. Ce système a donné des résultats très satisfaisants partout où on l'a employé, et aujourd'hui plusieurs lignes importantes sont ou vont être munies de troisièmes rails conducteurs placés sur le côté de la voie. Le courant employé dans tous les moteurs de chemins de fer économiques est continu et a une tension de 500 à 600 volts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il existe toutefois quelques chemins de fer économiques exploités par un courant alternatif à haute tension fourni par l'énergie hydraulique et que des transformateurs, abaissant le potentiel du primaire, et des convertisseurs rotatifs transforment en courant continu ordinaire pour l'envoyer dans les conducteurs.

Deux réseaux importants de chemins de fer économiques sont exploités au moyen d'un caniveau à rainure dans lequel sont logés les conducteurs positif et négatif. Les deux conducteurs sont isolés et les rails de circulation ne servent pas pour le courant de retour. Les frais élevés d'installation de ce système ne permettent de l'employer avec avantage que dans les très grandes villes.

CIRCUITS DE RETOUR.

Le développement de la traction électrique a été tellement rapide que l'on s'est relativement peu occupé des détails de construction, et cependant c'est surtout de l'attention prêtée à ces détails que dépendra le futur succès commercial de ces entreprises. Jusqu'à une époque récente, les compagnies de chemins de fer, s'en rapportant aux rails et au sol pour ramener le courant à l'usine, pensaient peu aux circuits de retour; mais les corrosions considérables survenues aux tuyaux des canalisations d'eau et de gaz et aux autres conducteurs souterrains ont fait reconnaître qu'il convient d'établir un système de retour magnétique convenable dans toutes les zones à population dense et qu'il ne faut pas compter sur le sol pour conduire la moindre fraction du courant de retour.

Dans certains cas, le renversement de la polarité du système peut atténuer l'inconvénient; d'autres fois, il peut y être remédié complètement par de gros conducteurs reliant les portions de la canalisation par tuyaux contigus à l'usine avec les conducteurs de retour de l'usine. Mais de toute façon, au point de vue économique, il est préférable d'assembler, mécaniquement et électriquement, les rails de circulation de manière à obtenir la valeur productrice intégrale de leur section. Autrefois, on estimait suffisant d'établir aux joints une liaison électrique avec du fil de fer galvanisé ayant moins de $^1/_8$ de pouce (3.2 millimètres) de diamètre. Ce type de liaison ayant été reconnu insuffisant, des fils de cuivre d'environ $^1/_4$ de pouce (6.3 millimètres) de diamètre furent fixés dans les rails de part et d'autre des joints, et des chevilles en U en retenaient les extrémités dans des trous percés dans les rails. On les renforça plus tard par des conducteurs en cuivre supplémentaires, placés entre les rails et chassés dans chaque liaison. La capacité conductrice des rails en acier, qui souvent valait bien des fois celle des organes d'alimentation du système, était entièrement négligée. Depuis quelques années, l'appréciation de l'importance d'un assemblage convenable des rails a conduit à la création de beaucoup de types ingénieux et de quelques types heureux, de liaisons. Quand on devrait restreindre ou supprimer toute autre partie du système, il importe d'accorder la plus grande attention à l'assemblage de la voie. D'après la plus récente pratique de la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », la liaison correspond à la capacité conductrice maximum des rails.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MATÉRIEL ROULANT ANCIEN ET MODERNE.

Les progrès du matériel roulant pour chemins de fer économiques ont été remarquables aux Etats-Unis, comme on le verra par l'examen des figures 39 à 46.

Les compagnies de chemins de fer ont demandé des véhicules d'un plus grand poids, offrant un plus grand nombre de places et présentant une apparence plus élégante. Pour répondre à ce désir les constructeurs ont établi un modèle de voiture qui se rapproche, pour la commodité et le confort, du matériel circulant sur les grandes lignes des chemins de fer à vapeur. Ces voitures sont grandes et spacieuses, bien éclairées, bien aérées, et bien chauffées en hiver.

La voiture ouverte employée par les chemins de fer économiques leur est venue des lignes exploitées par traction animale, et beaucoup de ces anciens véhicules de tramways servent aujourd'hui de voitures automotrices.

Les dernières voitures à traction animale pesaient, y compris les organes de roulement et le châssis, 4,000 livres (1,810 kilogrammes) et pouvaient transporter 22 voyageurs assis. Le poids mort remorqué était donc, par place offerte, de 181 livres (82 kilogrammes).

La voiture automotrice actuelle pour chemins de fer économiques pèse, y compris les trucks et les moteurs complets, 17,500 livres (7,940 kilogrammes) et peut transporter 24 voyageurs assis. Le poids mort par place offerte est donc de 729 livres (331 kilogrammes).

Une voiture à voyageurs normale de chemin de fer à vapeur, pesant 60,000 livres (27,220 kilogrammes) et pouvant transporter 70 voyageurs assis, présente un poids mort, par place offerte, de 857 livres (389 kilogrammes).

En comparant le poids mort par place offerte sur les chemins de fer à vapeur et sur les chemins de fer économiques, on trouve une différence de 128 livres (58 kilogrammes) seulement en faveur de ces derniers, ce qui indique que la tare de leur matériel a atteint le maximum compatible avec l'exploitation économique.

Le rapporteur est d'avis que les futures économies seront réalisées, grâce à la réduction du poids mort par place offerte et que le matériel construit en vue du trafic maximum sera supplanté par le matériel établi pour un nombre moyen de voyageurs. Le surcroît de dépense en main-d'œuvre, nécessaire pour la conduite des voitures supplémentaires pendant les heures de grande affluence, sera compensé, et au delà, par l'augmentation des recettes due aux départs plus fréquents et par la réduction des frais d'entretien des voies et du matériel et de la dépense d'énergie.

MOTEURS POUR CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES.

Le succès des lignes économiques a eu pour cause première le développement rapide du moteur pour chemins de fer. Dès l'origine, on observait attentivement le fonctionnement de chaque type de moteur. Ses défauts étaient notés et corrigés par les constructeurs dans le plus bref délai possible. Tout d'abord on jugea impossible

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

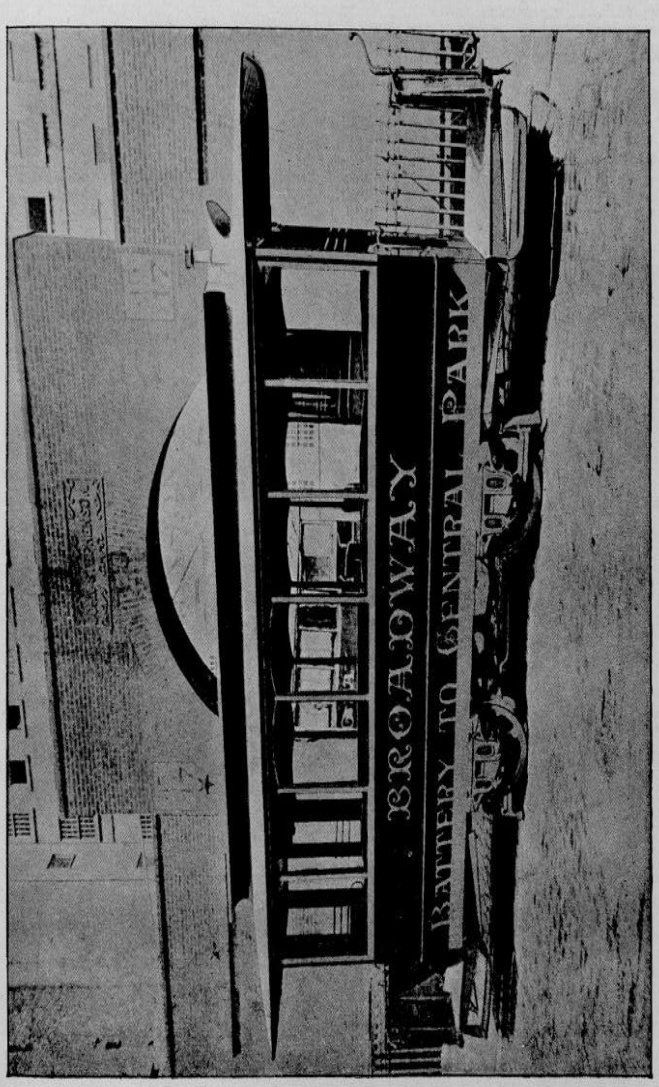


Fig. 39. — Dernière voiture à traction animale dans Broadway, New-York.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Fig. 40. — Dernière voiture à traction animale. — Meriden (Connecticut).

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

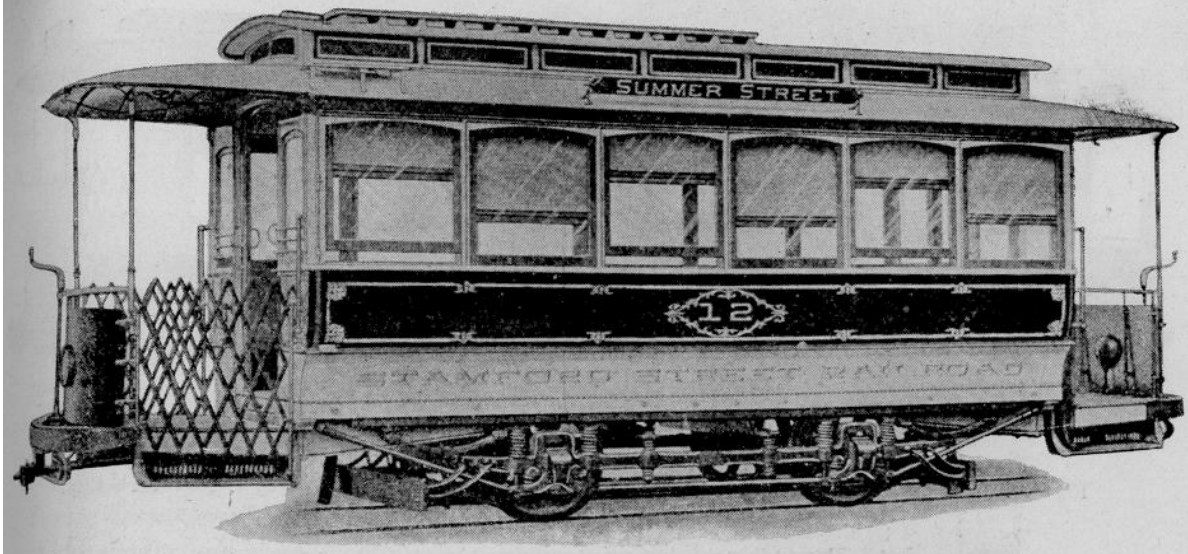


Fig. 41. — Type de voiture fermée de 18 pieds (5.49 mètres).

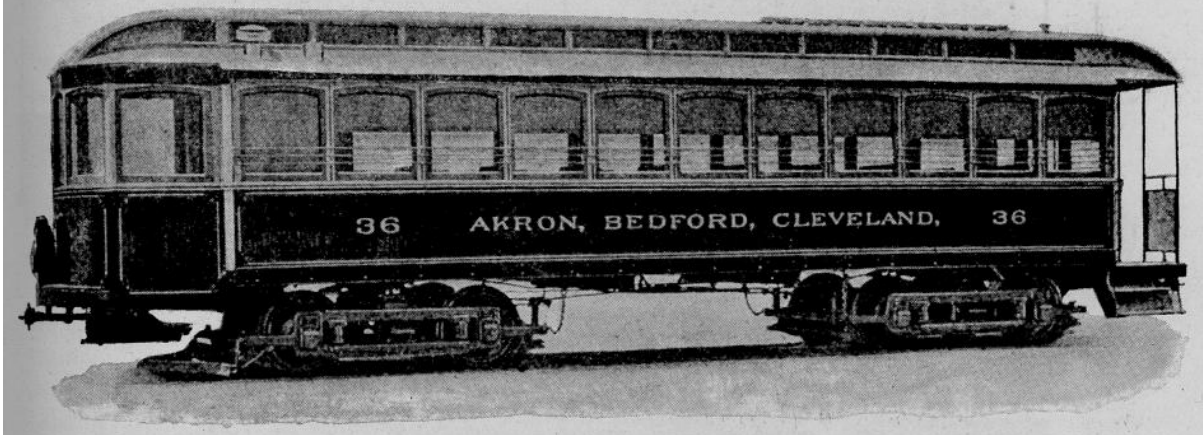


Fig. 42. — Voiture à huit roues.

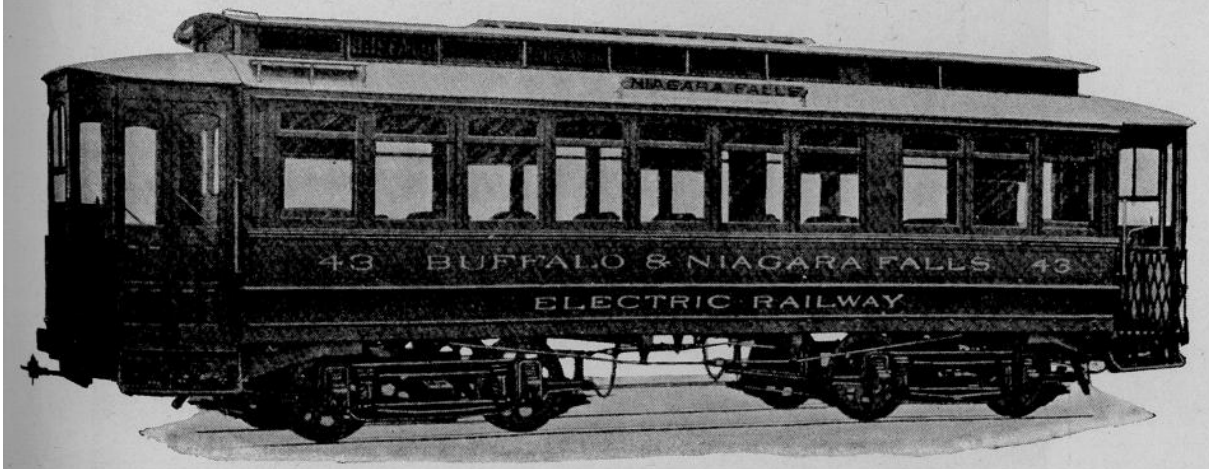


Fig. 43. — Voiture à huit roues.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

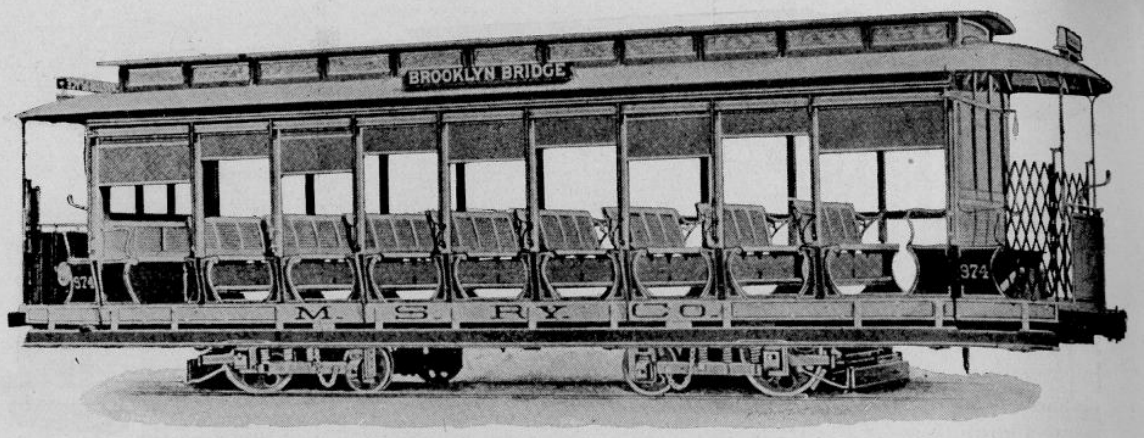


Fig. 44. — Voiture ouverte à douze banquettes du « Metropolitan Street Railway », New-York City.

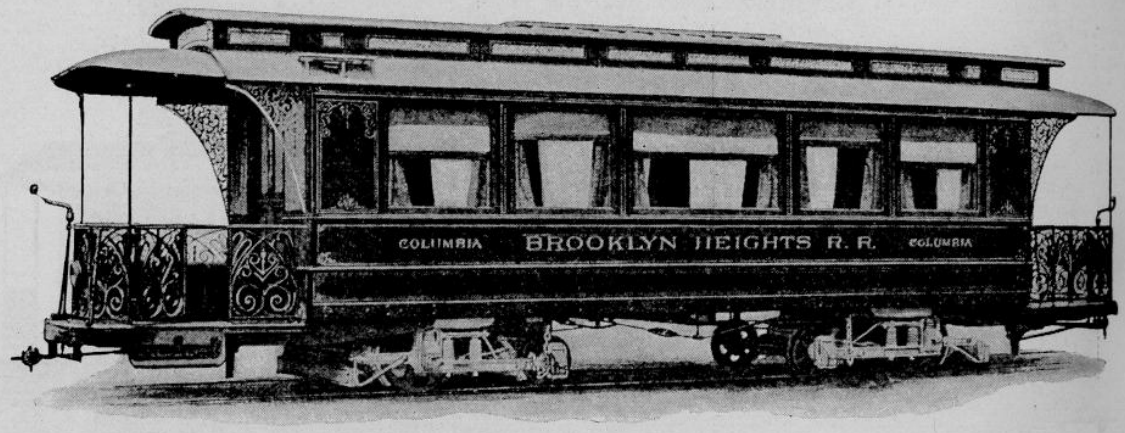


Fig. 45. — Voiture particulière ou salon.

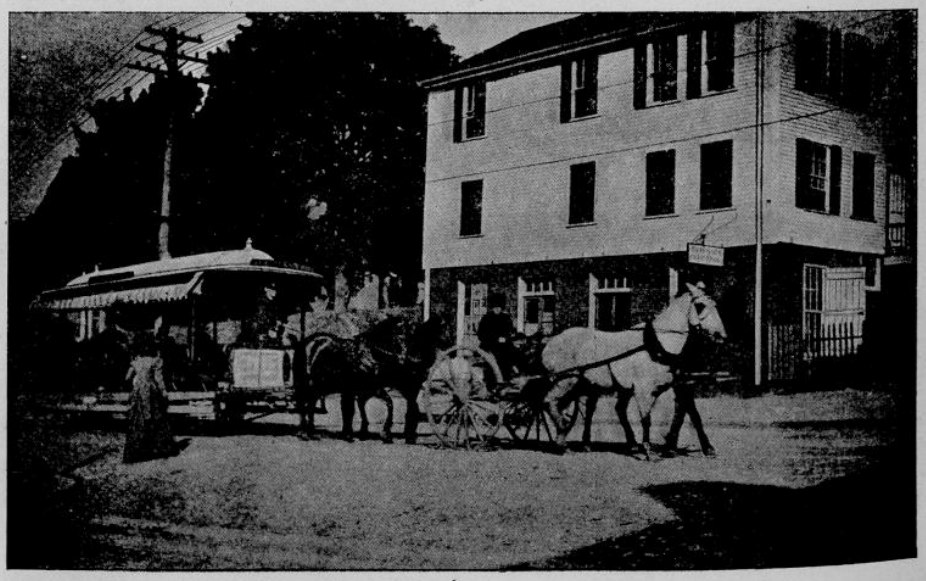


Fig. 46. — Renforcement de la puissance de traction, 1887.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de réduire la vitesse de l'armature, et on fut ainsi amené à essayer différents modes de connexion entre l'armature et l'essieu du véhicule. Dans certains systèmes, le moteur était placé sur la plate-forme et le mouvement était imprimé au véhicule à l'aide de hérissons et d'une chaîne; dans d'autres, le moteur était placé sous le véhicule, dans l'axe de celui-ci, avec son arbre disposé longitudinalement et actionnant les essieux par l'intermédiaire d'engrenages coniques. Toutes ces méthodes présentant de graves inconvénients, on finit par s'arrêter à l'emploi de roues droites. En raison de la vitesse élevée de l'armature, il fallut faire usage d'un double train réducteur, avec interposition d'un arbre de renvoi entre le pignon de l'armature et de l'essieu. La difficulté la plus sérieuse fut ensuite d'enfermer les moteurs de manière à les garantir contre l'humidité et les saletés dont l'introduction paraissait souvent déterminer le chauffage excessif des pièces frottantes. Pour remédier à cet inconvénient et réduire l'usure des roues d'engrenage, les constructeurs imaginèrent un moteur dans lequel le bâti magnétique en fer entourait complètement l'armature, le collecteur et les balais, avec des orifices munis de couvercles étanches pour faciliter l'inspection de ces organes. En même temps, la vitesse de l'armature fut suffisamment diminuée pour qu'on pût employer un seul train réducteur.

Le premier moteur employé sur du matériel de chemin de fer économique avait une puissance de 5 à 7 chevaux et était monté sur un véhicule à quatre roues. On ne tarda pas à reconnaître que cette disposition ne pouvait pas assurer le service demandé. Des vitesses plus élevées s'imposaient et, avec les fréquents arrêts nécessaires, il devint évident qu'il fallait des moteurs plus puissants pour produire une accélération rapide. La puissance des moteurs fut donc continuellement augmentée, et en 1890, on en employait deux, en montant le second sur l'autre essieu.

Le poids des trucks, des caisses et des moteurs ne cessa pas de croître et aujourd'hui, il est de pratique courante de monter deux moteurs de 35 chevaux sur un véhicule à quatre roues pesant, au total, de 9,000 à 14,000 livres (4,080 à 6,350 kilogrammes). On emploie fréquemment aussi des voitures à deux bogies, pesant de 20,000 à 40,000 livres (9,070 à 18,140 kilogrammes), avec quatre moteurs de 50 chevaux. Ces véhicules peuvent recevoir environ 70 personnes assises et remorquer une légère voiture d'attelage, offrant de son côté 30 à 40 places.

TRUCKS.

Si les améliorations de l'équipement des voitures automotrices combinées ont fait des progrès rapides, le véhicule à quatre roues ou à truck unique est resté sensiblement stationnaire. Les chemins de fer ont réclamé un truck perfectionnné, mais ils l'ont fait si mollement que les constructeurs n'ont pas tenu compte de leurs demandes. Quelques compagnies ont augmenté la longueur des voitures et emploient un matériel à double truck afin d'éviter la fatigue des caisses pendant le passage dans les courbes et les oscillations des véhicules dues au grand porte-à-faux de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caisse. Les dimensions de la voiture fermée généralement employée sur les lignes économiques sont les suivantes :

Longueur de la caisse, 18 pieds (5.486 mètres) ;
Longueur de chaque plate-forme, 3 pieds 6 pouces (1.067 mètre);
Longueur totale, 25 pieds (7.620 mètres).

Ces voitures sont généralement montées sur un seul truck, à empattement de 7 pieds (2.134 mètres). La plate-forme comprise, le porte-à-faux est donc de 9 pieds (2.743 mètres) à chaque extrémité du véhicule.

Pour les voitures ouvertes, ayant une longueur totale de 30 pieds (9.144 mètres) et montées sur le truck dont il vient d'être question, le porte-à-faux à chaque extrémité s'élève à 11 pieds 6 pouces (3.505 mètres).

Cette construction a pour conséquence des oscillations du véhicule aux points de raccordement des différentes sections du profil en long de la ligne, ou sur les dénivellations qui peuvent exister dans la voie. Souvent ces oscillations ont été assez violentes pour provoquer le déraillement des véhicules et il en est résulté des accidents graves. Un autre inconvénient sérieux de ce porte-à-faux est que si l'accès de la plate-forme d'avant de la voiture est interdit aux voyageurs, ceux-ci se pressent sur la plate-forme d'arrière, de sorte que les trois quarts du poids des voyageurs sont reportés sur la partie arrière du véhicule.

En raison de la construction du truck, lorsque la plate-forme d'arrière est abaissée de cette façon, celle d'avant remonte, l'effort de traction du moteur d'avant diminue et le moteur d'arrière doit développer un travail plus considérable. Par suite, les moteurs sont inégalement chargés et il en résulte une augmentation de leurs frais d'entretien. Afin de réduire la dépense d'entretien actuelle des caisses et des trucks, les compagnies seront obligées de monter les voitures des dimensions indiquées plus haut sur deux bogies du type moderne. Le rapporteur a la ferme conviction que si l'on continue à donner aux voitures le poids et la longueur de caisse actuels, les jours du truck unique sont comptés, tout au moins aux Etats-Unis.

ROUES.

Pendant le développement des chemins de fer économiques, et les augmentations de poids et de vitesse qui en ont été la conséquence, on s'est trop peu occupé des roues. Si aujourd'hui leur poids et leur résistance sont notablement supérieurs à ceux de l'ancienne roue de voiture de tramway, on n'a pas modifié les dimensions du boudin et du cercle de roulement, et on continue à se servir de roues à boudins de $^5/_8$ à $^3/_4$ de pouce (16 à 19 millimètres) et à cercles de roulement de 2 à 2 $^1/_2$ pouces (51 à 63 millimètres). L'expérience des chemins de fer à vapeur à voie normale a démontré que ce type de roue n'offre pas de garanties de sécurité suffisantes pour la circulation sur les lignes de banlieue ou de campagne, ni même dans les villes où les voitures marchent souvent à une vitesse élevée dans les quartiers excentriques.

Après cinquante années d'expérience, les grands chemins de fer à vapeur se sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arrêtés à un type de roue ayant un boudin de 1 1/4 pouce (32 millimètres) et un cercle de roulement de 4 pouces (102 millimètres). Il est bien vrai qu'on ne peut pas employer des roues de ces dimensions dans les villes, où les voies sont pavées, mais on pourrait toujours donner aux roues actuellement employées sur les chemins de fer économiques un boudin de 1 pouce (25 millimètres) et un cercle de roulement de 3 pouces (76 millimètres). Une telle roue pourrait atteindre sans risques une vitesse de 60 milles (96.5 kilomètres), ou davantage, à l'heure. Une des raisons qui font employer la roue actuelle sur les chemins de fer économiques est que, dans beaucoup de cas, les autorités municipales, désirant empêcher l'augmentation de la profondeur des rails n'ont pas voulu permettre aux compagnies de modifier leurs voies. Une autre raison est que les compagnies ont été fort occupées à d'autres modifications et ont tenu pour certain qu'en augmentant le poids des roues elles faisaient tout ce qui était nécessaire.

FREINS.

En présence de l'accroissement du poids et de la puissance des moteurs, et de la vitesse élevée qui est souvent atteinte sur les chemins de fer économiques au dehors des villes (dans certains cas, elle monte à 50 milles [80.5 kilomètres] à l'heure), il est devenu nécessaire d'augmenter le poids et la résistance des trucks et des essieux.

Quelques chemins de fer économiques ont muni leurs voitures lourdes de freins mécaniques actionnés soit par l'air comprimé, soit par l'électricité. L'expérience acquise avec ces véhicules lourds a démontré qu'ils devraient tous être équipés de cette manière, non seulement pour faciliter la conduite de la voiture, mais encore pour la sécurité du public.

Le frein électrique est actionné par un mouvement du levier de manœuvre principal qui isole le courant moteur du frein et change les connexions des moteurs de telle façon que les moteurs sont transformés en générateurs dont le circuit à faible tension est fermé par l'aimant du frein. Ce frein consiste en deux disques en fer dont l'un est claveté sur l'essieu et l'autre sur la boîte de l'essieu moteur. Un électro-aimant circulaire est logé à l'intérieur de ce disque. Les faces polaires de cet aimant sont en prise avec le disque lorsque le courant produit par les moteurs est envoyé dans la canalisation. Le frottement de ces deux surfaces constitue l'effort d'enrayage. Comme l'action de ce frein dépend du moment d'inertie du véhicule, on ne peut pas s'en servir pour les voitures arrêtées sur une rampe, et il faut que celles-ci soient munies en outre de freins à main en prévision de ce cas.

Le frein à air comprimé est analogue au type généralement employé sur les chemins de fer à vapeur, avec cette seule différence que le compresseur d'air est actionné soit par un excentrique calé sur l'essieu de la voiture, soit par un petit moteur électrique indépendant, actionné par le trolley.

CHAUFFAGE ET ÉCLAIRAGE DES VOITURES.

La question du chauffage et de l'éclairage des voitures automotrices électriques pour chemins de fer économiques a reçu une prompte solution. La lampe à incan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

descence convenait bien à l'usage et est employée par toutes les compagnies.

Quant à l'emploi d'appareils de chauffage électrique, il ne tarda pas à se répandre du moment que l'on eut constaté que la dépense n'était pas excessive. On se sert généralement de ces appareils, bien qu'ils soient moins économiques que les poêles placés dans les voitures.

REMISES.

Les remises des types les plus récents sont construites, autant que possible, en matières incombustibles. Les voies surmontent des fosses régnant dans toute leur longueur. Ces fosses, à leur tour, sont parcourues dans toute leur longueur par des voies sur lesquelles des vérins automobiles, montés sur de légers chariots, peuvent circuler pour aller se mettre sous un véhicule quelconque ou se porter vers l'arrière où se trouve un transbordeur. De cette façon, l'armature ou le moteur peut être retiré des trucks, réparé et remis en place moyennant une dépense minimum.

Les ateliers de réparations et les ateliers de peinture, établis à l'arrière, sont munis de voies venant du transbordeur. L'éclairage est assuré par des fenêtres latérales et des châssis vitrés supérieurs. Les voitures peuvent être lavées sur une voie quelconque.

Toutes les fosses sont en pente d'avant en arrière, tandis que toutes les voies de circulation pour les véhicules descendent d'arrière en avant.

PRIX DES PLACES ET TICKETS DE CORRESPONDANCE.

La question des tarifs est une de celles qui ont une grande influence sur le succès financier de tout chemin de fer. S'il a été démontré que le prix le plus réduit auquel un voyageur peut être transporté avec bénéfice à une distance de 5 milles (8 kilomètres) est de 5 cents (25 centimes), il a été prouvé également que sur les lignes rejoignant des localités de banlieue situées à 9 milles (14.5 kilomètres), où l'on percevait une taxe de 15 cents (75 centimes), l'exploitation se soldait chaque année par une perte, jusqu'au moment où le tarif fut ramené à 10 cents (50 centimes). Dès lors, les recettes brutes augmentèrent et la ligne fut exploitée avec bénéfice.

La plupart des compagnies ont adopté une ligne de conduite extrêmement libérale en ce qui concerne les correspondances, sur leurs réseaux relevant de l'autorité municipale. A New-York City, son application sur une grande échelle a entraîné une augmentation du trafic, tandis qu'à Chicago, où ce sont les autorités municipales qui en réglementent l'emploi, en prescrivant la délivrance d'un ticket de correspondance à tout voyageur payant sa place, on a constaté que les voyageurs qui n'utilisent pas leur correspondance donnent, en quittant la voiture, soit à titre gracieux, soit en échange d'un journal, leur ticket de correspondance aux marchands de journaux qui le revendent 2 ou 3 cents (10 ou 15 centimes) aux voyageurs qui s'embarquent. Cette réglementation arbitraire a pour résultat une grosse perte de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

recettes brutes. Il en est de même sur d'autres réseaux auxquels les autorités municipales imposent des prescriptions arbitraires.

VOYAGES D'EXCURSION.

A mesure que les réseaux de chemins de fer économiques prenaient de l'extension, les administrateurs constataient qu'en dehors de la progression naturelle du trafic régulier une forte proportion de l'augmentation totale provenait des voyages d'excursion.

Les tarifs modérés permettaient aux habitants de se servir des voitures électriques autant pour les voyages de plaisir que pour les voyages d'affaires, et c'est surtout cette circonstance qui a occasionné la plus-value considérable des recettes. Les compagnies, se rendant compte qu'en encourageant cette tendance elles pourraient lui faire prendre un grand développement, furent amenées à établir des places d'agrément et des parcs, éloignés de 2 à 6 milles (3.2 à 9.7 kilomètres) des grands centres de population. Partout la création de ces parcs a fait monter les recettes des chemins de fer; parfois même, ils se suffisent à eux-mêmes et couvrent leurs frais. Ces lieux d'agrément sont devenus partie intégrante de tout réseau de chemins de fer économiques de quelque importance, à l'exception de ceux des grandes villes où des parcs sont à la disposition du public.

FRAIS D'EXPLOITATION.

Les efforts tentés par le rapporteur pour obtenir des renseignements exacts sur les frais d'exploitation des chemins de fer économiques n'ont pas été très heureux. Les chiffres donnés ci-dessous sont empruntés aux rapports des commissaires de chemins de fer ou dus à l'expérience personnelle du rapporteur; ils concernent les États où se trouvent les principaux chemins de fer économiques et représentent les frais d'exploitation par voiture-mille (voiture-kilomètre) :

Massachusetts	de 12 à 20 cents	(0.3728 à 0.6214 franc).
New-York	de 11 à 18 —	(0.3418 à 0.5592 —).
Pensylvanie	de 12 à 20 —	(0.3728 à 0.6214 —).
Illinois	de 12 à 19 —	(0.3728 à 0.5903 —).
Indiana	de 12 à 18 —	(0 3728 à 0.5592 —).
Connecticut	de 10 à 17 —	(0.3107 à 0.3282 —).
New-Jersey	de 11 à 20 —	(0.3418 à 0.6214 —).
Californie	de 12 à 20 —	(0.3728 à 0.6214 —).
Colorado	de 12 à 20 —	(0.3728 à 0.6214 —).
Maryland	de 11 à 21 —	(0 3418 à 0.6524 —).
Virginie	de 12 à 18 —	(0.3728 à 0.5592 —).
Missouri	de 12 à 20 —	(0.3728 à 0.6214 —).

Les chiffres ci-dessus sont intéressants non seulement pour les administrateurs des chemins de fer économiques et des chemins de fer à vapeur, mais encore pour les capitalistes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a constaté la dépense la plus faible sur les lignes économiques sillonnant les grands centres de population, et la plus forte sur celles qui exploitent les petites villes ou qui traversent la campagne, parallèlement aux chemins de fer à vapeur.

Si, jusqu'à présent, ce sont les administrateurs des chemins de fer économiques qui ont sollicité des concessions de lignes électriques destinées à longer et à concurrencer les chemins de fer à vapeur, le rapporteur croit que désormais on verra les compagnies de chemins de fer à vapeur solliciter des concessions qui leur permettront de construire des chemins de fer électriques s'embranchant sur leurs grandes lignes et rejoignant de petites villes et des villégiatures situées à des distances compatibles avec une exploitation commercialement satisfaisante ; on les verra aussi solliciter des concessions qui leur permettront de construire des lignes de chemins de fer électriques dans les grands centres de population, avec des voies posées dans les rues et sur les routes et se raccordant aux grandes lignes de telle façon que les compagnies pourront organiser un service de voyageurs entre les centres des grandes villes. La circulation des trains serait, sur les routes publiques, analogue à celle des chemins de fer économiques, mais entre les villes la vitesse serait plus grande et les voyageurs pourraient, sans changer de voiture, se rendre d'une ville à l'autre dans un temps minimum.

Les compagnies de chemins de fer économiques en obtenant des mesures législatives qui leur permettaient d'empiéter sur le domaine des chemins de fer à vapeur, ont abattu les barrières qui délimitaient leurs territoires respectifs. Les compagnies de chemins de fer à vapeur empiéteront à leur tour. Le feront-elles en ennemis sûrs de vaincre, ou en amis concluant une alliance au profit mutuel ? C'est ce que l'avenir seul pourra nous apprendre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXES

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTIONNAIRE.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Division de Plymouth. De Nantasket Junction à Pemberton. De Braintree à Cohasset.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Divisions de Highland et de Hartford. De Hartford à Bristol. De Berlin à New-Britain.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Division de New-York. De Stamford à New-Canaan.	Compagnie du Pennsylvania Railroad. Embranchement de Bordentown & Mount Holly.	Compagnie du Baltimore & Ohio Railroad. Ligne de ceinture de Baltimore.
1. Faites-vous usage de traction électrique? A titre d'essai? Ou en service régulier?	Oui. Non. Oui.	Oui. En service régulier.	Oui. Non. Oui.	Oui. En service régulier.	En service régulier.
2. Décrivez d'une manière générale le système ou les systèmes que vous employez?	De Nantasket Junction à Pemberton, trolley aérien; type de construction à consoles centrales; double voie. De Braintree à Cohasset, type à troisième rail, trolley aérien aux stations.	Troisième rail, système à courant continu.	Type à trolley aérien, supports flexibles sur poteaux en bois octogonaux de 30 pieds (9.144 mètres) × 10 pouces (254 mill.) au gros bout et 8 pouces (203 mill.) en haut, portant des fils ronds 3/0 et 4/0.	Système Westinghouse.	Trolley aérien. Conducteur en fer composé de deux barres en Z de 3 × 3 pouces × 3/8 pouce (76 × 76 × 9,5 millim.), couvertes d'une tôle de 12 pouces × 1/4 pouce (305 × 6.3 mill.) comme l'indique le croquis.
3. Sur quelles lignes ces systèmes sont-ils appliqués et depuis combien de temps?	Sur la division de Plymouth, pendant la belle saison De Nantasket Junction à Pemberton, depuis cinq ans; de Nantasket Junction à East Weymouth, depuis quatre ans; de Nantasket Junction à Braintree, *viâ* East Weymouth, depuis deux ans; sur le prolongement de Nantasket Junction à Cohasset, depuis un an. Pendant la saison d'été seulement.	Sur la division de Highland, section de Hartford à Bristol, et sur la division de Hartford, section de Berlin à New-Britain, depuis deux ans et trois mois.	Sur l'embranchement de New-Canaan, division de New-York, depuis 1898.	Embranchement de Burlington, « Camden & Burlington County Railroad », division d'Amboy, Compagnie du « Pennsylvania Railroad ». Depuis juillet 1895.	Sur la division de Philadelphie du « Baltimore & Ohio Railroad » Depuis près de quatre ans.
VOIE.					
4. Indiquez la longueur des différentes lignes exploitées par traction électrique.	De Nantasket Junction à Pemberton, 7 milles (11.26 kilom.); de Braintree à Cohasset, 10.5 milles (16.9 kilom.). Le service de Pemberton est continué de Nantasket Junction à Braintree par les mêmes voies.	De Hartford à Bristol, 18 milles (28.97 kilom.); de Berlin à New-Britain, 3 milles (4.83 kilomètres).	7.66 milles (12.33 kilom.).	7.1 milles (11.43 kilom.).	Ligne de ceinture, 4 milles (6.44 kilom.) de longueur.
5. Type des rails employés et leur poids par yard?	De Nantasket Junction à Pemberton, rail à patin de 76 liv. (37.7 kilog. par mètre courant); de Braintree, rail de 6 pouces (152 millim.), pesant 100 lb. 6 in. (49.6 kilog. par mètre).	Rail Vignoles en acier, de 74 livres par yard (36.7 kilog. par mètre).	Rail Vignoles de 4 3/4 pouces (121 mill.), pesant 72 et 74 livres par yard (35.7 et 36.7 kilog. par mètre).	Rail Vignoles de 56 à 70 livres (27.8 à 34.7 kilog. par mètre).	Type A. S. C. E. (Société américaine des ingénieurs civils), de 85 livres par yard (42.2 kilogrammes par mètre).
6. Voie simple ou double?	Double voie partout.	18 milles (29 kilom.) à simple voie, 3 milles (4.8 kilom.) à double voie.	Voie unique, avec évitements.	Voie unique.	Double voie.
7. Indiquez la rampe maximum et la courbe la plus raide.	Rampe maximum sur la section de Pemberton, 10.7 p. m.; sur la section de Braintree, 6.57 p. m. Courbe la plus raide: à Braintree, 15 degrés.	65 pieds par mille (12.31 p. m.); 10 degrés.	Rampe maximum, 52.8 pieds par mille (10 p. m.); courbure la plus raide, 7 degrés.	Rampe maximum, 80 pieds par mille (15.15 p.m.). Rayon minimum, 310 pieds (94.5 mètres) à Mount Holly.	Rampe maximum, 15 p. m.; courbure la plus raide, 10 degrés.
8. Traverses en bois ou en métal?	En bois.	En bois.	En bois.	En bois.	En bois.
11. Décrivez le type de joint des rails.	Cornières normales fixées par quatre boulons de 5/8 pouce (19 millimètres).	Éclisses-cornières à quatre et à six boulons; joints en porte-à-faux.	Cornières normales fixées par quatre boulons de 3/4 pouce (19 millimètres).	Éclisse-cornière.	Joint continu.
12. Indiquez le nombre de passages à niveau.	Section de Pemberton, 9; section de Braintree, 27.	...	...	Douze.	Aucun.
USINES.					
13. Indiquez le nombre d'usines pour chaque ligne.	Une.	Une.	Une.	Une.	Une.
14. La position des usines par rapport à la ligne?	A 1 mille (1,609 mètres) de Nantasket Junction du côté de Pemberton.	A l'extrémité de la ligne de 3 milles (4,828 mètres), vers le milieu de la ligne de 18 milles (28.97 kilomètres).	A l'extrémité côté de Stamford.	A l'extrémité est de la ligne.	A une extrémité.
15. Leur puissance nominale en kilowatts?	1,100 kilowatts.	1,700 kilowatts.	600 kilowatts.	200 kilowatts, équivalant à 266 chevaux au tableau de distribution, la pression de vapeur étant de 100 livres (7 kg. par centimètre carré).	Entre 800,000 et 900,000 kilowatt heures par mois.
16. Le nombre d'unités par usine et le rendement de chaque unité?	Deux génératrices de 550 kilowatts.	Deux génératrices de 850 kilowatts chacune.	Deux génératrices de 300 kilowatts.	Une, ayant le rendement ci-dessus.	Cinq unités de 500 kilowatts chacune.
17. Le nombre et le type des chaudières de chaque usine et la puissance nominale de chacune d'elles?	Huit chaudières cylindriques tubulaires à retour de flamme de 125 chevaux chacune.	Dix chaudières tubulaires, à retour de flamme, en acier, d'une puissance nominale de 125 chevaux chacune.	Six chaudières horizontales tubulaires, à retour de flamme, 125 chevaux.	Une, type Climax, 300 chevaux.	...
18. Le nombre de chaudières en marche pour assurer le service normal?	Quatre à six.	Quatre.	Deux. Pendant la saison d'hiver, une troisième chaudière sert à chauffer les voitures de la division de New-York.	Une.	Onze.
19. Quel est le combustible employé?	Le fraisil retiré des boîtes à fumée des locomotives.	Le fraisil des locomotives.	Le fraisil retiré, dans les dépôts, des boîtes à fumée des locomotives.	Du charbon bitumineux.	De la houille bitumineuse tout-venant de Cumberland.
20. Le poids de combustible consommé par kilowatt-heure au tableau de distribution?	6 liv. (2.7 kilogrammes) quand il n'y a pas d'impuretés.	7 à 8 livres (3.2 à 3.6 kilogrammes) par kilowattheure quand il n'y a pas d'impuretés.	...	De 3.5 à 4.8 livres (1.59 à 2.18 kilogrammes).	4.53 livres (2.055 kilog.).
21. Nombre de livres d'eau vaporisée par livre de combustible?	Environ 4 1/2. Équivalent pour la houille, 9.	Environ 4.9. Équivalent pour la houille, 9.8.	4.9. Équivalent pour la houille, 9.8.	6.14 à 9.42.	En moyenne entre 9 et 10
22. Employez-vous le tirage forcé?	Des souffleurs à vapeur « Argand » sont placés dans la partie avant des fosses à piquer pour allumer le fraisil et pour servir sous les charges anormales.	Oui.	Oui, pour allumer le fraisil et sous les charges excessives.	Non.	Tirage induit.
23. Quelle est la pression de vapeur?	120 livr. par pouce carré (8.44 kg. p^{r} cent. carré).	120 livres (8.44 kilog.).	100 à 120 livres (7.03 à 8.44 kilogrammes).	130 livres (9.14 kilog.).	125 livres (8.79 kilog.).
24. Indiquez les dimensions de la cheminée.	Hauteur au-dessus des grilles: 112 p^{ds} (34.138 mètres); diamètre intérieur: 6 pieds 6 pouces (1.981 mètre).	Cheminée de 7 1/2 pieds (2.286 mètres) s'élevant à 125 pieds (37.400 m.) au-dessus des grilles.	Hauteur au-dessus des grilles: 113 p^{ds} (34.442 mètres); diamètre intérieur: 6 pieds 6 pouces (1.981 mètre).	40 pouces (1.016 mètre) de diamètre; 70 pieds (21.336 mètres) de hauteur au-dessus des grilles.	8 pieds (2.438 mètres) de diamètre; la cheminée dépasse à peine la toiture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. **A. — Essais de traction électrique sur les grands chemins de fer.**

QUESTIONNAIRE.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Division de Plymouth. De Nantasket Junction à [illegible] et Cohasset. De Braintree à Cohasset.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Divisions de Highland et de Hartford. De Hartford à Bristol. De Berlin à New-Britain.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Division de New-York. De Stamford à New-Canaan.	Compagnie du Pennsylvania Railroad. Embranchement de Bordentown & Mount Holly.	Compagnie du Baltimore & Ohio Railroad. Ligne de ceinture de Baltimore.
25. Quelle est la disposition générale de la canalisation employée pour obtenir de la vapeur sèche ? Quelle est la proportion d'eau contenue dans la vapeur ?	1° Des coudes en cuivre, partant des chaudières, débouchent dans un cylindre en fer de 16 pouces (406 mill.) placé dans la salle des chaudières. Les raccords des machines sont établis avec des coudes en fer forgé chassés dans des tuyaux qui partent du cylindre. 2° La proportion d'eau contenue dans la vapeur est de 1 p. c. au moins.	Des chaudières placées sous les machines. Des tuyaux montent des chaudières au réservoir principal et descendent aux machines.	1° Des coudes en cuivre, partant des chaudières, débouchent dans un cylindre en fer de 16 pouces (406 mill.) placé dans la salle des chaudières. Les raccords des machines sont établis avec des coudes en fer forgé chassés dans des tuyaux qui partent du cylindre. 2° La proportion d'eau contenue dans la vapeur est de 1 p. c. au moins.	Canalisation en ligne droite de la chaudière à la machine, avec purgeur fixé à la bifurcation. Proportion d'eau contenue dans la vapeur : 3.4 à 4.7 p. c.	Séparateurs et tuyaux de purge Lox & Holly.
26. L'eau de condensation qui s'accumule dans la canalisation est-elle ramenée aux chaudières ?	Oui.	Oui.	Oui.	Non.	Oui.
27. Dans l'affirmative, par quel moyen ?	Par le système de retour par gravité Holly.	Par le système de retour par gravité Holly.	Par le système de retour par gravité Holly.	...	Tuyaux de purge Holly & Lox.
28. Comment le réchauffage de l'eau d'alimentation est-il assuré ?	Par l'échappement des machines dans deux réchauffeurs Berryman horizontaux, et par l'échappement des condenseurs et des pompes alimentaires dans un réchauffeur Berryman vertical auxiliaire; tous ces réchauffeurs sont placés dans la salle des chaudières.	Par l'échappement des machines dans des réchauffeurs principaux et auxiliaires du type Berryman.	Par la vapeur d'échappement des machines, traversant un réchauffeur horizontal Berryman.	Par un réchauffeur d'eau d'alimentation Goubert du type vertical, où la vapeur d'échappement de la machine circule autour de tubes d'eau.	Réchauffeur d'eau d'alimentation Warren Webster.
29. Quelle est la température de l'eau d'alimentation à l'entrée dans les chaudières ?	180 à 212° F. (82.2 à 100° C.)	Environ 200° F. (93.3° C.)	190 à 212° F. (87.7 à 100° C.)	194 à 200° F. (90 à 93.3° C.)	Environ 210° F. (98.8° C.)
30. Indiquez le mode de construction et le type des machines à vapeur employées dans chaque usine.	Machines compound tandem à condenseurs, du type « Greene perfectionné ».	Machines cross-compound Greene à cylindres de 28 pouces et 48×48 pouces (711 mill. et 1.219 × 1.219 mètre).	Type Greene perfectionné, à simple expansion, sans condenseur.	Westinghouse, type Kodak, à connexion directe.	Une Greene, quatre Allis-Corliss. Toutes compound tandem.
31. Indiquez le diamètre des cylindres, la longueur de la course, le nombre de tours par minute, la longueur et le diamètre de l'arbre, le poids et le diamètre du volant.	Cylindre H. P., diamètre, 20 pouces 5/8 mill.); cylindre B. P., diamètre, 38 pouces (965 mill.); course des pistons, 48 pouces (1.219 met.; nombre de tours par minute, 100; longueur de l'arbre entre les paliers, environ 10 pieds (3.048 mètres); diamètre de l'arbre au milieu, 18 pouces (457 mill.); [illegible]	Diamètres des cylindres, 28 et 48 pouces (711 mill. et 1.219 mètre); course des pistons, 48 pouces (1.219 mètre); 100 tours par minute. Diamètres de l'arbre : 18 pouces × 2.16 pieds (457 × 658 mill.). Volant : poids, 55 tonnes (49,900 kilog.); diamètre, 18 pieds (5.486 mètres).	Diamètre des cylindres, 26 pouces (660 mill.); longueur de la course, 48 pouces (1.219 mètre); nombre de tours par minute, 100; longueur de l'arbre entre les fusées, environ 9 pieds 6 pouces (2.895 mètres); diamètre de l'arbre, 16 pouces (406 mill.); poids du volant, 45,000 livres (20,410 kilog.); diamètre du volant, 18 pieds [illegible]	Diamètre du cylindre H. P., 18 pouces (457 millim.); du cylindre B. P., 30 pouces (762 mill.; course, 16 pouces (406 millim.); tours par minute, 250; diamètre de l'arbre, 8 pouces (203 millim.); poids du volant, 9,700 livres (4,400 kilog.); diamètre du volant, 13 1/2 pieds (4.115 mètres).	Machine Allis : cylindres de 21 et 40 × 42 pouces (0.610 et 1.016 × 1.067 mètre); nombre de tours par minute, 100; longueur de l'arbre, 15 pieds 6 pouces (4.724 mètres); diamètre de l'arbre, 16 pouces (406 millim.). Poids du volant, environ 18 tonnes (16,330 kilog.); diamètre du volant, 18 pieds (5.486 mètres).
[illegible]	[illegible] sur la route, côté eau de l'antique pompe de circulation à vapeur; on n'emploie pas de pompe à air séparée.				
33. La commande des génératrices est-elle directe ou par courroies ?	Commande directe.	Commande directe.	Commande directe.	Commande directe.	Commande directe.
34. Combien d'usines produisent du courant continu ?	Une.	...	Une.	Une.	...
35. Quel est le voltage à l'usine sous pleine charge ? A vide ?	Sous pleine charge, 700 volts; à vide, 650 volts.	700 et 650.	550 volts sous pleine charge, 500 volts à demi-charge.	550 volts, 500 volts.	750 volts en tout temps.
36. Emploie-t-on, dans l'usine, des « boosters » (survolteurs) ou tout autre appareil servant à augmenter le voltage d'un « feeder » ou de certains feeders déterminés ?	Non.	Non.	Non.	Non.	Oui.
37. Dans l'affirmative, comment sont-ils actionnés ?	...	...	...	...	Par un moteur.
38. Quels sont les appareils employés pour protéger les génératrices contre les décharges de la foudre ?	Des parafoudres à dérivation du type G. E. M. D., placés dans l'usine, et des parafoudres du type G. E. M. D., sur la ligne de poteaux, dont un en face de l'usine.	Des parafoudres à dérivation G. E.	Dans l'usine, des parafoudres du type G. E. M. D., et sur la ligne de poteaux, quatre parafoudres du même type.	Des parafoudres et un réservoir.	Des parafoudres *General Electric*.
39. La foudre a-t-elle occasionné des dégâts dans les usines actionnant un troisième rail seulement, sans emploi de conducteurs aériens ?	Non.	Non.	...	...	...
40. Employez-vous des batteries d'accumulateurs ?	Non.	Oui, pour l'éclairage seulement.	Pour l'éclairage seulement.	Non.	Non.
41. Dans l'affirmative, prière de décrire les appareils employés pour les charger.	...	Un moteur générateur transformant le courant continu de 650 en 150 volts. Dans les petites installations on fait aussi cette transformation directement au moyen d'un rhéostat.	Un moteur générateur d'une puissance de 25 kilowatts, à liaison directe.	Il n'en est pas employé.	...
42. Une partie quelconque de la force motrice de l'usine est-elle employée à d'autres usages, tels que l'alimentation des lampes électriques des stations de passage ou la commande de moteurs fixes servant au chauffage, à la ventilation ou à d'autres usages mécaniques ?	Une série de lampes à arc en série dans l'usine, et des lampes à incandescence dans la remise des voitures de l'usine; de plus une station sur la ligne.	Oui. Pour éclairer des stations de voyageurs, des halles à marchandises, etc., et pour éclairer et chauffer les véhicules.	Oui. Pour éclairer la station de voyageurs de Stamford et les halles à marchandises; de plus, pendant la saison d'hiver, une chaudière est employée à chauffer les voitures de la division de New-York.	Pour l'éclairage électrique de l'usine même et de la station de Mount Holly.	Oui.

XIX 62

XIX 63

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. *A.* — Essais de traction électrique sur les grands chemins de fer.

QUESTIONNAIRE.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Division de Plymouth. De Nantasket Junction à Pemberton. De Braintree à Cohasset.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Divisions de Highland et de Hartford. De Hartford à Bristol. De Berlin à New-Britain.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Division de New York. De Stamford à New-Canaan.	Compagnie du Pennsylvania Railroad. Embranchement de Bordentown & Mount Holly.	Compagnie du Baltimore & Ohio Railroad. Ligne de ceinture de Baltimore.
CONDUCTEURS.					
1. — *Conducteurs positifs.*					
43. Indiquez la position du conducteur de prise de courant par rapport à la voie.	Sur la section de Pemberton, les conducteurs sont aériens. Sur la section de Braintree, ils sont posés sur des blocs entre les rails des voies. Ils franchissent les stations par une construction en dessus.	Dans l'axe de la voie, sur les traverses.	Conducteurs aériens, non divisés en sections isolées.	Conducteurs aériens.	Conducteurs aériens.
44. En quel métal sont-ils établis?	Sur la section de Pemberton, en cuivre. Sur la section de Braintree, en acier.	En acier. Poids : 100 liv. par yard (49,6 kilog. par mètre courant).	En fil de cuivre rond, n°s 3/0 et 4/0 B. & S.	En cuivre.	En fer, avec « feeders » en cuivre.
45. Si le conducteur est aérien, comment est-il supporté et isolé?	Sur la section de Pemberton, le conducteur est porté par des consoles à agrafage mécanique montées sur des bras transversaux en fer cornière boulonnés à des poteaux disposés entre les voies. Dans les gares, où les poteaux sont éloignés de la voie, on les remplace par des fermes en acier.	...	Sur des consoles à tendeurs flexibles.	Suspension transversale.	Le conducteur est porté par des chainettes fixées à des colonnes verticales. Isolateurs coniques.
46. Si le conducteur est aérien, décrivez les poteaux employés, leur espacement et la manière de les fixer dans le sol.	Poteaux en pin de Géorgie équarri, de 30 pieds (9,144 mètres) de longueur, 12 × 14 pouces (305 × 356 mill.) en bas, 10 × 12 pouces (254 × 305 mill.) en haut; espacés de 90 pieds (27,431 mètres) en alignement droit, et de 60 à 90 pieds (18,288 à 27,431 mètres) en courbe; plantés dans des caisses de 6 pieds (1,829 mètre) de profondeur et 3 × 4 pieds (0,914 × 1,219 mètre) de section, remplies de béton de ciment.	...	Poteaux en pin de Géorgie, de section octogonale de 10 pouces (254 mill.) de côté en bas, de 8 pouces (203 mill.) en haut et de 30 pieds (9,144 mètres) de longueur, plantés à même dans le sol; lorsque la terre est friable, ils sont placés dans des cylindres remplis de pierres ou de béton de ciment.	Poteaux en noyer, de 12 pouces (305 mill.) en bas, 8 pouces (203 mill.) en haut, espacés de 100 pieds (30,48 mètres) et suffisamment hauts pour que le fil à trolley se trouve à 22 pieds (6,70 mètres) au-dessus de la voie.	*Voir*, pour la description des poteaux, le n° 68. Les poteaux sont plantés dans le sol, dans un lit de béton.
47. Quels moyens employez-vous pour protéger la ligne contre la foudre?	Des parafoudres du type G.E.M.D. placés sur des poteaux.	...	Quatre parafoudres sur poteaux.	Des parafoudres.	Des parafoudres espacés d'un demi-mille (805 mètres).
48. Si le conducteur de prise de courant n'est pas aérien, indiquez sa position par rapport aux rails de circulation.	Sur la section de Braintree, un troisième rail de profil A, pesant 93 et 100 livres par yard (46,1 et 49,6 kilog. par mètre courant) est posé sur des dés de bois créosotés entre les rails de circulation. Les dés sont fixés aux traverses par des crampons. Les rails ne sont pas attachés.	A mi-chemin entre les rails, et les dépassant, en plan, de 1 pouce (25 mill.).	...	...	...
49. S'il n'est pas en cuivre, indiquez la conductibilité du métal employé, en fonction de celle du cuivre.	Acier ayant une teneur en carbone de 0,50 à 0,80 p. c. et une conductibilité de 1/8 à 1/9 de celle du cuivre.	Environ 1/8 de celle du cuivre d'égale section.	...	...	...
51. Mode de support et d'isolation	Rail posé sans attaches sur des blocs de bois créosotés, fixés par des crampons aux traverses entre les rails de circulation.	Posé et isolé sur des blocs de bois dur créosotés fixés aux traverses.	...	...	...
52. Décrivez les appareils spéciaux employés aux passages à niveau, changements de voie, croisements, etc.	Aux passages à niveau, les lacunes du rail sont comblées par un câble en cuivre au [2.800.000 « circular mils » (14,19 centimètres carrés)] pour chaque rail), posé dans des tubes en bois créosoté remplis d'un mélange et logés eux-mêmes dans des caisses remplies du même mélange. On procède de même aux changements de voie. Dans les stations, on emploie le câble aérien et le trolley.	Les rails conducteurs s'arrêtent de chaque côté des passages à niveau et de changements de voie, et de gros conducteurs en cuivre, passant sous terre dans un conduit en bois isolé, relient les deux extrémités.	...	...	...
53. Le rail conducteur est-il partagé en sections reliées automatiquement au courant d'alimentation par la voiture automotrice, ou est-il continu dans toute sa longueur?	Non.	Rail continu.	...	...	...
54. S'il est partagé en sections, quelle est la longueur des sections?	...	...	...	...	...
55. Décrivez les aiguilles automatiques et la manière de les manœuvrer.	...	...	...	...	...
56. Quelle est votre méthode d'accouplement des rails conducteurs? Décrivez les liaisons.	Liaisons en cuivre étamé de 4 × 12 pouces × 1/8 de pouce (102 × 305 × 3,2 mill.) insérées sur chaque aile du rail de profil A entre la face inférieure de l'aile et les éclisses. Eclisses de 4 × 12 pouces × 5/8 de pouce (102 × 305 × 16 mill.). Surface de contact des liaisons, 82 pouces carrés (529 centimètres carrés).	Les liaisons consistent en deux bandes en cuivre rectangulaires, étamées, de 4 pouces (102 mill.) de largeur, sur 12 pouces (305 mill.) de longueur, maintenues en dessous par des bandes en fer semblables de 3/8 de pouce (9,5 mill.) d'épaisseur et par 16 boulons. Surface de contact, 82 pouces carrés (529 centimètres carrés).	...	...	Liaison dite « Chicago bond ».
57. Ces liaisons ont-elles une conductibilité égale à celle du rail, ou y a-t-il perte de charge aux joints?	1° Oui. 2° Pas de perte aux joints.	Oui, il n'y a pour ainsi dire pas de perte.	..	...	Conductibilité égale.
58. Quelle est la perte par mille, en ampères, en temps humide et en temps sec?	Environ 4 ampères par mille (2,5 par kilom.) en temps humide et 1/2 ampère par mille (0,3 par kilom.) en temps sec.	1/2 ampère par mille (0,3 par kilom.) en temps sec, 4 ampères (2,5 par kilom.) en temps humide.	A l'état neuf et en temps humide, 1/1000 d'ampère.	...	Demi-ampère par mille (0,3 ampère par kilom.).
59. Si vous vous servez des « feeders », indiquez leur position et leur métal employé.	Le troisième rail de la section de Braintree est alimenté depuis l'usine de Nantasket Jc. (A 1 mille — 1,609 mètres) par des câbles en cuivre nus aériens de 800,000 et 500,000 « circular mils » (4,05 et 2,53 centimètres carrés) de surface, avec le concours d'un « feeder » composé de vieux rails, placé sur le côté de la voie.	Il n'en est pas employé.	« Feeders » en cuivre nus sur isolateurs en verre placés sur des bras transversaux. « Feeders » de 300,000 et 500,000 « circular mils » (1,52 et 2,53 centim. carrés) de surface et en fil de cuivre étiré tendre, nu, n° 4/0.	...	« Feeder » en cuivre posé sur le conducteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. — *A.* — Essais de traction électrique sur les grands chemins de fer.

QUESTIONNAIRE.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad — Division de Plymouth. De Nantasket Junction à Pemberton. De Braintree à Cohasset.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad — Divisions de Highland et de Hartford. De Hartford à Bristol. De Berlin à New-Britain.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad — Division de New-York. De Stamford à New-Canaan.	Compagnie du Pennsylvania Railroad. Embranchement de Bordentown & Mount Holly.	Compagnie du Baltimore & Ohio Railroad. Ligne de ceinture de Baltimore.
60. S'ils sont en acier et placés près de la voie, comment sont-ils supportés et isolés?	Deux rails en acier de 60 livres (29,75 kilog. par mètre) reunis par des boulons traversant leurs patins et placés sur des poteaux d'environ 24 pouces (610 mill.) de hauteur, espacés de 10 en 10 pieds (3,048 mètres) sur le côté de la plate-forme. Le conducteur est recouvert de madriers créosotés.	...	...	...	...
61. En quel point viennent-ils alimenter le conducteur de prise de courant?	A Nantasket Junction, à 1 mille (1,609 kilom.) de l'usine.	...	Environ tous les 1,000 pieds (304 mètres), un seul « feeder » de 500,000 circular mils (2,53 cent. carrés) s'étendant sur une longueur de 6 milles (9,656 kilom.) pour alimenter les conducteurs.	...	...
62. Quelle est la résistance par mille du conducteur de prise de courant?	0,044 ohm (0,027 par kilomètre).	0,042 ohm (0,026 par kilomètre).	...	...	...
2. — *Conducteurs négatifs ou conducteurs de retour.*					
63. La terre prête-t-elle un concours appréciable au circuit de retour?	Non.	Non.	Non.	Oui.	Non.
64. Décrivez les liaisons employées et la méthode d'accouplement des rails de circulation.	Liaisons en feuilles de cuivre, établies avec des têtes en cuivre forgées au pilon ; ces têtes sont retenues dans des trous percés dans les patins des rails par des chevilles coniques chassées d'en haut dans les têtes des liaisons. Liaisons insérées par en bas dans des trous percés dans le patin. Quatre liaisons par joint : deux de 4 1/2 pouces (115 millim.) de longueur ; deux de 10 1/2 pouces (267 millim.) de longueur. Section transversale totale, 1,100,000 circular mils (5,57 cent. carrés). On emploie aussi un type plus ancien de liaison, établi avec du cable en cuivre n° 0000 (deux par joint), avec têtes de 5/8 de pouce (15,9 millim.) rivées par en bas dans les patins des rails.	Les liaisons sont au nombre de quatre; elles sont en feuilles de cuivre, flexibles, et attachées aux patins des rails par des oreilles, ménagées sur les liaisons, qui s'engagent dans des trous du patin. Ces oreilles sont ensuite engagées et retenues dans les trous par des chevilles en acier traversant un plus petit trou percé dans les oreilles.	Les joints de rails sont accouplés par deux liaisons en feuilles de cuivre de 4 1/2 pouces (115 millim.) de longueur et deux liaisons en feuilles de cuivre de 10 1/2 pouces (267 millim.) de longueur, munies de têtes fixées dans des trous du patin du rail par des chevilles en acier en forme de coin ou coniques chassées par en haut. Les liaisons se trouvent en-dessous du rail. Section transversale totale, 1,100,000 circular mils (5,57 centim. carrés).	Liaisons en cuivre n° 0000. Liaisons transversales en cuivre n° 00.	Deux « Chicago bonds » n° 0000.
65. Ces liaisons ont-elles une puissance de transport égale à celle des rails qu'elles réunissent?	Oui.	Oui.	Oui.	Non.	...
Y a-t-il des conducteurs négatifs spéciaux ou ailleurs des rails de circulation?	Non.	Non.	...	Un fil de retour n° 0 et des liaisons transversales.	Un conducteur en cuivre de 1,000,000 circular mils (5,07 cent. carrés).
68. Dans l'affirmative, veuillez en donner la description.	...	...	...	...	...
69. Quelle est la chute maximum du voltage de la ligne au point le plus éloigné de l'usine sous charge maximum?	Chute momentanée de 350 volts à Braintree.	Environ 50 p. c.	...	55 p. c.	...
70. Quelle est la proportion de la chute dans les conducteurs positif et négatif, les conditions étant celles indiquées précédemment?	La chute dans le conducteur négatif est d'environ 50 p. c. de la chute dans le conducteur positif sur la section de Braintree.	2/3 dans le conducteur positif, 1/3 dans le conducteur négatif.	...	...	...
71. Quel est le rendement moyen de la ligne?	Rendement moyen sous les charges maximums de la section de Braintree : 70 p.c. Rendement moyen sous les charges maximums de la section de Pemberton : 75 p. c.	Environ 75 p. c.	...	Satisfaisant.	...
MATÉRIEL ROULANT.					
72. Employez-vous des locomotives électriques ou des voitures automotrices à voyageurs? Employez-vous des voitures d'attelage? Si oui, combien?	1° Des voitures automotrices à voyageurs; 2° oui; 3° une à quatre voitures d'attelage ouvertes, de 12 tonnes (10,890 kilog.); une à trois voitures fermées, de 27 tonnes (24,500 kilog.) et une à trois voitures fermées, de 30 tonnes (27,220 kilog.).	Voitures automotrices à voyageurs et voitures d'attelage. De une à quatre.	Voitures automotrices mixtes, à voyageurs et bagages. Des voitures d'attelage sont employées. Une et deux.	Voitures automotrices à voyageurs. Des voitures d'attelage sont employées. Une ou deux.	Locomotives, trois.
73. Combien avez-vous de voitures automotrices ou de locomotives en service? Indiquez leur poids à vide et le nombre de places offertes.	Pour le service régulier entre Braintree et Pemberton, six voitures automotrices ouvertes, de 33 tonnes (29,940 kilog.); entre Braintree et Cohasset, deux voitures mixtes à quatre moteurs, de 48 1/2 tonnes (44,000 kilog.). Nombre de places offertes : 96 dans les voitures ouvertes de 33 tonnes (29,940 kilog.); 45 à 50 dans les voitures mixtes à quatre moteurs.	Quatre à la fois. Les voitures automotrices ouvertes pèsent 66,350 livres (30,100 kilog.); nombre de places offertes, 96. Les voitures automotrices fermées pèsent 81,000 livres (36,740 kilog.); nombre de places offertes, environ 70.	Deux. Poids total, 50,000 livres (22,680 kilog.). Places offertes, 40.	Trois. 52,000 livres (23,590 kilog.). Nombre de places offertes, 50.	Trois, pesant chacune 97 tonnes (88,000 kilog.).
74. Indiquez la puissance nominale des locomotives ou voitures automotrices.	Matériel à deux moteurs (voitures ouvertes), 350 chevaux; matériel à quatre moteurs (voitures mixtes), 700 chevaux.	350 chevaux.	Puissance nominale, 320 chevaux.	200 chevaux.	1,000 chevaux chacune.
75. Quelle est la disposition générale du mécanisme, c'est-à-dire le type et le nombre des moteurs par véhicule, la puissance de chaque moteur, ses tours par minute [illegible] à la vitesse normale et son poids?	Deux moteurs « G.E. 55 » sur un truck des voitures à deux moteurs et sur chaque truck des voitures à quatre moteurs. Puissance nominale des moteurs G. E. 55, 175 chevaux sous 550 volts. Tours par minute, 700 à 1,000.	Deux moteurs « G.E. 55 » par voiture, l'un et l'autre sur un seul truck. Puissance nominale, 175 chevaux. Chaque moteur pèse 5,000 livres (2,270 kilog.) et fait environ 1,000 tours par minute à vitesse normale.	Deux moteurs sur un truck, type « G. E. 55 ». Chaque moteur [illegible] à une puissance nominale de 160 chevaux sous 500 volts. Vitesse normale, 760 tours par minute. Poids, avec les engrenages et leurs enveloppes, 5,415 livres (2,456 kilog.).	Moteur spécial Westinghouse. Une voiture à quatre moteurs de 50 chevaux, dont un sur chaque essieu, et deux ont deux moteurs de 100 chevaux chacun, dont un sur chaque boggie. Vitesse normale, 1,000 tours par minute. Poids, environ 3,500 livres (1,590 kilog.).	Quatre moteurs, de 250 chevaux chacun, par locomotive.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTIONNAIRE.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Division de Plymouth. De Nantasket Junction à Pemberton. De Braintree à Cohasset.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Divisions de Highland et de Hartford. De Hartford à Bristol. De Berlin à New-Britain.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. Division de New York. De Stamford à New-Canaan.	Compagnie du Pennsylvania Railroad. Embranchement de Bordentown & Mount Holly.	Compagnie du Baltimore & Ohio Railroad. Ligne de ceinture de Baltimore.
76. Nombre de trucks? Nombre et diamètre des roues du véhicule? Nombre de roues utilisées pour la traction?	1° Deux; 2° huit roues de 36 pouces (914 millimètres); 3° matériel à deux moteurs, quatre roues; matériel à quatre moteurs, huit roues.	Deux bogies, huit roues de 37 pouces (940 millimètres), dont quatre sont utilisées pour la traction.	Deux bogies. Diamètre des roues, 36 pouces (914 millimètres). Nombre d'essieux moteurs, deux. Nombre de roues motrices, quatre.	Deux bogies, huit roues de 36 pouces (914 millimètres). Voitures à quatre moteurs de 50 chevaux, à adhérence complète. D'autres véhicules utilisent pour la traction une paire de roues de chaque bogie.	Deux bogies; diamètre des roues, 62 pouces (1,575 mètre). Adhérence complète.
77. Les armatures des moteurs sont-elles montées directement sur les essieux ou l'entraînement se fait-il par des engrenages?	Train réducteur simple.	Transmission par engrenages.	Transmission par engrenages.	Transmission par engrenages.	L'armature est montée sur l'essieu.
78. Quel est le diamètre des essieux moteurs?	6 1/2 pouces (165 millim.).	Portée de calage du pignon, 8 pouces (203 millim.) de diamètre; portée de calage des roues et fusées du moteur, 6 1/2 pouces (165 millim.). Fusées, 5 1/2 × 9 pouces (140 × 229 millimètres).	Diamètre des essieux moteurs, 6 1/2 pouces (165 millimètres).	5 1/4 pouces (133 millimètres).	8 pouces (203 millimètres).
79. Quel est le poids total sur roues motrices, c'est-à-dire le poids adhérent?	Matériel à deux moteurs, 38,500 livres (17,460 kilogrammes); matériel à quatre moteurs, 87,000 livres (44,000 kilogrammes).	Voitures ouvertes, 39,600 livres (17,960 kilogrammes). Voitures fermées, 47,000 livres (21,320 kilogrammes).	36,000 livres (16,329 kilogrammes).	Environ 52,000 livres (23,590 kilogrammes).	97 tonnes (88,000 kilogrammes).
80. Quel est le mode d'enroulement des moteurs?	Enroulement en série. Armatures, 1 tour; bobines d'inducteur, deux grandes de 62 tours chacune, deux petites de 29 tours chacune.	Enroulement sur tambour en série à quatre pôles.	Enroulement du moteur en série. Quatre bobines d'inducteur en série. Armature, 1 tour. Grandes bobines d'inducteur, 62 tours chacune. Petites bobines d'inducteur, 29 tours chacune.	Enroulement spécial Westinghouse.	...
81. Les moteurs sont-ils supportés d'une façon quelconque par le châssis du truck?	Non.	Non.	Les moteurs reposent sur des pattes portant sur les ressorts de balanciers indépendants, ces ressorts étant attachés au bâti du moteur, sous les fusées des essieux.	Oui.	Oui.
82. Comment les moteurs sont-ils suspendus?	Les moteurs reposent sur des pattes portant sur les ressorts de balanciers indépendants, ces ressorts étant attachés au bâti des moteurs, sous les fusées des essieux.	Deux robustes balanciers, portés à leurs extrémités par des chapes articulées avec le bâti du moteur au droit des essieux, s'étendent d'un essieu à l'autre. L'arrière des moteurs repose sur ces barres.	...	L'arrière du moteur est porté par les pièces d'entretoisement du truck, et l'avant par les essieux.	Ressorts et tampons.
83. En étudiant les moteurs ou les trucks, a-t-on prévu des facilités spéciales pour le renouvellement rapide des organes; remplacement d'une armature ou autre travail de réparation?	Le châssis du truck peut être levé de dessus les moteurs, les roues et les balanciers des moteurs; ou bien les moteurs peuvent être descendus sur le sol.	Le châssis du truck peut être levé, de sorte que les roues, les essieux, les moteurs et leurs organes de suspension peuvent être enlevés par en dessous.	La caisse peut être levée et les moteurs reposent alors sur leurs balanciers indépendants. On peut facilement détacher un moteur avec sa paire de roues.	Les enveloppes sont divisées en deux parties, dont l'une s'abaisse pour permettre de retirer l'armature.	Non.
84. Quel est le système de contrôle?	Réglage série parallèle.	Réglage série parallèle.	Réglage série parallèle.	Réglage série parallèle.	Réglage série parallèle.
86. Décrivez l'appareil contrôleur.	Un contrôleur, série parallèle du type G. E. L. 2, est placé sur chaque plate-forme et communique avec les moteurs et les boîtes de résistance sous les voitures.	Contrôleur G. E. L. 2.	Contrôleur, série parallèle du type G. E. L. 2 à chaque extrémité du véhicule, sur la plate-forme.	Contrôleurs spéciaux Westinghouse.	Contacts montés sur un cylindre tournant; coupe-circuits (magnétiques) sur le côté.
87. Forme et nature de la résistance	Boîtes de résistance type P. R. de la Compagnie générale électrique, composées d'étampures de ruban en fer forgé.	Boîte de résistance P.R. de la *General Electric*, en rubans de fer empilés.	Boîtes de résistance en ruban de fer, type P. R. de la *General Electric Co.*	Diverseurs.	Bande de métal blanc.
88. Quel système de frein employez-vous? Est-il satisfaisant?	Frein à air comprimé automatique Westinghouse, avec compresseur commandé par moteur, et contrôleur de compresseur, l'un et l'autre du système Christensen. Résultats satisfaisants.	Frein à air comprimé automatique Westinghouse. Compresseur à moteur indépendant. Oui.	Cylindre à frein et triple valve Westinghouse. Robinet de manœuvre Christensen. Frein à air comprimé automatique.	Frein à air Westinghouse. Oui.	Système de frein à air Westinghouse. Satisfaisant.
89. Décrivez les signaux d'alarme employés: sifflets ou cloches, et leur mode de fonctionnement.	Gongs du poids des cloches de locomotives normales, fixés à des rails de main courante aux extrémités des voitures, et sifflets harmoniques à trois notes, actionnés par l'air comprimé.	Grand gong de 18 pouces (457 millim.), manœuvré par le pied. Grand sifflet harmonique, actionné par l'air comprimé, à la pression de 80 à 90 livres par pouce carré (5.6 à 6.3 kilog. par centimètre carré).	Gongs du poids des cloches de locomotives normales et sifflets harmoniques à trois notes.	Cloche de machine sur le haut de la voiture.	Sifflets actionnés par l'air comprimé. Cloches manœuvrées à la main.
90. Décrivez les appareils collecteurs de courant employés sur les voitures automotrices.	Chaque voiture automotrice est munie de deux trolleys aériens et de deux patins de 3e rail. Les tiges de trolley, en tubes d'acier coniques, sont maintenues relevées par une tension de ressort de 28 à 30 livres (12.7 à 13.6 kilog.) La roulette a 5 pouces (127 millim.) de diamètre; elle se compose d'un corps en alliage et de boudins en acier, constituant une gorge carrée et un cercle de roulement plat. Les patins sont en fonte et sont portés par des maillons en fonte sous chaque pivot; leur surface est de 14 pouces × 2 1/2 pouces (356 × 63 millim.) et ils restent appuyés sur le rail par l'action de leur propre poids.	Patins en fonte d'environ 14 pouces (356 millimètres) de longueur et pesant environ 28 livres (12.7 kilog.), suspendus par des maillons à un support isolé. Deux par voiture.	Bras de trolley en acier, de 15 pieds (4.572 mèt.) portant une roulette spéciale de 5 pouces (127 millim.), formée d'un corps en alliage et de rebords en acier; gorge large et droite; cercle de roulement plat.	Roulette de trolley et balais en carbone.	Patins en bronze, deux en série, ayant environ 24 pouces (610 millim.) de longueur et 5 pouces (127 millim.) de largeur, en pointe à chaque extrémité.
91. Méthodes de chauffage et d'éclairage?	Le chauffage est inutile pendant les mois où ce système est en application. Toutes les voitures sont éclairées par des lampes à incandescence de 16 bougies, montées en série par groupes de cinq ou six lampes.	Appareils de chauffage électriques, avec fils de résistance logés dans de l'émail. Vingt-quatre à trente lampes à incandescence de 16 bougies, à fil en série de 5 pouces (152 millim.) par voiture.	Chauffage par appareils électriques type « National ». Éclairage par lampes à incandescence de 16 bougies.	Par l'électricité.	Pas de chauffage. Éclairage fourni par le circuit du moteur.
92. Employez-vous sur les voitures automotrices des appareils spéciaux pour enlever la neige de la voie ou la neige et le grésil du rail conducteur ou du fil à trolley?	Non.	Chasse-neige sous les plates-formes des voitures, avec balais de rotin sur l'arête inférieure. De plus, balais en acier sur le rail conducteur.	Non.	Chasse-neige sur la voiture et roue chasse-grésil sur le fil.	Non.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A. *A.* — Essais de traction électrique sur les grands chemins de fer.

QUESTIONNAIRE.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. — Division de Plymouth. De Nantasket Junction à Pemberton. De Braintree à Cohasset.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. — Divisions de Highland et de Hartford. De Hartford à Bristol. De Berlin à New-Britain.	Compagnie du New York, New Haven & Hartford Railroad. — Division de New-York. De Stamford à New-Canaan.	Compagnie du Pennsylvania Railroad. Embranchement de Bordentown & Mount Holly.	Compagnie du Baltimore & Ohio Railroad. Ligne de ceinture de Baltimore.
EXPLOITATION.					
93. Nombre et type des voitures et poids total de chaque train en service régulier?	Section de Pemberton : voitures automotrices ouvertes, à deux moteurs, de 33 tonnes (29,940 kilog.), à seize banquettes, pour le service régulier de demi-heure en demi-heure. Poids moyen d'un train d'une voiture automotrice ouverte et de deux voitures d'attelage ouvertes, 60 tonnes (54,420 kilog). Section de Braintree : même matériel, service de demi-heure. Service exceptionnel : deux trains d'une voiture automotrice de 48 1/2 tonnes (44,000 kilog.) et de deux ou trois voitures de 30 tonnes (27,220 kilog.) chacun. Poids moyen : 130 tonnes (117,935 kilogrammes).	Service ordinaire : une voiture automotrice et une voiture d'attelage. Le train d'été pèse environ 46 tonnes (41,730 kilog.), et le train d'hiver, 70 tonnes (63,500 kilogrammes).	Une voiture automotrice de 50,000 livres (22,680 kilog.), une ou deux voitures fermées pesant chacune 29,000 livres (13,150 kilog.), une ou deux voitures d'attelage ouvertes, à 70 places, pesant environ 27,000 livres (12,250 kilog.) chacune.	Trois voitures automotrices. De 52,000 à 156,000 livres (23,590 à 70,760 kilog.) environ.	Un train de marchandises ordinaire pèse environ 1,400 tonnes (1,270 tonnes métriques). Wagons du type normal.
94. Temps réglementaire et longueur de parcours de chaque train?	De Pemberton à Braintree, 15.7 milles (25.3 kilom.); temps prescrit, 51 minutes; de Cohasset à Braintree, 11.5 milles (18.5 kilomètres), temps prescrit, 34 minutes.	De Hartford à Bristol, 18 milles (29 kilom.) en 40 minutes, cinq arrêts. De Berlin à New Britain, 3 milles (4.8 kilomètres), 7 minutes, sans arrêt.	Distance : 7.66 milles (12.33 kilom.). Temps prescrit : 17 à 20 minutes.	Environ 20 minutes pour 7.1 milles (11.4 kilom.).	Pas de temps prescrit. Longueur du parcours : 4 milles (6.4 kilom.).
95. Vitesse normale en palier et en rampe?	Trains de 60 tonnes (54.4 tonnes métriques), en palier : environ 40 milles (64 kilom.) à l'heure; trains de 60 tonnes, en rampe : à partir de 30 milles (48 kilomètres) à l'heure. Trains de 130 tonnes (118 tonnes métriques), en palier : 35 milles (56 km.) à l'heure; trains de 130 tonnes, en rampe : 25 milles (40 kilomètres) à l'heure.	En palier : 35 à 40 milles (56 à 64 km.) à l'heure. En pente : 50 à 60 milles (80 à 96 kilomètres). En rampe : 15 à 20 milles (24 à 32 kilomètres).	33 milles (53 kilom.) à l'heure en palier, 25 à 30 milles (40 à 48 kilom.) en rampe.	Environ 21 milles (34 kilomètres) à l'heure.	Vitesse en palier : 15 milles (24 kilomètres) à l'heure; en rampe : 10 milles (16 kilomètres).
96. Nombre maximum de voitures automotrices ou de trains pouvant circuler en même temps sur la ligne?	Douze trains de poids variable.	Environ six trains ordinaires.	Deux.	Trois.	Un.
97. Dépense moyenne d'énergie par chaque train à la vitesse moyenne, en kilowatts mesurés sur la voiture?	Train de 60 tonnes (54.4 tonnes métriques) : 75 kilowattheures. Train de 130 tonnes (117 tonnes métriques) : 150 kilowattheures.	75 kilowatts.	70 kilowatts en moyenne	...	Pas d'appareil enregistreur.
98. Nombre de kilowattheures par train-mille, mesuré sur la voiture?	Train de 60 tonnes (54.4 tonnes métriques) : 2 kilowattheures (1.86 par train-kilomètre); train de 130 tonnes (118 tonnes métriques), 4.1 watt-heures (2.7 par tonne-km.)	Environ 2 1/2 kilowattheures (1.55 par train-kilomètre) pour le train ordinaire.	De Stamford à New-Canaan, 2.9 (1.8 par train-kilom.); de New-Canaan à Stamford, 1.25 (0.78 par train-kilom.); moyenne, 2.1 watt-heures (1.3 par train-kilomètre) (0.395 par tonne-kilomètre).	...	*A peu près 14 (8.7 par train-kilomètre).*
100. *Prix total de la force motrice par kilowattheure?*	0.007575 (fr. 0.037875).	1 cent. (fr. 0.05).	$ 0.0119. (fr. 0.0595).	...	Entre 6 et 7 mills (fr. 0.03 à 0.035).
101. Prix du combustible seul, par kilowattheure?	0.00260 (fr. 0.013).	$ 0.004 (fr. 0.02).	0.00208 (fr. 0.0104).	...	2 2/4 mills (fr. 0.01375).
102. Prix de l'eau seule par kilowattheure?	0.000382 (fr. 0.00191).	$ 0.0006 (fr. 0.003).	0.00058 (fr. 0.0029).	...	1/9 mill (1/6 de centime).
103. Frais de main-d'œuvre à l'usine, par kilowattheure?	0.00422 (fr. 0.0211).	$ 0.0043 (fr. 0.0215).	0.00565 (fr. 0.02825).	...	3 mills (fr. 0.015).
104. Frais d'entretien à l'usine, par kilowattheure?	0.000373 (fr. 0.001865).	$ 0.0015 (fr. 0.0075).	0.0029 (fr. 0.0145).	...	8/10 de mill (fr. 0.0015).
105. Frais d'entretien des véhicules automoteurs par véhicule-mille?	...	0.018 (fr. 0.056 par véhicule-kilomètre).	...	...	$ 0,08 approximativement (fr. 0.25 par véhicule-kilomètre).
106. Frais de personnel des trains par mille?	0.0728 (fr. 0.226 par kilomètre).	0.034 (fr. 0.106 par kilomètre).	0.0593 (fr. 0.184 par kilomètre).	...	...
107. Nombre d'heures de marche de chaque usine par jour?	18.	18.	18 à 18 1/2.	...	24.
108. Effectif du personnel nécessaire pour conduire chaque usine?	8.	9.	6.	...	28.
109. Nombre d'équipes?	2.	2. (Chauffeurs 3.)	2	...	2.
110. Nombre d'hommes dans chaque équipe?	4.	4.	4 de jour, 2 de nuit.	...	16 de jour, 12 de nuit.

XIX 70

XIX 71

RENSEIGNEMENTS SUR LE SERVICE PAR TRACTION ÉLECTRIQUE DE LA LIGNE DE NANTASKET.	1895.		1896.		1897.		1898.		1899.		
	Pemberton à Nantasket.	Nantasket Junction. à Nantasket Junction.	Pemberton à Nantasket Junction.	Nantasket Junction. à East Weymouth.	Pemberton à Nantasket Junction.	Nantasket Junction. à East Weymouth.	Pemberton à Nantasket Junction.	Nantasket Junction. à Braintree.	Pemberton à Nantasket Junction.	Nantasket Junction. à Braintree.	Nantasket Junction. à Cohasset.
Longueur du parcours en milles (en kilomètres) . .	4.83 (7.77)	2.12 (3.41)	6.95 (11.18)	3.61 (5.81)	6.95 (11.18)	3.61 (5.81)	6.95 (11.18)	8.09 (13.02)	6.95 (11.18)	8.09 (13.02)	3.42 (5.50)
Nombre de trains	148	53	66	60	65	62	66	62	63	82	18
Espacement des trains, minutes	15	45	30	30	30	30	30	30	30	15	60
Vitesse réglementaire, milles à l'heure (kilomètres à l'heure).	13 à 20 (20.9 à 32.2)	16 (25.7)	16 (25.7)	24 (38.6)	19.8 (31.9)	24 (38.6)	16.6 (26.7)	23.1 (37.4)	20.2 (32.5)	20 (32.2)	25.6 (41.2)
Parcours journalier total en milles (en kilomètres) .	715 (1,151)	112 (180)	458 (737)	217 (349)	458 (737)	224 (360)	458 (737)	502 (808)	438 (705)	663 (1,067)	62 (100)
Nombre d'arrêts	9	4	13	3	13	3	11	7	11	7	3
Durée du service journalier. . . . . matin à soir à	5.45 11.00	6.40 1.10 mat.	6.30 11.00	7.54 10.36	6.48 11.02	7.19 10.32	6.50 11.07	7.02 10.40	6.15 11.15	6.02 12.21	5.53 12.29

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTIONNAIRE.	Stamford Street Railway Co. Connecticut.	Meriden Electric Railroad Co. Connecticut.	Hartford Street Railway Co. Connecticut.	Springfield Street Railway Co. Massachusetts.	Worcester & Marlboro Street Railway Co. Massachusetts.
1. Faites-vous usage de traction électrique ? A titre d'essai ? Ou en service régulier ?	En service régulier.	En service régulier.	En service régulier.	Oui. En service régulier.	Oui, régulièrement.
2. Décrivez d'une manière générale le système ou les systèmes que vous employez.	Trolley unique, aérien, avec circuit de retour par les rails de circulation.	Trolley unique, aérien, avec circuit de retour par les rails de circulation.	Trolley aérien, unique.	Système à trolley unique, aérien.	Système aérien électrique.
3. Sur quelles lignes ces systèmes sont-ils appliqués et depuis combien de temps ?	Sur tout le réseau, depuis cinq ans.	Sur le réseau de Meriden & Wallingford, depuis cinq ans.	Sur toutes les lignes, depuis 1894.	Sur le réseau entier, depuis environ neuf ans.	Sur toutes les lignes, depuis deux ans.
VOIE.					
4. Indiquez la longueur des différentes lignes exploitées par traction électrique.	11.05 milles (17.78 kilom.)	18 milles (29 kilom.), voie unique.	Environ 75 milles (120 kilom.), rayonnant autour de City Hall.	Environ 70 milles (112 kilom.) de réseau.	De Worcester à Marlboro et de Northboro à Westboro, 18 milles (29 kilom.).
5. Type des rails employés et leur poids par yard (par mètre).	Vignoles ; 70 livres (34.7 kilog.).	Poutrelles de 90 livres (44.6 kilog.) ; Vignoles de 70 livres (34.7 kilog.) ; Vignoles de 50 livres (24.8 kilog.) ; Vignoles de 35 livres (17.4 kilog.).	Rails-poutrelles de 90 livres (44.6 kilog.), 60 et 70 livres (29.8 et 34.7 kilog.), 70 livres (34.7 kilog.).	Vignoles de 56, 60, 70 livres (27.8, 29.8 et 34.7 kilog.) ; poutrelles de 90 et 107 livres (44.6 et 53.1 kilog.)	Vignoles de 56 livres (27.8 kilog.)
6. Voie simple ou double ?	Voie unique et double voie.	Voie unique et double voie.	Voie unique et double voie.	Voie unique et double voie.	Voie unique.
7. Indiquez la rampe maximum et le rayon de courbure minimum.	Rampe de 90 p. m. ; courbe de 32 pieds (9.75 mètres) de rayon.	Rampe de 90 p. m. ; courbe de 40 pieds (12.19 mètres) de rayon.	Rampe de 0.95 p. m. ; courbe de 40 pieds (12.19 mètres) de rayon.	Rampe de 70 p. m. ; courbe de 350 pieds (106.7 mètres) de rayon.	Rampe de 80 p. m. ; courbe de 50 pieds (15.24 mètres) de rayon.
8. Largeur de la voie ?	4 pieds 8 1/2 pouces (1.435 mètre).	4 pieds 8 1/2 pouces (1.435 mètre).	4 pieds 8 1/2 pouces (1.435 mètre).	4 pieds 8 1/2 pouces (1.435 mètre).	4 pieds 8 1/2 pouces (1.435 mètre).
9. Nature du ballast employé ?	Pierres, béton, gravier, briques et macadam.	Pierres, béton, roche, briques et terre.	Pierres concassées ou terre de gravier, suivant les endroits.	Gravier et pavage.	Sol de l'endroit, gravier.
10. Traverses en bois ou en métal ?	...	Bois.	Bois.	Bois.	Bois.
11. Décrivez le type de joint des rails.	Éclisses de 26 pouces (660 mill.) de longueur, avec 8 boulons de 1 pouce (25 mill.).	Éclisses de 26 pouces (660 mill.) de longueur, avec boulons de 1 pouce (25 mill.).	Éclisses, quelques-unes du type Weller.	Joint ordinaire à 12 boulons, et joints brevetés Stever & Weber.	Cornières à 6 boulons.
12. Indiquez le nombre de passages à niveau.	Toutes les routes croisent à niveau.	Toutes les routes croisent à niveau.	...	Deux.	Trente.
USINES.					
13. Indiquez le nombre d'usines pour chaque ligne.	Une.	Une.	Une usine pour toutes les lignes.	Une pour tout le réseau.	Une.
14. La position des usines par rapport à la ligne ?	Au sud du réseau, à moitié chemin entre les extrémités est et ouest de chaque ligne.	Position centrale.	Au centre des lignes convergentes.	Une usine, située à peu près au centre du réseau.	Au centre.
17. Le nombre et le type des chaudières de chaque usine et la puissance nominale de chacune d'elles ?	Six chaudières tubulaires horizontales à retour de flamme, de 125 chevaux.	Trois chaudières Bigelow, de 100 chevaux chacune.	Huit chaudières à tubes d'eau Heine, de 300 chevaux.	Six chaudières à tubes d'eau B. & W., de 250 chevaux chacune.	Cinq chaudières tubulaires Stewart, de 160 chevaux chacune.
18. Le nombre de chaudières en marche pour assurer le service normal ?	Deux pendant la saison d'hiver, une troisième chaudière sert à chauffer les voitures de la division de New-York.	Trois.	Quatre.	Trois.	Trois.
19. Quel est le combustible employé ?	Le fraisil, retiré, dans les dépôts, des boîtes à fumée des locomotives.	Houille et fraisil de locomotives.	Houille bitumineuse de la George Creek American Mine.	Houille de Pocahontas.	Houille.
20. Le poids de combustible consommé par kilowatt-heure au tableau de distribution ?	...	10 livres (4.5 kilog.), équivalant à 4.5 livres (2 kilog.) de houille.	4 livres (1.8 kilog.) par kilowatt.	5.6 livres (2.54 kilog.).	3 livres (1.36 kilog.).
21. Nombre de livres d'eau vaporisée par livre de combustible ?	4.9. Équivalent pour la houille : 9.8.	Six.	...	Neuf.	Neuf.
22. Employez-vous le tirage forcé ?	Oui, pour allumer le fraisil et sous les charges excessives.	Oui.	Non.	Non.	Non.
23. Quelle est la pression de vapeur ?	100 à 120 liv. par pouce carré (7.03 à 8.44 kilog. par centimètre carré).	90 livres (6.3 kilog.).	135 livres (9.5 kilog.).	90 à 150 livres (6.3 à 10.55 kilog.).	110 livres (7.7 kilog.).
24. Indiquez les dimensions de la cheminée.	Hauteur au-dessus des grilles : 113 pieds (34.442 mètres) ; diamètre intérieur : 6 pieds 6 pouces (1.981 mètre).	Une cheminée de 5 pieds (1.524 mètre) de diamètre et 75 pieds (22.860 mètres) de hauteur, pour deux chaudières ; une de 4 pieds (1.219 mètre) de diamètre et 75 pieds (22.860 mètres) de hauteur, pour une chaudière.	10 pieds (3.048 mètres) de diamètre, 185 pieds (56.39 mètres) de hauteur au-dessus des grilles.	7 pieds (2.134 mètres) de diamètre, 150 pieds (45.72 mètres) de hauteur.	Diamètre à la base, 8 pieds (2.431 mètres) ; au sommet, 5 pieds (1.524 mètre). Hauteur, 80 pieds (24.38 mètres).
25. Quelle est la disposition générale de la canalisation employée pour obtenir de la vapeur sèche ? Quelle est la proportion d'eau contenue dans la vapeur ?	1° Des coudes en cuivre, partant des chaudières, débouchent dans un cylindre en fer de 16 pouces (406 mill.) placé dans la salle des chaudières. Les raccords des machines sont établis avec des coudes en fer forgé chassés dans des tuyaux qui partent du cylindre. 2° La proportion d'eau contenue dans la vapeur est de 1 p. c. ou moins.	Les tuyaux d'amenée de vapeur sont munis d'une enveloppe non condensante. On ne connaît pas la teneur en eau de la vapeur.	...	Tuyaux courbes en fer forgé. Teneur en eau : 1 p. c.	Les machines sont au-dessus des chaudières, et on fait usage de séparateurs. Proportion d'eau : 8 p. c.
26. L'eau de condensation qui s'accumule dans la canalisation est-elle ramenée aux chaudières ?	Oui.	Non.	Oui.	Oui.	Oui.
27. Dans l'affirmative, par quel moyen ?	Par le système de retour par gravité « Holly ».	...	Système Holly.	Système de retour Holly.	Par des pompes.
28. Comment le réchauffage de l'eau d'alimentation est-il assuré ?	Par la vapeur d'échappement des machines, traversant un réchauffeur horizontal « Berryman ».	Par la vapeur d'échappement, dans un réchauffeur « National ».	Réchauffeurs d'eau d'alimentation.	Prise d'eau chaude, réchauffeur et économiseur.	Réchauffeurs.

XIX 72

XIX 73

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Stamford Street Railway Co. Connecticut.	Meriden Electric Railroad Co. Connecticut.	Hartford Street Railway Co. Connecticut.	Springfield Street Railway Co Massachusetts.	Worcester & Marlboro Street Railway Co. Massachusetts.
29. Quelle est la température de l'eau d'alimentation à l'entrée dans les chaudières?	190 à 212° F. (87.7 à 100° C.).	208° F. (97°7 C.).	210 à 270° F. (99 à 132° C.).	Environ 200° F. (93° C.).	200° F. (93° C.).
30. Indiquez le mode de construction et le type des machines à vapeur employées dans chaque usine.	Type Greene perfectionné, à simple expansion, sans condenseur.	Trois machines à grande vitesse Ball & Wood.	Huit machines à condenseur, cross compound, Ball & Wood; une machine Corliss à condenseur, cross-compound, de la « Pennsylvania Iron Works Co ».	Quatre machines Hamilton-Corliss cross compound, une machine à condenseurs, à cylindres en tandem, Mc Intosh & Seymour.	Machines Greene, détente automatique.
31. Indiquez le diamètre des cylindres, la longueur de la course, le nombre de tours par minute, la longueur et le diamètre de l'arbre, le poids et le diamètre du volant.	...	Cylindres de 16 pouces 4/5 millim.) de diamètre et 16 pouces (406 millim.) de course; 225 tours par minute; longueur de l'arbre, 6 pieds (1.829 mètre); diamètre de l'arbre, 6 pouces (0.152 mètre); diamètre du volant, 6 pieds 6 pouces (1.981 mètre); poids du volant, 2 tonnes (1,814 kilog.).	Machines Ball & Wood, 17 × 24 × 16 pouces (432 × 610 × 406 millim.); machines Pennsylvania, 30 × 52 × 48 (762 × 1,321 × 1,219 millim.).	Machines Hamilton-Corliss, cylindres de 26 et 50 × 48 pouces (0.660 et 1.270 × 1.219 mètre); 80 tours; diamèt. du volant, 22 pieds (6,70 m.); poids, 140,000 livres (45,360 kilog.). Machine Mc Intosh & Seymour: cylindres de 18 et 29 × 17 pouces (457 et 737 × 432 millim.); 210 tours; diam. du volant, 8 pieds (2.438 m.); poids, 12,000 livr. (5,440 kilog.). Arbre des machines H. C., 20 pouces × 22 pieds (0,508 × 6.70 mètres). Arbre de la machine Mc Intosh & Seymour, 9 pouces × 10 pieds 6 pouces (0.229 × 3.200 mètres).	Diamètre des cylindres: pour deux machines, 20 et 42 pouces (0.508 et 1.067 mètre); pour une machine, 18 et 42 pouces (0.457 et 1.067 mètre). Course des pistons, 42 pouces (1.067 m.). Nombre de tours: pour deux machines, 100; pour une machine, 104. Dimensions de l'arbre: pour une machine, 9 pouces × 8 pieds (0.229 × 2.438 mètres); pour deux machines, 12 pouces × 10 pieds (0.305 × 3.048 mètres). Volant, 14 pieds × 36 pouces (4.267 × 0.914 m.); poids, 40,000 livres (18,140 kilog.).
32. Si les machines sont à condensation, décrivez le type de condenseurs employé.	...	Machines à simple expansion.	Condenseurs à jet Worthington.	Quatre pompes à air verticales jumelles Blake, une pompe horizontale Snow.	Condenseur à jet Deane, de 10 × 16 × 18 (0.254 × 0.406 × 0.457).
33. La commande des génératrices est-elle directe ou par courroies?	Directe.	Par courroies.	Huit par courroies, une directe.	L'une et l'autre.	Par courroies.
34. Combien d'usines produisent du courant continu?	Toutes.	Toutes.	Toutes.	Toutes.	Toutes.
35. Quel est le voltage à l'usine sous pleine charge? A vide?	550 volts; 500 volts.	550 volts; 525 volts.	Sur compound sous pleine charge, 10 p. c.	575 volts sous pleine charge, 550 à vide	550 sous pleine charge, 500 à vide.
36. Emploie-t-on dans l'usine des survolteurs ou tout autre appareil servant à augmenter le voltage d'un ou de plusieurs « feeders » déterminés?	...	Non.	...	Non.	Non.
37. Dans l'affirmative, comment sont-ils actionnés?	...	...	...	...	...
38. Quels sont les appareils employés pour protéger les génératrices contre les décharges de la foudre?	Des parafoudres G. E.	Des parafoudres.	Le parafoudre G. E.	Le parafoudre « General Electric ».	Des parafoudres G. E.
39. La foudre a-t-elle occasionné des dégâts dans les usines actionnant un troisième rail seulement, sans emploi de conducteurs aériens?	...	Non.	Non.	Au troisième rail employé.	...
40. Les machines sont-elles [illegible] pour [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
41. Une partie quelconque de la force motrice de l'usine est-elle employée à d'autres usages, tels que l'alimentation des lampes électriques des stations de passage ou la commande de moteurs fixes servant au chauffage, à la ventilation ou à d'autres usages?	Oui.	Le courant est pris dans le tableau de distribution pour éclairer la station de chemin de fer.	Non.	Oui, pour tous ces usages.	Non.
CONDUCTEURS.					
1. — *Conducteurs positifs.*					
43. Indiquez la position du conducteur de prise de courant par rapport à la voie.	Aérien, sur le côté de la rue.	Transmission du courant positif par une ligne de poteaux; retour du courant négatif à l'usine par des rails de surface.	Aérien et souterrain.	Aérien.	Aérien.
44. En quel métal sont-ils établis?	En cuivre.	En cuivre.	En cuivre.	En cuivre.	En cuivre.
45. Si le conducteur est aérien, comment est-il supporté et isolé?	Par un fil tendeur.	Par un support spécial, isolé du fil tendeur et des consoles.	A la manière usuelle.	Par fils tendeurs, isolés à la jonction et à chaque extrémité du fil.	A la manière usuelle.
46. Si le conducteur est aérien, décrivez les poteaux employés, leur espacement et la manière de les fixer dans le sol.	Poteaux octogonaux en pin et ronds en noyer, enfoncés à 6 pieds (1.83 mètre) dans le sol, sans ciment.	Poteaux en bois, espacés d'environ 100 pieds (30.48 mètres), enfoncés à 5 pieds (1.52 mètre) dans le sol.	En fer ou en bois, espacés d'à peu près 125 pieds (38 mètres).	Poteaux en fer ou en noyer, espacés de 100 pieds (30.48 mètres), quelques-uns encastrés dans du ciment.	Poteaux de 28 pieds (8.53 mètres) en noyer ou en pin, espacés de 125 pieds (38.10 mètres), s'enfonçant dans le sol à 6 pieds (1.83 mètre).
47. Quels moyens employez-vous pour protéger la ligne contre la foudre?	Des parafoudres placés sur les poteaux en différents endroits.	Des parafoudres.	Un parafoudre tous les 1,000 pieds (3 5 mètres).	Le parafoudre Wurts.	Le parafoudre Wurts.
48. Si le conducteur de prise de courant n'est pas aérien, indiquez sa position par rapport aux rails de circulation.	...	...	...	Conducteur aérien.	...
49. Indiquez la forme et l'aire de sa section transversale.	...	...	...	Fil à trolley unique, rond.	...
50. S'il n'est pas en cuivre, indiquez la conductibilité du métal employé, en fonction de celle du cuivre.	...	...	...	En cuivre.	...
51. Mode de support et d'isolation.	...	...	...	...	...
52. Décrivez les appareils spéciaux employés aux passages à niveau, changements de voie, croisements, etc.	...	...	...	...	...
53. Le rail conducteur est-il partagé en sections reliées automatiquement au courant d'alimentation par la voiture automotrice, ou est-il continu dans toute sa longueur?	...	...	En sections.	Continu.	Continu.

XIX 74

XIX 75

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Stamford Street Railway Co. Connecticut.	Meriden Electric Railroad Co. Connecticut.	Hartford Street Railway Co. Connecticut.	Springfield Street Railway Co. Massachusetts.	Worcester & Marlboro Street Railway Co. Massachusetts.
54. S'il est partagé en sections, quelle est la longueur des sections ?	...	...	Variable.	...	...
55. Décrivez les aiguilles automatiques et la manière de les manœuvrer.	...	...	...	...	...
56. Quelle est votre méthode d'accouplement des rails conducteurs ? Décrivez les liaisons.	...	...	...	...	...
57. Ces liaisons ont-elles une conductibilité égale à celle du rail, ou y a-t-il perte de charge aux joints ?	...	...	...	...	...
58. Quelle est la perte par mille, en ampères, en temps humide et en temps sec ?	...	...	...	...	...
59. Si vous vous servez de feeders, indiquez leur position et le métal employé.	...	Fil de cuivre isolé, supporté par des poteaux.	Cuivre n° 0000.	Parallèle à la ligne. Cuivre.	...
60. S'ils sont en acier et placés près de la voie, comment sont-ils supportés et isolés ?	...	...	...	...	...
61. En quel point viennent-ils alimenter le conducteur de prise de courant ?	...	Tous les 1,000 pieds (305 mètres).	...	...	...
62. Quelle est la résistance par mille du conducteur de prise de courant ?	...	...	0.52 ohm (0.32 par kilomètre).	...	...
2. — *Conducteurs négatifs ou conducteurs de retour.*					
63. La terre prête-t-elle un concours appréciable au circuit de retour ?	Non.	Oui.	...	Oui.	Oui.
64. Décrivez les liaisons employées et la méthode d'accouplement des rails de circulation.	Liaisons flexibles en cuivre de 6 et 8 pouces (152 et 203 millimètres), rivées au patin du rail.	Liaisons en feuilles flexibles de 5 pouces (127 millimètres), engagées dans le patin du rail.	...	Liaisons n° 0000 à chaque joint et fil supplémentaire n° 0000.	Cuivre n° 0000, rivé.
65. Ces liaisons ont-elles une puissance de transport égale à celle des rails qu'elles réunissent ?	Non.	Oui.	...	Non.	Oui.
66. Quelle est la section transversale totale des conducteurs de retour ?	...	14.2 pouces carrés (91.61 centim. carrés) en moyenne.	...	...	...
69. *Quelle est la chute maximum du voltage de la ligne au point le plus éloigné de l'usine sous charge maximum ?*	75 volts.	200	18 p. c.	50 p. c.	100 volts.
70. Quelle est la proportion de la chute dans les conducteurs positif et négatif, les conditions étant celles indiquées précédemment ?	...	Égale.	...	On n'a pas fait d'essais.	La même.
71. Quel est le rendement moyen de la ligne ?	85 p. c.	90 p. c.	...	Environ 75 p. c.	80 p. c.
MATÉRIEL ROULANT.					
72. Employez-vous des locomotives électriques ou des voitures automotrices à voyageurs ? Employez-vous des voitures d'attelage ? Si oui, combien ?	Des automotrices à voyageurs. Pas de voitures d'attelage.	Voitures automotrices à voyageurs ; une voiture d'attelage est accrochée accidentellement à chaque automotrice.	Non.	Voitures automotrices à voyageurs. Pas de voitures d'attelage.	Voitures automotrices. Pas de voitures d'attelage.
73. Combien avez-vous de voitures automotrices ou de locomotives, en service ? Indiquez leur poids à vide et le nombre de places offertes.	Quinze voitures automotrices ; poids, 6 à 10 tonnes (5,440 à 9,070 kilogrammes) ; nombre de places, 22 à 50.	25 ; poids à vide des voitures fermées, environ 7 tonnes (6,350 kilog.) ; nombre de places offertes, 24 ; poids à vide des voitures ouvertes, environ 5 1/2 tonnes (5,990 kilog.) ; nombre de places offertes, 45.	75.	75 en service journalier. Les voitures à quatre roues pèsent, à vide, 18,000 liv. (8,160 kilog.) et offrent 26 places. Les voitures à deux bogies pèsent, à vide, 28,000 livres (12,700 kilog.) et offrent 46 places.	...
74. Indiquez la puissance nominale des locomotives ou voitures automotrices.	50 à 75 chevaux.	50.	30 et 50 chevaux.	60 à 100 chevaux.	70 chevaux.
75. Quelle est la disposition générale du mécanisme, c'est-à-dire le type et le nombre des moteurs par véhicule, la puissance de chaque moteur, ses tours par minute à la vitesse normale et son poids ?	G. E. 800, G. E. 1000, 2 par voiture. Le moteur G. E. 800 développe 25 chevaux et pèse 1,750 livres (790 kilog.) ; le moteur G. E. 1,000 développe 35 chevaux et pèse 2,180 liv. (990 kilog.)	Deux moteurs G. E. 800.	Deux moteurs par voiture.	Voitures à quatre roues, deux moteurs de 30 chevaux. Voitures à deux bogies, quatre moteurs de 30 chevaux. Armature, 1,200 tours.	Moteurs G. E. 1000, deux par voiture, 35 chevaux.
76. Le nombre de trucks. Nombre et diamètre des roues du véhicule. Nombre de roues utilisées pour la traction.	Toutes les voitures sont à quatre roues, de 30 et 33 pouces (762 et 838 millim.). Toutes les roues sont utilisées pour la traction.	Quatre roues de 33 pouces (838 millimètres).	Quatre roues de 30 pouces (762 millimètres).	Voitures à quatre roues de 30 pouces (762 mill.) et à huit roues de 30 pouces (762 mill.). Toutes les roues sont utilisées pour la traction.	...
77. Les armatures des moteurs sont-elles montées directement sur les essieux ou l'entraînement se fait-il par des engrenages ?	Par engrenages.	Par engrenages.	Par engrenages.	Par engrenages.	Par engrenages.
78. Quel est le diamètre des essieux moteurs ?	3 3/8, 3 3/4, 4 pouces (85.7 ; 95.25 ; 101.6 millimètres).	3 3/4 pouces (95.25 millimètres).	4 pouces (101.6 millim.).	4 pouces (101.6 millim.).	4 pouces (101.6 millim.).
79. Quel est le poids total sur roues motrices, c'est-à-dire le poids adhérent ?	8 à 12 tonnes (7,260 à 10,900 kilogrammes).	Environ 5 tonnes (4,540 kilogrammes).	...	Tout le poids du véhicule.	...
80. Quel est le mode d'enroulement des moteurs ?	En tambour.	En tambour.	Système ordinaire G. E. ou W. E.	Enroulement en bobine ventilée.	En tambour, armature à 4 tours. Inducteurs enroulés en série.

XIX 76

XIX 77

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Stamford Street Railway Co. Connecticut.	Meriden Electric Railroad Co. Connecticut	Hartford Street Railway Co. Connecticut.	Springfield Street Railway Co. Massachusetts.	Worcester & Marlboro Street Railway Co. Massachusetts.
81. Les moteurs sont-ils supportés d'une façon quelconque par le châssis du truck ?	Oui.	Oui.	Oui.	Oui.	Oui.
82. Comment les moteurs sont-ils suspendus ?	L'extrémité du moteur est suspendue par l'intermédiaire de ressorts à des barres transversales ; boulonné aux côtés du châssis.	Le moteur est porté par l'essieu et par une barre disposée en travers du châssis.	A barre transversale ou latérale.	Suspension à barre latérale.	Suspension articulée de l'avant.
83. En étudiant les moteurs ou les trucks, a-t-on prévu des facilités spéciales pour le renouvellement rapide des organes : remplacement d'une armature ou autres travaux de réparation ?	Non.	Non.	G.E. ou W.E. ordinaire.	Non.	Les moteurs sont montés à charnière, l'enveloppe inférieure s'abaisse.
84. Quelles sont les dispositions prises en vue de la ventilation des moteurs ?	Aucune.	Aucune.	Les dispositions habituelles.	Aucune.	Jeu entre le couvercle et sa surface d'appui.
85. Quel est le système de contrôle ?	Série parallèle.	Régulateur K. de la G. E. Co.	Série parallèle.	Série parallèle.	Série parallèle.
86. Décrivez l'appareil contrôleur.	K. & K. 2 et B. 3 de la G. E. Co.	L'appareil ci-dessus.	...	Contrôleurs série parallèle K. 10 et K. 12 de la G. E. Co.	Type K. 10 de la G.E.Co.
87. Forme et nature de la résistance.	Tôle de fer.	Tôles de fer et résistance P. R. en asbeste de la G. E. Co.	G. E. ou W. E.	Résistance en panneaux, bandes de fer.	Type 101, série 102, G. E., ruban de fer.
88. Quel système de frein employez-vous ? Est-il satisfaisant ?	Frein à main; oui. Frein électrique sur quatre voitures ; oui.	Freins à main. Oui.	Oui.	Frein à commande mécanique sur les voitures à quatre roues. Frein à air comprimé sur les voitures à deux bogies. L'un et l'autre satisfaisants.	Freins à main.
89. Décrivez les signaux d'alarme employés : sifflets ou cloches et leur mode de fonctionnement.	Gongs à coup unique, actionnés par une pédale.	Gong avec plongeur actionné par une pédale.	Aucun.	Gongs à pédale.	Gongs à pédale.
90. Décrivez les appareils collecteurs de courant employés sur les voitures automotrices.	Roulette de trolley, en bronze, à gorge, du type ordinaire.	Tige de trolley et roulette.	Tige de trolley et roulette aérienne.	Roulettes de trolley.	...
91. Méthodes de chauffage et d'éclairage.	Chauffage par fils de résistance enroulés sur un tube en porcelaine dans une boîte logée sous la banquette ; éclairage par cinq lampes à incandescence montées en série.	Poêles pour le chauffage, électricité pour l'éclairage.	Appareil de chauffage électrique, lampes en série.	Éclairage à incandescence. Chauffage électrique.	Par l'électricité.
92. Employez-vous sur les voitures automotrices des appareils spéciaux pour	Non.	Balayeuses pour la voie, roue chasse-grésil sur le rail à trolley.	Balayeuse.	Oui.	Balayeuses et roues chasse-grésil.
94. Temps réglementaire et longueur de parcours de chaque train.	35, 30 et 40 minutes pour un parcours aller et retour, parcours moyen, 120 milles (193 kilom.) par jour.	45 minutes pour 8 milles (12.9 kilom.).	...	Les voitures marchent pendant 18 heures consécutives et font en moyenne un parcours de 130 milles (209 kilom.) par jour.	De demi-heure en demi-heure, 158 milles (254 kilom.) par jour.
95. Vitesse normale en palier et en rampe.	En palier, 6 à 10 milles (9.7 à 16 km.) à l'heure; en rampe, 5 milles (8 kilom.) à l'heure.	8 à 10 milles (13 à 16 kilom.) à l'heure.	...	Vitesse moyenne, environ 7 1/2 milles (12 km.) à l'heure.	En palier, 15 milles (24 kilomètres) ; en rampe, 5 milles (8 kilom.).
96. Nombre maximum de voitures automotrices ou de trains pouvant circuler en même temps sur la ligne.	...	25 voitures automotrices et 10 voitures d'attelage.	...	...	19 voitures.
97. Dépense moyenne d'énergie par chaque train à la vitesse moyenne, en kilowatts mesurés sur la voiture.	18·5 K. W.	20 K. W.	...	On n'a pas fait d'essais.	...
98. Nombre de kilowatt-heures par train-mille, mesuré sur la voiture.	1·2 K. W.-heure (0.75 par train-kilom.).	1 K.W. heure (0.62 par train-kilom.).	...	On n'a pas fait d'essais.	...
99. Nombre de wattheures par tonne-mille.	150 (103 par tonne-kilomètre).	150 (103 par tonne-kilomètre).	...	Le tonnage n'a pas été noté.	...
100. Prix total de la force motrice par kilowattheure.	0·02 (fr. 0.10). Prix d'achat.	0·0120 (fr. 0.063).	...	$ 0·0069 (fr. 0.0495).	...
101. Prix du combustible seul par kilowattheure.	...	0·0064 (fr. 0.032).	...	$ 0·0064 (fr. 0.032).	...
102. Prix de l'eau seule par kilowattheure.	...	0·00075 (fr. 0.00375).	...	On emploie de l'eau de rivière ; pas de frais.	...
103. Frais de main-d'œuvre à l'usine par kilowattheure.	...	0·0035 (fr. 0.0175).	...	$ 0·002 (fr. 0.01).	...
104. Frais d'entretien à l'usine par kilowattheure.	...	Compris dans les frais d'exploitation.	...	$ 0·0011 (fr. 0.0055).	...
105. Frais d'entretien des véhicules automoteurs par véhicule-mille.	...	0·0366 (fr. 0.0205 par véhicule-kilom.).	...	$ 0·0126 (fr. 0.0391 par véhicule-kilom.).	...
106. Frais de personnel des trains par mille.	...	0·018 (fr. 0.0559 par kilomètre).	0·12 (fr. 0.3728 par kilomètre).	$ 0·0632 (fr. 0.1963 par kilomètre).	...
107. Nombre d'heures de marche de chaque usine par jour.	18 heures.	19 1/2 heures.	24 heures.	24 heures.	18 heures.
108. Effectif du personnel nécessaire pour conduire chaque usine.	6.	5.	21.	14.	4.
109. Nombre d'équipes.	2.	2.	3.	3.	2.
110. Nombre d'hommes dans chaque équipe.	4 de jour, 2 de nuit	2.	7.	4, avec 1 chef et 1 manœuvre pour toute la journée.	2.

XIX 78

XIX 79

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Chicago City Railway Co. Illinois.	Richmond Traction Co. Virginie.	Market Street Railway San Francisco. Californie.	Newburyport Street Railway Co. Massachusetts.	Brooklyn Rapid Transit Co. New-York.
1. Faites-vous usage de traction électrique ? A titre d'essai ? Ou en service régulier ?	En service régulier.	En service régulier.	*A.* Oui, les dimanches et jours de fêtes en service régulier. *B.* En service régulier journalier.	En service régulier.	En service régulier.
2. Décrivez d'une manière générale le système ou les systèmes que vous employez.	Trolley aérien.	...	*A.* Trolley aérien. Retour par rail. *B.* Trolley aérien. Retour par rail.	Trolley aérien, avec « feeders » souterrains dans des cauiveaux appartenant à la Compagnie.	Trolley aérien avec retour de terre.
3. Sur quelles lignes ces systèmes sont-ils appliqués et depuis combien de temps?	La première ligne a été équipée en 1893.	Depuis trois ans.	*A.* 4 milles (6.4 kilom.) de voies entre l'entrée est du « Golden Gate Park » et la mer. Cette ligne, exploitée autrefois par des locomotives à vapeur qui remorquaient chacune cinq voitures, est, depuis un an, parcourue par des trains électriques d'une voiture automotrice et trois voitures d'attelage pendant six heures chaque dimanche ou jour de fête quand le temps est beau. *B.* Différentes lignes de tramways, depuis un mois jusqu'à 6 ans et 9 mois.	Toutes les lignes de la ville. L'installation du réseau a commencé en 1893.	Sur toutes les lignes posées dans les rues depuis 1893 et 1894. Sea Beach R. R., Sea Gate R. R. et Sea View Elevated R. R., depuis mai 1898.
VOIE.					
4. Indiquez la longueur des différentes lignes exploitées par traction électrique.	Longueur totale, 158 milles (254 kilom.) à voie unique.	16.01 milles (25.81 kilomètres).	*A.* 4 milles (6.4 kilom.).	Environ 25 milles (40 kilom.). 6.16 milles (9.913 kilom.) de ligne à double voie, Sea Beach R. R.; 2.24 milles (3.605 kilom.) de ligne à double voie, Sea Beach R. R.; 1 mille (1.629 kilom.) de ligne à double voie, Sea View Elevated R. R.	161.56 milles (260 kilom.) de lignes à double voie posées dans les rues, réseau B. R. T.; 7.86 milles (12.650 kilom.) de ligne à double voie, P. P. et C. I. R. R.; 7.25 milles (11.667 kilom.) de ligne à double voie, Brighton Beach R. R.;
5. Type des rails employés et leur poids par yard ?	Rail-poutrelle de 7 $^{3}/_{16}$ pouces (182.6 mill.) pesant 83 livres par yard (41.2 kilog. par mètre); rail-poutrelle de 9 pouces (229 mill.) et de 90 livres (4.46 kilog.).	Rail-poutrelle n° 216, de la Lorain Steel C°, de 8 pouces (203 mill.) et de 95 livres (47.1 kilog.), et rail Vignoles normal de 60 livres (29.8 kilog.) sur 3 milles (5 kilom.).	*A.* Rail Vignoles de 62 $^{1}/_{2}$ livres (31 kilog.). *B.* Rails de 72, 80, 70 et 51 livres (35.7, 39.7, 34.7 et 25.3 kilog.); le dernier type pèse 85 livres (42.2 kilog.) et a 9 pouces (229 mill.) de hauteur.	En majeure partie, rails-poutrelles à ornières de 90 livres (44.6 kilog.).	Dans les rues, rail-poutrelle de 7 pouces (178 mill.) et de 94 livres (46.6 kilog.), et rail-poutrelle de 6 pouces (152 mill.), et 75 livres (37.2 kilog.) Lewis & Fowler. Sur la voie particulière, rails Vignoles de 4 $^{5}/_{8}$ pouces (117.5 mill.) et 70 livres (34.7 kilog.).
6. Voie simple ou double.	Double voie.	7 $^{1}/_{2}$ milles (12 kilom.) de ligne à double voie; 1 mille (1.6 kilom.) de ligne à voie unique; total équivalent de voie unique : 16 milles (25.7 kilom.).	*A.* Double voie.	En partie à voie unique, en partie à double voie.	Double voie.
7. Indiquez la pente maxima.	...	...	*A.* 3.5 p. 100 (175 pieds par mille). *B.* 5 p. 100 (264 pieds par mille).	...	...
8. Indiquez le rayon minimum des courbes.	...	...	*A.* 1,000 pieds (304.8 mètres). *B.* 100 pieds (30.48 mètres).	...	...
9. Indiquez le type des traverses.	En bois.	En chêne blanc, de 6 × 8 pouces × 7 pieds (0.152 × 0.203 × 2.134 mètres).	*A.* En bois. *B.* En bois.	En bois.	Traverses en bois.
10. Traverses en bois ou en métal ?					
11. Décrivez le type de joint des rails.	Joint coulé.	A 8 boulons pour le rail-poutrelle; à 6 boulons pour le rail Vignoles.	*A.* Eclisses. *B.* Joint Johnson, éclisses pour les vieilles voies, joints soudés coulés pour les voies neuves.	Eclisse normale à 12 boulons.	Joints de rails.
12. Indiquez le nombre de passages à niveau.	...	...	*A.* Quatre. *B.* Tous les passages se font à niveau.	...	..
USINES.					
13. Indiquez le nombre d'usines pour chaque ligne.	Deux usines pour toutes les lignes.	Une pour le réseau.	*A.* Quand les trains circulent sur cette ligne, une petite usine est mise en marche pour fournir du courant pour la moitié de la ligne. L'autre moitié est fournie par l'usine principale. *B.* Une usine pour tous les tramways électriques.	Une.	Cinq usines pour toutes les lignes mentionnées.
14. La position des usines par rapport à la ligne.	...	Vers le milieu de la ligne.	*A.* A l'extrémité est. *B.* Au centre du réseau.	... qu'elles alimentent. De plus, à l'exception de celle de Ridgewood, toutes les usines sont placées au bord de l'eau, ce qui facilite le transport des approvisionnements.	Aussi équidistantes que possible des points extrêmes des sections
15. Leur puissance nominale en kilowatts.	Usine n° 1 : 3,000 kilowatts; usine n° 2 : 5,000 kilowatts.	600 kilowatts.	*A.* 640 kilowatts. *B.* 4,400 kilowatts.	...	Cinq usines. 26,360 kilowatts.
16. Le nombre d'unités de chaque usine et le rendement de chaque unité.	Usine n° 1 : 10 machines à vapeur à simple expansion, de 24 × 48 pouces (0.610 × 1.219 mètre) et 10 génératrices de 500 kilowatts; usine n° 2 : 6 machines à cylindres de 30 × 60 pouces (0.762 × 1.524 mètre) et 6 génératrices de 880 kilowatts.	Deux.	*A.* Une machine à vapeur de 550 chevaux, actionnant 1 génératrice de 270 kilowatts et 1 de 100 kilowatts. *B.* Une machine à vapeur de 400 chevaux, actionnant 3 génératrices de 90 kilowatts. Deux machines de 300 chevaux, actionnant chacune 1 génératrice de 200 chevaux. Deux machines de 600 chevaux, actionnant chacune 2 génératrices de 200 kilowatts. (Dans tous les cas qui précèdent, la transmission se fait par courroie.) Quatre machines de 1,200 chevaux, attelées directement à 2 génératrices de 400 kilowatts.	...	Usine est : 4 génératrices de 1,550 kilowatts chacune, 2 génératrices de 1,600 kilowatts chacune, Usine sud : 12 génératrices de 500 kilowatts chacune, Usine de Ridgewood : 6 génératrices de 300 kilowatts chacune. Usine de la troisième avenue : 7 génératrices de 500 kilowatts chacune, 2 génératrices de 800 kilowatts chacune. Usine de la trente-neuvième rue : 2 génératrices de 1,120 kilow. chacune, 2 génératrices de 660 kilowatts chacune.
17. Le nombre et le type des chaudières de chaque usine et la puissance nominale de chacune d'elles.	Usine n° 1 : 19 chaudières tubulaires horizontales de 72 pouces × 20 pieds (1.829 × 6.096 mètres; usine n° 2 : 24 chaudières tubulaires horizontales de 78 pouces × 20 pieds (1.981 × 6.096 mètres).	Deux chaudières à tubes d'eau de 300 chevaux, « Campbell & Zell ».	*A.* Six chaudières tubulaires de 75 chevaux chacune. *B.* 36 chaudières Elephant, 27 de 300 chevaux chacune, 9 de 250 chevaux chacune.	...	...
18. Le nombre de chaudières en marche pour assurer le service normal.	Usine n° 1 : 16; usine n° 2 : 10.	Une ou deux suivant les heures de la journée.	*A.* 6. *B.* 12 de 300 chevaux chacune.	..	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Chicago City Railway Co. Illinois	Richmond Traction Co. Virginie.	Market Street Railway San Francisco. Californie.	Newburyport Street Railway Co. Massachusetts.	Brooklyn Rapid Transit Co. New-York.
19. Quel est le combustible employé ?	Menus bitumineux de l'Indiana.	Houille de Pocahontas.	*A.* Houille bitumineuse. *B.* Dito.	Principalement des menus anthraciteux.	...
20. Le poids de combustible consumé par kilow.-heure au tableau de distribution.	7 livres (3.2 kilog.).	3.95 livres (1.79 kilog.).	4.56 livres (2.06 kilog.).	En moyenne environ 4 1/2 livres (2 kilog.).	...
21. Nombre de livres d'eau vaporisée par livre de combustible.	6.25	N'a pas été noté.	*A.* Inconnu. *B.* Inconnu.	En moyenne 9, à la température initiale et constante de 212° F. (100° C.)	6.54
22. Employez-vous le tirage forcé ?	Non.	Non.	*A.* Oui. *B.* Oui.	Oui.	...
23. Quelle est la pression de vapeur ?	100 livres par pouce carré (7 kilog. par centimètre carré).	120 livres (8.4 kilog.).	*A.* 100 livres (7 kilog.). *B.* 160 livres (11.25 kilogrammes).	110 livres (7.7 kilog.).	160 livres (11.25 kilog.).
24. Indiquez les dimensions de la cheminée.	Usine n° 1 : 10 pieds (3.048 mètres) de diamètre × 175 pieds (53.340 mètres). Usine n° 2 : 14 pieds (4.267 mètres) de diamètre × 200 pieds (60.960 mètres).	5 pieds × 115 pieds (1.524 × 35.050 mètres).	*A.* 50 pieds (15.240 mètres) de hauteur, 3 pieds (914 mill. de diamètre, acier de 3 pouces (76 millimèt.). *B.* 125 pieds (38.100 mètres) de hauteur, 10 pieds (3.048 mètres) de diamètre ; briques de 2 pouces (51 millimètres).	...	...
25. Quelle est la disposition générale de la canalisation employée pour obtenir de la vapeur sèche ? Quelle est la proportion d'eau contenue dans la vapeur ?	Une seule canalisation partout.	La vapeur monte de la chaudière à environ 12 pieds (3.66 mètres) dans la canalisation principale, puis se rend par un col de cygne dans la machine.	*A.* Tuyaux de conduite de vapeur recouverts d'une enveloppe non conductrice. Teneur en eau inconnue. *B.* Dito.	...	Chaudières B. et W. avec dôme de prise de vapeur et séparateur. 1 p. c. d'eau.
26. L'eau de condensation qui s'accumule dans la canalisation est-elle ramenée aux chaudières ?	Des réservoirs seulement.	Non.	*A.* Oui. *B.* Oui.	Oui.	Oui.
27. Dans l'affirmative, par quel moyen ?	...	...	*A.* Par le tuyau de décharge de la pompe de circulation. *B.* Par le réservoir chaud.	Par le système Holly ou des pompes.	Système spécial de retour de l'eau de condensation.
28. Comment le réchauffage de l'eau d'alimentation est-il assuré ?	Par des réchauffeurs Barngwanath.	Oui.	*A.* Par la vapeur d'échappement des cylindres à basse pression. *B.* Par la vapeur vive et des épuiseurs.	Par l'échappement des machines à vapeur auxiliaires.	Par la vapeur d'échappement et des réchauffeurs d'eau d'alimentation.
31. Indiquez le diamètre des cylindres, la longueur de la course, le nombre de tours par minute, la longueur et le diamètre de l'arbre, le poids et le diamètre du volant.	Usine n° 1 : 24 × 48 pouces (0.610 × 1.219 mètre) ; 100 tours ; arbre de 14 pouces × 12 pieds (0.356 × 3.658 mètres). Volant de 50 tonnes (45,360 kilog.) et 18 pieds (5.486 mètres) de diamètre. Usine n° 2 : 36 × 72 pouces (0.914 × 1.829 mètre). 76 tours. Arbre de 26 pouces × 16 pieds (0.660 × 4.877 mètres). Volant de 70 tonnes (63,500 kilog. et 20 pieds (6.096 mètres) de diamètre.	...	*A.* Machine Corliss : cylindres de 22 et 40 pouces (0.559 et 1.016 mètre), course de 48 pouces (1.219 mètre), 75 tours, arbre de 10 pieds × 10 pouces (3.048 × 0.254 mètre), volant 22 pieds (6.706 mètres), poids inconnu. Machine Thompson cylindres de 21 et 34 pouces (533 et 864 mill.), course de 42 pouces (1.067 mètre), 112 tours, arbre de 10 pieds × 10 pouces (3.048 × 0.254 mètre), volant de 22 pieds (6.705 mètres), poids inconnu. *B.* Machines de 300 chevaux : cylindres de 16 et 28 pouces (406 et 711 mill.), course de 24 pouces (610 mill.), 160 tours, arbre de 14 pieds 4 pouces × 7 pouces (4.369 × 0.178 mètre), volant de 9 pieds (2.743 mètres), poids inconnu. Machines de 600 chevaux : cylindres de 22 1/2 × 39 pouces (571 × 991 mill.), course de 24 pouces (610 mill.), 160 tours, arbre de 22 pieds × 8 1/2 pouces (6.706 × 0.216 mètres), volant de 9 pieds (2.743 mètres), poids inconnu. Machines de 1,200 chevaux ; cylindres de 20, 30 et 44 pouces (0.508, 0.762 et 1.118 mètre) ; course de 30 pouces (762 mill.) ; 150 tours ; arbre de 33 1/2 pieds × 9 pouces (10.211 × 0.229 mètre) ; pas de volant.	...	
32. Si les machines sont à condensation, décrivez le type de condensateurs employé.	...	Condenseurs à jet.	*A.* Condenseurs à jet. *B.* Condenseurs à surface.	A jet.	...
33. La commande des génératrices est-elle directe ou par courroies ?	Par câbles.	Accouplement direct.	*A.* Toutes par courroie. *B.* 6 génératrices de 200 K. W. actionnées par courroie ; 8 génératrices de 400 K. W. commandées directement.	Accouplement direct.	26 par courroie. 13 accouplées directement.
34. Combien d'usines produisent du courant continu ?	Toutes.	...	*A.* Toutes. *B.* Toutes.	Toutes.	Toutes.
35. Quel est le voltage à l'usine sous pleine charge ? A vide ?	500 à 550.	550 volts dans les deux cas.	*A.* 495 volts sous pleine charge, 525 volts à vide. *B.* 580 volts sous pleine charge, 550 volts à vide.	550, 525.	Sous pleine charge : 550 à 580 volts ; cette pression peut être portée à 600.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Chicago City Railway Co. Illinois.	Richmond Traction Co Virginie.	Market Street Railway San Francisco. Californie.	Newburyport Street Railway Co. Massachusetts.	Brooklyn Rapid Transit Co. New-York.
36. Emploie-t-on, dans l'usine, des survolteurs ou tout autre appareil servant à augmenter le voltage d'un ou de plusieurs « feeders » déterminés ?	Non.	Non.	*A.* Non. *B.* Non.	Oui.	Oui.
37. Dans l'affirmative, comment sont-ils actionnés ?	...	...	...	Trois par des machines à vapeur à accouplement direct ; un par un moteur à accouplement direct.	Par une machine à vapeur.
38. Quels sont les appareils employés pour protéger les génératrices contre les décharges de la foudre ?	Bâche Gaston et Westinghouse.	Tableau de distribution normal G. E.	*A.* Parafoudres « Ajax » sur le tableau de distribution. *B.* Parafoudres Westinghouse sur chaque « feeder » à son entrée dans l'usine.	Parafoudres « General Electric » et « Westinghouse ».	Bobines de réaction et parafoudres.
39. La foudre a-t-elle occasionné des dégâts dans les usines actionnant un troisième rail seulement, sans emploi de conducteurs aériens ?	...	...	...	...	...
40. Employez-vous des batteries d'accumulateurs ?	Non.	Non.	*A.* Non. *B.* Non.	Oui.	Non.
41. Dans l'affirmative, prière de décrire les appareils employés pour les charger ?	...	...	...	Des survolteurs.	...
42. Une partie quelconque de la force motrice de l'usine est-elle employée à d'autres usages, tels que l'alimentation des lampes électriques des stations de passage ou la commande de moteurs fixes servant au chauffage, à la ventilation ou à d'autres usages ?	Non.	Le courant pour l'éclairage des stations et du parc est pris sur la ligne.	*A.* Oui, pour l'éclairage des voitures. *B.* Oui, pour l'éclairage des voitures, pour l'usine de traction funiculaire, pour les remises de voitures, pour l'atelier de machines-outils, pour des moteurs et pour la vente au dehors.	Oui.	Oui, pour l'éclairage des remises de voitures et usines, pour actionner des monte-charges et transbordeurs en différents points des lignes et pour le chauffage des voitures en hiver.
CONDUCTEURS.					
I. — *Conducteurs positifs.*					
43. Indiquez la position du conducteur de prise de courant par rapport à la voie.	Sur des poteaux en fer, placés sur le côté de la rue.	Trolley aérien.	*A.* Aérien. *B.* Aérien.	Aérien.	Aérien.
44. En quel métal sont-ils établis ?	En cuivre.	Conducteur d'alimentation en cuivre, retour par la voie.	*A.* En cuivre. *B.* En cuivre.	En cuivre.	En fil de cuivre.
45. Si le conducteur est aérien, comment est-il supporté et isolé ?	Supporté par des bras transversaux en bois ; isolateurs en verre.	Poteaux en fer, les uns au milieu, les autres avec fils tendeurs. Isolateurs de l'Ohio Brass Co., etc.	*A.* Poteau central avec fils tendeurs sur des consoles. Le poteau en bois est le seul moyen d'isolation. *B.* Fils tendeurs. Isolation au point où le fil [illegible]	Principalement à l'aide de fils tendeurs.	Le conducteur est saisi par un support spécial isolé du fil tendeur qui est lui-même isolé aux deux extrémités des fils courts qui le [illegible]

	[illegible] pieds (30 à 35 mètres) ; le plus souvent ils sont encastrés dans un béton composé de quatre parties de pierres concassées, trois parties de sable, une partie de ciment naturel.		[illegible] sections de 12 × 12 pouces (305 × 305 mill.) en bas, de 8 × 8 pouces (203×203 mill.) en haut ; longueur, 30 pieds (9,144 mètres). Poteaux plantés dans des trous de 2 1/2 × 2 1/2 × 6 pieds (0.76 × 0.76 × 1.83 m.) remplis, tout autour des poteaux, de roche concassée. Les gros bouts des poteaux sont goudronnés. *B.* Les poteaux latéraux en fer sont des poteaux tubulaires de 30 pieds (9.14 mètres) de longueur, composés de trois tubes assemblés de 5, 6 et 7 pouces (127, 152 et 178 mill.) de diamètre, et plantés dans des trous de 2 1/2 × 2 1/2 × 6 pieds (0.76 × 0.76 × 1.83 mètre) remplis de béton à 10 p. c. de ciment. *A.* et *B.* Les poteaux sont espacés de 110 pieds (33.50 mètres), ils sont mis en place à l'aide de grues locomobiles, et avant d'appliquer la tension des fils tendeurs, on les soumet à un effort un peu plus que suffisant pour compenser les effets du train. *B.* Les poteaux de tension en fer pour les courbes du trolley sont des poteaux tubulaires en trois pièces, composés de tuyaux hydrauliques de 6, 7, 8 pouces (152, 178, 203 millimètres), ayant une longueur de 32 pieds (9.75 mètres) et plantés dans des trous de 3 × 3 × 7 pieds (0.91 × 0.91 × 2.13 m.) remplis de béton. *B.* Les poteaux de tension en fer pour déviations de gros fils d'alimentation sont des poteaux creux en pyramide tronquée, essayés sous une charge de 15,000 livres (6,800 kilog.) dans les conditions normales du service.	[illegible] pieds (30 mètres) ; plantés dans une couche de béton, à 4 ou 6 pieds (1.20 à 1.80) mètre) de profondeur.	[illegible] la surface du sol.
47. Quels moyens employez-vous pour protéger la ligne contre la foudre ?	Sur la double voie, tous les demi-milles (800 mètres), des parafoudres montés sur les fils à trolley. Il en existe aussi sur les « feeders » venant se raccorder près de l'usine et aux endroits où les « feeders » de lignes de poteaux sont placés sous terre.	Parafoudres Wurts.	...	Parafoudres « Ajax » et « Wurts » aux nœuds, ainsi que sur les « feeders » et les machines de l'usine.	Chaque « feeder » est muni à l'usine, comme chaque génératrice, d'une bobine de réaction et d'un parafoudre.
48. Si le conducteur de prise de courant n'est pas aérien, indiquez sa position par rapport aux rails de circulation.	...	...	...	...	...
49. Indiquez la forme et l'aire de sa section transversale.	...	Fil à trolley en cuivre ; n° 0 ; « feeders » n° 0000, de 500,000 circular mils (2.53 centim. carrés).	...	N° 00.	...
50. S'il n'est pas en cuivre, indiquez la conductibilité du métal employé, en fonction de celle du cuivre.	...	...	...	...	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Chicago City Railway Co. Illinois.	Richmond Traction Co. Virginie.	Market Street Railway San Francisco. Californie.	Newburyport Street Railway Co. Massachusetts.	Brooklyn Rapid Transit Co. New-York.
51. Mode de support et d'isolation.	...	...	...	...	...
52. Décrivez les appareils spéciaux employés aux passages à niveau, changements de voie, croisements, etc.	Un double fil tendeur est employé à tous les croisements pour suspendre le fil à trolley.	...	...	...	...
53. Le rail conducteur est-il partagé en sections reliées automatiquement au courant d'alimentation par la voiture automotrice, ou est-il continu dans toute sa longueur ?	...	Continus, ou en panneaux ou sections.	...	...	...
54. S'il est partagé en sections, quelle est la longueur des sections ?	...	...	...	De 3/4 à 4 1/2 milles (1.2 à 7.2 kilom.).	...
55. Décrivez les aiguilles automatiques et la manière de les manœuvrer.	...	...	...	...	...
56. Quelle est votre méthode d'accouplement des rails conducteurs ? Décrivez les liaisons.	...	Liaison Johnson, fabriquée par Roebling.	...	...	...
57. Ces liaisons ont-elles une conductibilité égale à celle du rail, ou y a-t-il perte de charge aux joints ?	...	Non.	...	...	...
58. Quelle est la perte par mille, en ampères, en temps humide et en temps sec ?	..	Elle n'est pas appréciable.	...	...	...
59. Si vous vous servez de « feeders », indiquez leur position et le métal employé.	...	Sur poteaux ; cuivre n° 0000, 500,000 circular mils (2.53 centimètres carrés).	...	Dans des caniveaux ; en cuivre.	...
60. S'ils sont en acier et placés près de la voie, comment sont-ils supportés et isolés ?	...	...	...	...	...
61. En quel point viennent-ils alimenter le conducteur de prise de courant ?	...	Tous les 500 pieds (152 mètres).	...	...	...
62. Quelle est la résistance par mille du conducteur de prise de courant ?	...	...	..	..	...
2. — *Conducteurs négatifs ou conducteurs de retour.*					
63. La terre prête-t-elle un concours appréciable au circuit de retour ?	Non. La terre n'est pas considérée comme un	Non.	*A.* La terre n'est pas employée avec [illegible]	Non. Le rail est appelé à constituer une partie [illegible]	Oui.
65. Ces liaisons ont-elles une puissance de transport égale à celle des rails qu'elles réunissent ?	Non.	..	*A.* Non. *B.* Non.	Non.	Non.
66. Quelle est la section transversale totale des conducteurs de retour ?	...	...	*A.* 1·84 pouce carré (1,187 millim. carrés). Cuivre. *B.* 3·30 pouces carrés (2,129 millim. carrés). Cuivre.	...	18·43 pcs carrés (118.90 centim. carrés) pour le rail-poutrelle de 9 pcs (229 millim.). 10·5 pcs carrés (67.74 centim. carrés) pour le rail Vignoles de 4 5/8 pcs (117.5 millim.).
67. Employez-vous des conducteurs négatifs spéciaux en dehors des rails de circulation ?	Oui.	Non.	*A.* Non. *B.* Deux lignes convenables de canalisation d'eau en fonte.	Oui.	Oui.
68. Dans l'affirmative, veuillez en donner la description.	Conducteurs de 500,000 à 1,000,000 circul. mils (2.53 à 5.07 centimètres carrés) posés parallèlement à la voie, à l'approche des usines et aux points où le courant de retour est puissant.	..	*A.* .... *B.* Une canalisation en fonte, de 30 pcs (0,762 m.), amenant de l'eau salée pour l'alimentation des condenseurs à l'usine. La canalisation est dépourvue de liaisons électriques. Une autre canalisation en fonte de 20 pouces (508 mill.), conduisant de l'eau salée à une usine de traction funiculaire pour alimenter les condenseurs ; cette canalisation est liée par des chevilles en cuivre qui y sont chassées devant les joints.	De gros câbles en cuivre nus posés dans des caniveaux et fixés aux rails.	Câbles de retour en cuivre se raccordant aux rails en divers points.
69. Quelle est la chute maximum du voltage de la ligne, au point le plus éloigné de l'usine, sous charge maximum ?	Environ 10 p. c.	75 volts sous une forte charge.	*A.* 30 p. c. *B.* 26 p. c.	...	Les lignes les plus éloignées de l'usine sont affectées aux trains d'été et aux moments de charge maximum, un survolteur ramène au voltage normal la pression dont la chute peut atteindre environ 300 volts.
70. Quelle est la proportion de la chute dans les conducteurs positif et négatif, les conditions étant celles indiquées précédemment ?	...	La chute dans le retour par rail est très faible ; on ne l'a pas relevée exactement.	*A.* 100 à l'aller, 20 au retour. *B.* 100 dans le positif, 30 dans le négatif.	...	La même.
71. Quel est le rendement de la ligne ?	Environ 94 p. c.	On ne l'a pas évalué.	...	90 p. c.	93 p. c.
MATÉRIEL ROULANT.					
72. Employez-vous des locomotives électriques ou des voitures automotrices à voyageurs ? Employez-vous des voitures d'attelage ? Si oui, combien ?	Des voitures automotrices à voyageurs et des voitures d'attelage.	Des voitures automotrices, pas de voitures d'attelage.	*A.* Des voitures automotrices à voyageurs. Trois voitures d'attelage pour une automotrice. *B.* Voitures automotrices à voyageurs. Une voiture d'attelage pour une automotrice.	Voitures automotrices à voyageurs, pas de voitures d'attelage.	Voitures automotrices à voyageurs, quelquefois une voiture d'attelage.

XIX 98

XIX 87

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Chicago City Railway Co. Illinois.	Richmond Traction Co. Virginie.	Market Street Railway San Francisco. Californie.	Newburyport Street Railway Co. Massachusetts.	Brooklyn Rapid Transit Co. New-York.
73. Combien avez-vous de voitures automotrices ou de locomotives en service? Indiquez leur poids à vide et le nombre de places offertes.	979. Poids approximatif, 8 1/2 tonnes (7,710 kg.).	72. 30 à 50.	*A.* Trois. Poids, 25 tonnes (22,680 kilog.); nombre de places, 52. *B.* 241. Poids, 10 tonnes (9,070 kilog.); nombre de places, 32.	...	...
74. Indiquez la puissance nominale des locomotives ou voitures automotrices.	50, 60 et 70 chevaux.	70 chevaux.	*A.* 320 chevaux. *B.* 70 à 50 chevaux.	...	50 à 70 chevaux.
75. Quelle est la disposition générale du mécanisme, c'est-à-dire le type et le nombre des moteurs par véhicule, la puissance de chaque moteur, ses tours par minute à la vitesse normale et son poids?	Moteurs à simple réduction, de 25, 30 et 35 chevaux chacun. Types Westinghouse, Walker et « General Electric ». Poids, 1,525 à 1,710 livres (692 à 776 kg.). Nombre de tours des armatures des moteurs, 425 à 525 par minute.	Deux moteurs G. E. 1000 de 35 chevaux.	*A.* Pour 3 voitures, 4 moteurs par véhicule. Type G. E. 51. 80 chevaux; simple réduction. Poids, 3,450 livres (1,565 kilog.) chacun. *B.* 4 moteurs par voiture, sur un véhicule de tramway; type G.E. 800; 25 chevaux; simple réduction; 1,750 livres (794 kg.) chacun. Deux moteurs par véhicule, sur 240 voitures de tramway; type G. E. 1000; 35 chevaux; simple réduction; 2,180 livres (990 kilog.). Type G. E. 800; 25 chevaux; simple réduction; 1,750 livres (794 kilog.) chacun. Type Walker S. 3: 36 chevaux; simple réduction; 2,506 livres (1,137 kilog.) chacun. Type Westinghouse 12-A; 30 chevaux; simple réduction; 2,097 livres (951 kg.) chacun. Type W. P. 50, 25 chevaux; simple réduction; 2,742 livres (1,244 kilog.) chacun.	Deux moteurs par voiture. G. E. 800, 27 chevaux; Westinghouse n° 3, 30 chevaux; Westinghouse n° 28 B, 50 chevaux.	Deux moteurs par voiture. Moteurs en acier, trois types; Curliss, Westinghouse, « General Electric », cinq types. La puissance varie avec le type de 25 à 35 chevaux; il en est de même de la vitesse, du nombre de tours et du poids.
76. Le nombre de trucks. Nombre et diamètre des roues du véhicule. Nombre de roues utilisées pour la traction.	Toutes les voitures sont à 4 roues, de 30 pouces (762 millim.); toutes les roues sont utilisées pour la traction.	Un truck Peckham, roues de 30 pouces (762 millim.) que l'on remplace par des roues de 33 pouces (838 millimètres).	*A.* Sur 3 voitures, 2 bogies à 4 roues, ou 8 roues de 33 pouces (838 millim.) par voiture, toutes utilisées pour la traction. *B.* Sur 1 voiture de tramway, 2 bogies à 4 roues, ou 8 roues de 30 pouces (762 millim.), toutes utilisées pour la traction. Sur 215 voitures de tramway, 4 roues de 30 pouces (762 millim.), toutes utilisées pour la traction. Sur 25 voitures de tramway, 2 bogies par voiture, 4 roues de 30 pouces (762 millim.) sur 3 voitures. *B.* 33 pouces (95 millim.) sur 241 voitures de tramway.	Les unes à quatre roues, les autres à deux bogies. Généralement quatre roues sont utilisées pour la traction. Les roues ont, les unes, 30 pouces (762 millim.), les autres 33 pouces (838 millim.) de diamètre.	390 voitures à double bogie. 1,010 voitures à 4 roues. Roues motrices, 30 pouces (762 millim.) et 33 pouces (838 millim.); 4 roues par voiture utilisées pour la traction.
77. Quel est le poids total sur roues motrices, c'est-à-dire le poids adhérent?	...	Le poids total est adhérent; il varie de 5 à 7 tonnes (4,540 à 6,350 kilog.) suivant les voitures.	*A.* 25 tonnes (22,680 kg.). *B.* 10 tonnes (9,070 kg.).	...	Voitures à double bogie, 20,360 livres (9,235 kg.).
80. Quel est le mode d'enroulement des moteurs?	Enroulement en série.	...	*A.* En tambour. *B.* En tambour, à l'exception des W. P. 50 qui sont en anneau.	...	Il varie avec le type.
81. Les moteurs sont-ils supportés d'une façon quelconque par le châssis du truck?	Suspendus au châssis.	...	*A.* Oui. *B.* Oui.	Oui.	Oui.
82. Comment les moteurs sont-ils suspendus?	Suspension à barres transversales; quelques cas de suspension par barres latérales.	...	*A.* Suspension par des ressorts à des barres transversales. *B.* La même, sauf pour les moteurs G.E. 1000, qui ont la suspension à barres latérales.	Suspension à barres transversales.	Les moteurs sont supportés par les essieux et le châssis, suivant les indications du constructeur de moteurs.
83. En étudiant les moteurs ou les trucks, a-t-on prévu des facilités spéciales pour le renouvellement rapide des organes : remplacement d'une armature ou autres travaux de réparation?	Oui.	...	*A.* Oui. *B.* Oui.	Oui.	Les facilités régulièrement prévues par le constructeur.
84. Quelles sont les dispositions prises en vue de la ventilation des moteurs?	Armatures ventilées.	...	*A.* Couvercle à eau ouvert. *B.* Couvercle à eau ouvert.	...	Celles du constructeur.
85. Quel est le système de contrôle?	Série parallèle.	Contrôleurs K 2 et K 10 de la « General Electric ».	*A.* Série parallèle. *B.* Série parallèle.	Série parallèle.	Westinghouse et « General Electric » K 2, K 10 et K 11.
86. Décrivez l'appareil contrôleur.	Contrôleur normal type K de la « General Electric », mais sans « boucle » sur le champ.	Système G. E. partout.	*A.* Coupe-circuit magnétique pour 4 moteurs, contrôleur série parallèle, type K 14 de la « G. E. Co. », sur 3 voitures. *B.* Coupe-circuit magnétique pour 2 moteurs, contrôleurs série parallèle, type K 12 de la « G. E. Co. » sur 1 voiture de tramway. Coupe-circuit magnétique pour 2 moteurs, contrôleurs série parallèle K et K 2 de la « G. E. Co. », Westinghouse 28-A, Walker S, sur 240 voitures.	Type « General Electric ».	Types normaux.
87. Forme et nature de la résistance?	Panneaux de ruban en fer.	...	*A.* Tôle de fer. *B.* Tôle de fer et métal blanc.	Types « General Electric » et Westinghouse.	Tôles de fer.
88. Quel système de frein employez-vous? Est-il satisfaisant?	Freins à main et freins à friction (à disque). Résultats satisfaisants.	Frein Sterling. Commande par engrenages.	*A.* Frein automatique Westinghouse, à air comprimé, sur 3 voitures. Oui. *B.* Freins à main.	A main.	Freins à main. Pour les voitures lourdes, des freins à commande mécanique sont désirables.
89. Décrivez les signaux d'alarme employés : sifflets ou cloches, et leur mode de fonctionnement.	Cloches.	Cloches à pédale du type ordinaire.	*A.* Gongs à coup unique, manœuvrés à la main. *B.* Gongs à coup unique et rotatifs, manœuvrés à la main.	...	Gong actionné par une pression du pied du wattmann sur une cheville fixe.

88 XIX

68 XIX

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Chicago City Railway Co. Illinois.	Richmond Traction Co. Virginie.	Market Street Railway San Francisco. Californie.	Newburyport Street Railway Co. Massachusetts.	Brooklyn Rapid Transit Co. New-York.
90. Décrivez les appareils collecteurs de courant employés sur les voitures automotrices.	Roulette de trolley de 4 1/2 pouces (114 mill.), avec gorge de 3/4 de pouce (19 millimètres).	Trolley.	*A.* Roulettes à double rebord ordinaires, cheminant sur le conducteur positif. *B.* Dito.	Roulette de trolley du type normal.	Tige de trolley avec roulette.
91. Méthodes de chauffage et d'éclairage.	Eclairage au moyen de 10 lampes par voiture; lampes de 100 volts et 16 bougies. Chauffage par poêles à houille.	Appareil de chauffage électrique de la « Consolidated Car Heating Co ».	*A.* Pas de chauffage. *B.* L'éclairage se fait à l'aide de 5 lampes à 32 bougies par voiture, ces lampes sont en série.	Lampes à incandescence; appareils de chauffage électriques.	Les voitures sont éclairées par des lampes à incandescence Edison, canalisation pour deux ou trois circuits d'éclairage alimentés par le courant du trolley. Appareils de chauffage électriques de la « Consolidated Car Heating Co ».
92. Employez-vous sur les voitures automotrices des appareils spéciaux pour enlever la neige de la voie ou la neige et le grésil du rail conducteur ou du fil à trolley?	Balayeuses rotatives pour enlever la neige de la voie et racloirs en fer pour nettoyer la voie. Pas d'appareil pour nettoyer le fil.	Non; trolley tranche-glace ordinaire.	*A.* Non. *B.* Non.	Non.	Non.
EXPLOITATION.					
93. Nombre et type des voitures et poids total de chaque train en service régulier?	Une voiture automotrice et une voiture d'attelage, environ 12 tonnes (10,900 kilogrammes).	Une.	*A.* Trois voitures à voyageurs fermées, type américain, munies de quatre moteurs de 80 chevaux chacun. Douze voitures ouvertes destinées à être attelées. Chaque train d'une voiture automotrice et trois voitures d'attelage pèse 100 tonnes (91 tonnes métriques). *B.* Vingt-cinq voitures mixtes de 32 pieds (10,75 mètres) à double bogie, pesant 12 1/2 tonnes (11,340 kilog.). Une voiture mixte de 40 pieds (12,19 mètres) à double bogie, pesant 13 tonnes (11,800 kilog.). Deux cent quinze voitures mixtes de 28 pieds (8,53 mètres), à quatre roues, pesant 10 tonnes (9,070 kilogrammes).	Dix-huit voitures fermées, à caisse de 20 pieds (6,10 mètres); dix voitures ouvertes.	Nombre moyen pour l'année, environ 1,150 voitures automotrices, pesant de 7 à 12 tonnes (6,350 à 10,800 kilog.); à vide et de 10 à 17 tonnes (9,070 à 15,420 kilog.) sous charge.
94. Temps réglementaire et longueur de parcours de chaque train.	Parcours moyen de chaque train électrique par journée de dix heures, 80 milles (128.7 kilomètres).	Parcours d'aller et retour, 10 milles (16.1 kilom.); vitesse, 9 milles (14.5 kilom.) à l'heure.	*A.* Vingt minutes pour l'aller, en pente; vingt minutes pour le retour, en rampe. *B.* 8 milles (12.9 kilom.) à l'heure sur « State Iwa ».	...	...
95. Vitesse normale en palier et en rampe.	10 à 12 milles (16 à 19 kilomètres).	...	*A.* La ligne ne comprend pas de paliers d'une longueur suffisante pour permettre la mise en vitesse. En rampe de 23.5 p. mille, 14 milles à l'heure (22.5 kilom.) avec 450 à 500 volts. *B.* En palier, 10 milles (15.7 kilom.) à l'heure.	En palier, 10 milles (16.1 kilom.) à l'heure; la vitesse en rampe varie avec la déclivité.	Vitesse normale, 10 à 25 milles à l'heure (16 à 40 kilom.). Les plus fortes rampes peuvent être gravies à la vitesse d'environ 10 milles (16 kilom.) à l'heure.
96. Longueur moyenne d'un parcours par chaque train, à la vitesse moyenne, ou kilowatts mesurés sur la voiture?	10 à 22 kilowatts.	Le chiffre n'a pas été relevé sur la voiture.	...	...	...
98. Nombre de kilowatt-heures par train-mille, mesurés sur la voiture?	Une automotrice avec voiture d'attelage, 16 kilowattheures par véhicule-mille (10 par kilomètre).	...	*A.* 5.4 kilowattheures (3.35 par kilomètre). *B.* 1.30 kilowattheure (0.8 par kilomètre).	1.20 kilowatt heure (0.75 par kilomètre).	Voitures à quatre roues à caisse de 20 pieds (6.10 mètres), 1.224 kilowattheure par véhicule-mille (0.760 par kilom.). Voitures à deux bogies à caisse de 25 pieds (7.62 mètres), 1.762 kilowattheure par véhicule-mille (1.095 par kilomètre).
99. Nombre de wattheures par tonne-mille?	160 watt-heures (109 par tonne-kilomètre).	...	*A.* 54 wattheures (37 par tonne-kilomètre). *B.* 96 wattheures (66 par tonne-kilomètre).	...	100 (68.5 par tonne-kilomètre).
100. Prix total de la force motrice par kilowatt-heure?	0.7 à 1 c. (fr. 0.035 à 0.05).	Moyenne pour 1898, $ 0.00746 (fr. 0.0373).	$ 0.0154 (fr. 0.077).	Environ $ 0.008 (fr. 0.04) en moyenne.	$ 0.005722 (fr. 0.02861); prix basé sur les résultats des usines est, sud et de Ridgewood.
101. Prix du combustible seul par kilowattheure?	0.4 à 0.6 c. (fr. 0.02 à 0.03).	...	$ 0.0103 (fr. 0.0515).	Environ $ 0.004 (fr. 0.02).	$ 0.0033 (fr. 0.0165), prix basé sur les résultats des usines est, sud et Ridgewood.
102. Prix de l'eau seule par kilowattheure?	0.03 à 0.05 c. (fr. 0.0015 à 0.0025).	...	$ 0.0003 (fr. 0.0015), non compris l'eau salée employée dans les condenseurs.	...	Usine est, $ 0.000255 (fr. 0.001275); usine sud, $ 0.000256 (fr. 0.00128); usine Ridgewood, $ 0.000517 (fr. 0.002585).
103. Frais de main-d'œuvre à l'usine, par kilowatt-heure?	0.2 à 0.3 c. (fr. 0.01 à 0.015).	...	$ 0.004495 (fr. 0.022475).	$ 0.003 (fr. 0.015).	$ 0.002215 (fr. 0.011075), chiffre basé sur les résultats des usines est, sud et de Ridgewood.
104. Frais d'entretien à l'usine, par kilowattheure?	0.01 à 0.03 c. (fr. 0.0005 à 0.0015).	...	$ 0.00125 (fr. 0.00625).	$ 0.001 (fr. 0.005).	$ 0.000498 (fr. 0.00249) chiffre basé sur les résultats des usines est, sud et de Ridgewood.
105. Frais d'entretien des véhicules automoteurs par véhicule-mille?	...	$ 0.0087 (fr. 0.02703 par kilomètre).	$ 0.01116 (entretien des véhicules et de leur équipement électrique, fr. 0.03467 par kilom.).	...	Moteurs et équipement électrique, $ 0.008523 (fr. 0.026480). Caisses et trucks des voitures, $ 0.00755 (fr. 0.02346). Total, $ 0.016079 (franc 0.04995).
106. Frais de personnel des trains par mille?	De 3 à 5 cents par véhicule-mille (fr. 0.093 à 0.155 par kilomètre).	...	$ 0.13 (fr. 0.404 par kilomètre). Parcours sur voie unique.	...	$ 0.047 (fr. 0.146 par kilomètre).
107. Nombre d'heures de marche de chaque usine par jour?	Usine n° 1, vingt-quatre heures; usine n° 2, dix-huit heures.	Dix-huit heures en moyenne.	*A.* Six heures par jour, les dimanches et jours de fête où il fait beau. *B.* Environ 20 1/2 heures.	...	Vingt-quatre heures.
108. Effectif du personnel nécessaire pour conduire chaque usine?	Usine n° 1, trente-cinq ouvriers; usine n° 2, dix-huit.	7.	*A.* Quatre ouvriers et trois jeunes gens. *B.* 54 ouvriers.	8.	Usine est, 78 ouvriers; usine sud, 58; usine de Ridgewood, 27; usine de la 3e avenue, 45; usine de la 39e rue, 18.
109. Nombre d'équipes?	3.	2.	*A.* 1; *B.* 3.	3.	3.
110. Nombre d'hommes dans chaque équipe?	...	3, avec 1 de réserve.	*A.* Quatre ouvriers et trois jeunes gens. *B.* 14.	...	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONS.	Northampton Street Railway Co. Massachusetts.	Rochester Railway Co. New-York.	Boston Elevated Railway. Massachusetts.	Los Angeles Railway Co. Californie.	Toledo Traction Co. Ohio.
1. Faites-vous usage de traction électrique? A titre d'essai? Ou en service régulier?	Oui. En service régulier.	...	Oui. En service régulier.	En service régulier.	Normalement.
2. Décrivez d'une manière générale le système ou les systèmes que vous employez.	Système à trolley aérien unique.	...	Système à trolley aérien unique.	Nous employons un courant continu de 500 volts, avec retour par la terre. Génératrices Walker, «General Electric» et Westinghouse, actionnées par la vapeur.	Système de chemins de fer sur rues, voitures automotrices et voitures d'attelage parcourant les rues.
3. Sur quelles lignes ces systèmes sont-ils appliqués et depuis combien de temps?	De Northampton à Florence, 4 milles (6.44 kilomètres), depuis cinq ans; de Northampton à Williamsburg, 9 milles (14.48 kilom.), depuis quatre ans; de Northampton à Easthampton, 5 milles (8.05 kilom.), depuis trois ans. Longueur totale, y compris les petites lignes urbaines de Northampton: 18.56 milles (29.87 kilomètres).	...	Sur toutes les lignes, depuis dix ans.	Sur toutes les lignes, depuis 1895. Sur certaines parties de ces lignes, depuis 1892.	...
VOIE.					
4. Indiquez la longueur des différentes lignes exploitées par traction électrique.	De Northampton à Williamsburg, 9 milles (14.48 kilom.); de Northampton à Florence, 4 milles (6.44 kilom.); de Northampton à Easthampton, 5 milles (8.05 kilomètres); de Northampton à Bay State, 2½ milles (4.02 kilomètres). — Chacune de ces lignes chevauche plus ou moins sur quelque autre ligne.	100 milles (161 kilom.) de voies.	A peu près 340 milles (547 kilomètres) de voie unique.	Nous exploitons 95 milles (153 kilom.) de voie unique.	De 3 à 9 milles (5 à 14.5 kilomètres).
5. Type des rails employés et leur poids par yard.	Rails type Vignoles, pesant presque tous 56 livres par yard (27.8 kil. par mètre).	Rail-poutrelle à ornière, de 107 livres (53 kilog. par mètre), dans les rues de la ville; rail Vignoles de 56 livres (27.8 kilog. par mètre) sur les lignes suburbaines.	Voie normale à rails-poutrelles de 10 pouces (254 millimètres).	Nous avons des voies anciennes, posées avec un rail combiné (rail Marsillon) de 35 et 40 livres par yard (17.36 et 19.84 kilog. par mètre). Notre profil normal est un rail Vignoles de 6 pouces (152 mill.) de hauteur, pesant 60 livres par yard (29.76 kilog. par mètre) et laminé en longueurs de 60 pieds (18.29 mètres).	Types: Vignoles de 60 livres (29.76 kilog.) et poutrelle de 90 livres (44.64 kilog. par mètre).
6. Voie simple ou double.	Voie unique, avec les évitements et changements voulus.	Presque tout à double voie.	L'une et l'autre.	Presque tout à double voie.	L'une et l'autre.
7. Indiquez la rampe maximum et le rayon de courbure minimum.	Rampe de 80 p. m.; courbe de 27 pieds (8.23 mètres).	50 p. m., 36 pieds (10.97 mètres), dans un seul cas; 40 pieds (12.19 mètres), en général.	80 p. m. de rampe, 35 pieds (10.67 mètres) de rayon de courbe.	Rayon minim., 45 pieds (13.72 mètres); rampe maximum, 130 p. m.	...

10. *Traverses en bois ou en métal.*	En bois (châtaignier).	Généralement en bois, mais pour les voies neuves, les traverses en acier sont beaucoup employées.	En bois.	Normalement ce sont des traverses en bois, bien qu'à titre expérimental nous ayons mis environ 1 mille (1,609 mètres) de voie de traverses métalliques, à notre grand préjudice d'ailleurs.	En bois.
11. Décrivez le type de joint des rails.	Généralement joint ordinaire à quatre boulons.	...	Pour la voie normale, joint Churchill embrassant deux traverses, avec plaque d'appui; c'est en somme un joint à pont.	...	...
12. Indiquez le nombre de passages à niveau.	...	...	...	Nous traversons toutes les rues à niveau.	Presque tous les passages sont à niveau.
USINES.					
13. Indiquez le nombre d'usines pour chaque ligne.	Nous n'avons qu'une seule usine.	Une usine p' les lignes urbaines; une usine pour les lignes de Charlotte (R. Elect. C°), soit deux usines pour le «Rochester Railway». Toutes les lignes urbaines sont exploitées par une seule usine située presque exactement au centre de la ville. Le chemin de fer électrique de Rochester (exploité par la «Rochester Railway C°») a son usine distincte, située vers le milieu de la ligne.	Nous avons sept usines qui, sauf une seule, réunissent ou peuvent réunir leur production.	Une seule usine pour toutes les lignes.	Une seule usine pour toutes les lignes.
14. La position des usines par rapport à la ligne.	Une, au centre de distribution.	Les deux usines ont une position centrale, comme il a été dit ci-dessus. L'usine de la ville renferme aussi une unité d'éclairage de 60 kilowatts sous 125 volts, accouplée directement à une machine Atlas compound-tandem de 100 chevaux.	Elles sont situées aussi près du centre de leurs charges respectives que les circonstances le permettent, et la charge moyenne des usines se trouve dans un rayon de 2 milles (3.2 kilom.).	L'usine occupe une position analogue à celle d'un point sur le poignet de la main, les doigts allongés représentant les différentes lignes.	A peu près au centre.
15. Leur puissance nominale en kilowatts.	...	Usine de la ville: génératrices de 1,600 kilowatts; accumulateurs de 800 kilowatt-heures. Usine du «Rochester Electric»: génératrices de 248 kilowatts.	Environ 26,144 kilowatts.	Puissance de l'usine en kilowatts: 2,540.	2,000 kilowatts. Agrandissement actuellement en cours.
16. Le nombre d'unités de chaque usine et le rendement de chaque unité.	Trois. 100 kilowatts.	Usine de la ville: treize génératrices de 100 kilowatts, deux génératrices de 150 kilowatts. Usine du «Rochester Electric»: 4 génératrices de 62 kilowatts.	Soixante-seize génératrices, trente-six machines à vapeur.	Une machine à vapeur de 1,200 chevaux, accouplée directement à une génératrice de 800 kilowatts. Une machine à vapeur de 500 chevaux, actionnant par câble deux génératrices de 200 kilowatts. Une machine à vapeur de 500 chevaux, actionnant par câbles une génératrice de 400 kilowatts et une de 200 kilowatts. Une machine à vapeur de 750 chevaux, actionnant par câbles deux génératrices de 270 kilowatts. Une machine à vapeur de 250 chevaux, actionnant par courroie une génératrice de 200 chevaux.	Quatre de 500 kilowatts.

92 XIX

93 XIX

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Northampton Street Railway Co. Massachusetts.	Rochester Railway Co. New-York.	Boston Elevated Railway. Massachusetts.	Los Angeles Railway Co. Californie.	Toledo Traction Co. Ohio.
17. Le nombre et le type des chaudières de chaque usine et la puissance nominale de chacune d'elles.	3. Hawkins-Hennessey, 125 chevaux.	Usine de la ville : 1 chaudière à tubes d'eau B. & W., de 416 chevaux ; 1 chaudière à tubes d'eau B. & W. de 392 chevaux ; 1 chaudière à tubes d'eau B. & W. de 334 chevaux ; 4 chaudières à tubes d'eau Heine, chacune de 208 chevaux ; usine du « Rochester Electric », 4 chaudières tubulaires, 2 chaudières Stearns, chacune de 125 chevaux et 2 chaudières Woodbury, chacune de 125 chevaux.	55 chaudières à tubes d'eau, 19,000 chevaux ; 6 chaudières tubulaires à retour, 1,050 chevaux ; 4 chaudières tubulaires verticales, 720 chevaux.	10 chaudières Sterling de 250 chevaux chacune.	10, dont 4 de 350 chevaux et 6 de 500 chevaux.
18. Le nombre de chaudières en marche pour assurer le service normal.	2.	Usine de la ville : 5 ou 6 chaudières sur les 7 ; usine du « Rochester Electric » : 2 et 3 chaudières, sur les 4.	Presque toutes en hiver. Environ la moitié en été.	6.	4 à 6. Elles servent à l'éclairage et à la traction.
19. Quel est le combustible employé ?	Houille bitumineuse.	Grosse houille Reynoldsville de 1re qualité pour appareils à vapeur, dans les deux usines.	Houille bitumineuse, surtout du New-River; qualité : tout-venant.	Pétrole brut.	Menus bitumineux.
20. Le poids de combustible consommé par kilowatt-heure au tableau de distribution.	...	En moyenne, dans les deux usines, environ 5 1/2 livres (2.5 kilog.) de houille par kilowatt-heure.	La quantité varie de 2 1/4 livres (1 kilog.) dans les usines modernes à 3 3/4 livres (1.7 kilog.) dans les petites usines. La moyenne de toutes les usines est probablement d'environ 3 livres (1.36 kilog.).	2.65 livres (1.202 kilog.).	3.94 livres (1.787 kilog.).
21. Nombre de livres d'eau vaporisée par livre de combustible.	...	Environ 8.	Varie de 8 à 10 ; la moyenne est probablement de 9.	12.73.	8.25.
22. Employez-vous le tirage forcé ?	Non.	Non.	Non.	Non.	Non.
23. Quelle est la pression de vapeur ?	100 livres (7 kilog. par centimètre carré).	Usine de la ville : 140 liv. (9.8 kilog.) ; usine du « Rochester Electric » : 95 livres (6.7 kilog.).	Elle varie de 80 à 180 liv. (5.6 à 12.7 kilog.) ; elle est de 80 livres (5.6 kilog.) à Allston, de 120 livres (8.4 kilog.) à E. Boston, de 150 à 160 livres (10.5 à 11.2 kilog.) à Charlestown, Dorchester et Harvard et de 180 liv. (12.7 kilog.) à Central et East Cambridge.	160 livres (11.25 kilog.).	150 livres (10.5 kilog.).
24. Indiquez les dimensions de la cheminée.	100 pieds (30.48 mètres) de hauteur ; 5 pieds (1.524 mètre) de diamètre.	140 pieds (42.67 mètres) de hauteur ; 18 pieds (5.486 mètres) de diamètre extérieur à la base au niveau du sol ; diamètre de la garniture intérieure, 8 pieds (2.438 mètres) ; tirage [illegible]	...	...	13 pieds (3.962 mètres) de diamètre intérieur ; 215 pieds (65.53 mètres) de hauteur au-dessus des barreaux de grille.
26. L'eau de condensation qui s'accumule dans la canalisation est-elle ramenée aux chaudières ?	Oui.	Oui.	Oui.	Pas directement.	Oui.
27. Dans l'affirmative, par quel moyen ?	Par une pompe placée sur le réservoir.	Par une pompe pour eau de condensation.	En majeure partie, par des pompes.	...	Par une pompe à vapeur.
28. Comment le réchauffage de l'eau d'alimentation est-il assuré ?	Par un réchauffeur pour chaque machine et un réchauffeur auxiliaire.	Par la vapeur d'échappement et par des épurateurs à vapeur Happerhoe.	Par un réchauffeur primaire dans la colonne d'échappement et des économiseurs.	La vapeur d'échappement des pompes d'alimentation et de circulation traverse des réchauffeurs ouverts.	Réchauffeur à vapeur d'échappement et économiseur de combustible Greene.
29. Quelle est la température de l'eau d'alimentation à l'entrée dans les chaudières ?	176° F. (80° C.).	Usine de la ville : 360° F. (182° C.) ; usine du « Rochester Electric » : 210° (99° C.).	Environ 200° F. (93° C.) en moyenne.	Environ 200° F. (93° C.).	230 à 280° F. (110 à 138° C.).
30. Indiquez le mode de construction et le type des machines à vapeur employées dans chaque usine.	3 machines de 150 chevaux, à simple expansion, à condenseurs ; 3 machines Hamilton-Corliss, fournies par Hoover, Owens & Rentschla, de Hamilton, O.	Usine de la ville : 1 machine Atlas compound-tandem pour l'éclairage ; 3 compound-tandem Mc Intosh & Seymour, 3 cross-compound Ball, 3 machines à simple expansion Ball ; usine du « Rochester Electric » : 1 machine à simple expansion Armington & Sims, 2 machines à simple expansion Woodbury.	Trop nombreuses pour pour être citées.	N° 1, cross-compound Allis-Corliss, à accouplement direct. N°s 2 et 3, Golden State & Miners, tiroir à détente automatique, commandé par un régulateur, sur le cylindre à haute pression. N° 4, type Corliss, cross-coumpound, avec transmission par câble. N° 5, compound verticale Ball sur deux bâtis, mais reliée à l'opposé à l'arbre.	Cross-compound horizontale « American-Wheelock », à condenseurs, pour la traction ; d'autres machines sont affectées à l'éclairage.
31. Indiquez le diamètre des cylindres, la longueur de la course, le nombre de tours par minute, la longueur et le diamètre de l'arbre, le poids et le diamètre du volant.	16 pouces (0.406 mètre) ; 36 pouces (0.914 m.) ; 82 pouces (2.083 m.) ; 9 pieds (2.743 m.) ; diamètre, 8 pouces (0.203 mètre ; volant de 15 pieds (4.572 m.) ; poids, 16,000 livres (7,260 kilogrammes).	Usine de la ville : 2 machines, 13 × 23 × 17 (0.330×0.584×0.432 m.) ; 195 tours par minute ; 3 machines, 13 × 22 × 16 (0.330×0.559×0.406 m.), 230 tours par minute ; 3 machines, 15 × 16 (0.381 ×0.406 m.) ; 235 tours par minute ; 1 machine, 20 × 32 × 39 (0.508 × 0.813 × 0.483 m.), 180 tours par minute ; usine du « Rochester Electric » : 2 machines, 14 × 18 (0.356 × 0.457 m.) ; 220 tours par minute ; 1 machine, 18 1/2 ×18 (0.470 × 0.457 m.) ; 220 tours par minute.	...	Machine n° 1 : 36 et 50 × 48 pouces (0.660 et 1.270 × 1.219 m.). Machine n° 2 : 16 5/8 et 22 et 32 × 42 pouces (0.422 et 0.559 et 0.813 × 1.067 m.). Machine n° 3 : 16 1/4 et 22 et 32 × 42 pouces (0.413 et 0.559 et 0.813 × 1.067 m.) Machine n° 4 : 23 1/2 et 42 × 48 pouces (0.597 et 1.067 × 1.219 m.). Machine n° 5 : 15 et 28 × 16 pouces (0.381 et 0.711 × 0.406 m.).	Cylindre H.P., 18 pouces (0.457 m.) ; B. P., 48 pouces (1.219 m.) ; course 48 pouces (1.219 m.) ; 90 tours par minute. Volant de 36 tonnes (32,660 kilog.). Diamètre de l'arbre, 20 pouces (0.508 m.) ; diamètre du volant, 20 pieds (6.096 m.).
32. Si les machines sont à condensation, décrivez le type de condenseurs employé.	Condenseur par jet, à commande directe.	Usine de la ville : 3 condenseurs par jet Worthington ; usine du « Rochester Electric » : pas de condenseurs.	Par surface et par jet.	Condenseur par jet indépendant, avec machines compound pour actionner ses pompes.	Par jet. Pompe à air reliée par courroie à l'arbre de la machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Northampton Street Railway Co. Massachusetts.	Rochester Railway Co. New-York.	Boston Elevated Railway. Massachusetts.	Los Angeles Railway Co. Californie.	Toledo Traction Co. Ohio.
33. La commande des génératrices est-elle directe ou par courroies ?	Par courroie.	Toutes les transmissions se font par courroie, sauf une compound tandem Atlas attelée directement à une génératrice Westinghouse de 60 kilowatts.	Commandées par courroie et arbre de renvoi: 7 génératrices de 400 kilowatts. Reliées directement par courroie à des machines grande vitesse : génératrices de 50, 50 et 62 kilowatts. A accouplement direct: 1 de 2,700 kilowatts, 2 de 1,500 kilowatts, 9 de 1,200 kilowatts, 2 de 1,000 kilowatts, 2 de 800 kilowatts, 3 de 200 kilowatts.	N° 1, accouplement direct. N°s 2 et 3, câble continu. N°s 4 et 5, câble continu. N°s 6 et 7, câble unique. N° 8, courroie.	Pour la traction, accouplement direct.
34. Combien d'usines produisent du courant continu ?	Une seule.	Les deux.	Toutes les usines.	Toutes.	Une.
35. Quel est le voltage à l'usine sous pleine charge ? A vide ?	500 ; 550.	535 sous pleine charge, 525 à vide.	550 volts.	525 volts ; 535 volts.	550 volts ; 500 volts.
36. Emploie-t-on, dans l'usine, des survolteurs ou tout autre appareil servant à augmenter le voltage d'un ou de plusieurs « feeders » déterminés ?	Non.	Un seul survolteur, qui est employé avec la batterie d'accumulateurs dans l'usine de la ville.	Non.	Non.	Oui.
37. Dans l'affirmative, comment sont-ils actionnés ?	...	Par un moteur.	...	...	Par courroie.
38. Quels sont les appareils employés pour protéger les génératrices contre les décharges de la foudre ?	Parafoudres G. E.	Parafoudres, interrupteurs du circuit de ligne et interrupteurs des circuits de machines.	Parafoudres « Wurts » sur les « feeders ». Parafoudres Gen. Elec. et bobines de réaction sur les génératrices.	Le parafoudre « Wurts », sans formations d'arcs, pour chemins de fer.	Parafoudres à dents.
39. La foudre a-t-elle occasionné des dégâts dans les usines actionnant un troisième rail seulement, sans emploi de conducteurs aériens ?	...	Nous n'avons pas de troisième rail.	...	Non.	...
40. Employez-vous des batteries d'accumulateurs ?	Non.	Oui. 800 kilowattheures.	Non.	Non.	Non.
41. Dans l'affirmative, prière de décrire les appareils employés pour l'alimentation des lampes électriques des stations de passage ou la commande d'moteurs d'axes servant au chauffage, à la ventilation ou à d'autres usages ?	...	Par un survolteur relié aux barres de distribution.	...	Il n'en est pas employé.	...
CONDUCTEURS.					
1. — *Conducteurs positifs.*					
43. Indiquez la position du conducteur de prise de courant par rapport à la voie.	Trolley aérien.	Aérien.	Aérien, dans l'axe de la voie; hauteur normale: environ 18 pieds (5.50 mètres).	Aérien, dans l'axe de la voie.	Aérien, dans l'axe de la voie.
44. En quel métal sont-ils établis ?	En cuivre.	En cuivre.	En cuivre.	En cuivre.	En cuivre dur.
45. Si le conducteur est aérien, comment est-il supporté et isolé ?	Construction à fil aérien du type ordinaire.	Sur fil tendeur et consoles, isolation à l'aide de caoutchouc dur.	Principalement par fils tendeurs.	Il est supporté par des fils tendeurs, attachés aux poteaux de chaque côté de la rue, et fixé aux fils tendeurs par une oreille isolante soudée au conducteur.	Fils tendeurs avec isolation ordinaire de la ligne.
46. Si le conducteur est aérien, décrivez les poteaux employés, leur espacement et la manière de les fixer dans le sol.	Poteaux en bois et en fer. Les poteaux en fer sont plantés dans des pierres cassées et du ciment, les poteaux en bois dans du gravier ordinaire.	Poteaux en bois et en fer plantés à 6 pieds (1.83 mètre) dans le béton.	Principalement des poteaux latéraux. Poteaux cylindriques en acier, du type ordinaire, espacés approximativement de 125 pieds (38 mètres) et plantés dans du béton de ciment.	Les poteaux employés sont en cèdre, ronds, de 8 pouces (203 mill.) de diamètre au sommet, de 30 pieds (9.14 mètres) de longueur, d'environ 11 pouces (279 mill.) au gros bout. Poteaux carrés en bois rouge de Californie de 8 × 8 pouces (203 × 203 mill.) au sommet, de 30 pieds (9.14 mètres) de longueur, et 12 × 12 pouces (305 × 305 mill.) au gros bout, à faces rabotées. Espacés de 120 pieds (36.6 mètres). Plantés à 5 pieds (1.5 mètre) dans le sol.	Cèdre et fer. Espacement moyen : 120 pieds (36.6 mètres). Plantés à une profondeur de 6 à 7 pieds (1.8 à 2.1 mètres) suivant les circonstances. Les poteaux en fer sont encastrés dans du béton.
47. Quels moyens employez-vous pour protéger la ligne contre la foudre ?	Parafoudres G. E.	Parafoudres de ligne.	Aucun moyen n'est nécessaire.	Parafoudre du chemin de fer « Wurts » sans formation d'arcs.	Parafoudres, un par mille (1.6 kilom.)
48. Si le conducteur de prise de courant n'est pas aérien, indiquez sa position par rapport aux rails de circulation.	...	...	...	...	...
49. Indiquez la forme et l'aire de sa section transversale.	...	...	...	...	...
50. S'il n'est pas en cuivre, indiquez la conductibilité du métal employé, en fonction de celle du cuivre.	...	...	...	...	...
51. Mode de support et d'isolation	...	...	...	...	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Northampton Street Railway Co. Massachusetts.	Rochester Railway Co. New-York.	Boston Elevated Railway. Massachusetts.	Los Angeles Railway Co. Californie.	Toledo Traction Co. Ohio.
52. Décrivez les appareils spéciaux employés aux passages à niveau, changements de voie, croisements, etc.	...	...	...	Nous employons ordinairement un type normal d'appareils aériens spéciaux.	...
53. Le rail conducteur est-il partagé en sections reliées automatiquement au courant d'alimentation par la voiture automotrice, ou est il continu dans toute sa longueur ?	En sections.	...	...	Le conducteur est divisé en sections isolées entre elles pour les besoins d'alimentation et pour le contrôle.	...
54. S'il est partagé en sections, quelle est la longueur des sections ?	Elle varie de 2 à 6 milles (3 à 10 kilomètres).	...	...	...	...
55. Décrivez les aiguilles automatiques et la manière de les manœuvrer.	...	...	...	...	...
56. Quelle est votre méthode d'accouplement des rails conducteurs ? Décrivez les liaisons.	...	...	...	...	...
57. Ces liaisons ont-elles une conductibilité égale à celle du rail, ou y a-t-il perte de charge aux joints ?	...	...	...	...	...
58. Quelle est la perte par mille, en ampères, en temps humide et en temps sec ?	...	...	...	Les conditions de la voie varient tellement qu'il n'est pas possible de déterminer ce chiffre.	. .
59. Si vous vous servez de « feeders », indiquez leur position et le métal employé.	En cuivre; posés jusqu'à une distance de 1 mille à 1 mille et demi (1,609 à 2,410 mètres) du point extrême de chaque ligne.	En cuivre; posés sur des poteaux et dans des caniveaux.	Fils de cuivre sur poteaux et dans des caniveaux.	« Feeders » en cuivre, posés sur les poteaux de la ligne à trolley.	...
60. S'ils sont en acier et placés près de la voie, comment sont-ils supportés et isolés	...	...	...	...	...
61. En quel point viennent-ils alimenter le conducteur de prise de courant ?	Au sommet des rampes, et ailleurs à peu près tous les 1/2 milles (8.5 mètres).	Tous les 500 pieds (150 mètres).	Partout où les circonstances peuvent le commander.	La distance des jonctions à l'usine varie avec les circonstances.	...
62. Quelle est la résistance par mille du conducteur de [illegible] au circuit de retour ?	...	...	...	51,000 ohms par mille [illegible]	...
64. Décrivez les liaisons employées et la méthode d'accouplement des rails de circulation.	Liaison « Chicago » et chevilles en U.	Double liaison, avec tête coulée.	Liaison dite « West End » numéros 2/0 et 4/0, longueur variant de 12 à 42 pces (0.305 à 1.067 m.) suivant le type des éclisses, fil soudé à des chevilles en acier chassées dans des trous ménagés dans l'âme des rails : trous de 5/8 de pouce (15.9 mill.) pour fils 2/0, de 3/4 de pouce (19.05 mill.) pour fils 4/0. — Les rails sont à simple ou double liaison électrique, suivant l'importance probable des courants de retour.	Les rails sont ordinairement soudés, à joints coulés, de façon à former un conducteur de retour continu. Tous les rails sont munis de liaisons transversales en fil de cuivre, tous les 250 pieds (76 mètres). Les joints non coulés sont munis de fils autour du joint ou d'une liaison en feuilles de cuivre sous l'éclisse.	Liaisons en fer à cheval sous l'éclisse; quelques liaisons de 48 pouces (1.219 m.) contournant l'éclisse.
65. Ces liaisons ont-elles une puissance de transport égale à celle des rails qu'elles réunissent ?	...	Oui.	Non.	A peu près; cependant, dans certains cas, il y a perte de charge.	Non.
66. Quelle est la section transversale totale des conducteurs de retour ?	...	...	Elle est variable et dépend du profil des rails, des dimensions et du nombre des liaisons électriques employées aux joints.	...	6,500,000 circular mils (32.93 centim. carrés).
67. Employez-vous des conducteurs négatifs spéciaux en dehors des rails de circulation ?	Oui.	Par endroits.	Oui.	Dans certains cas, des rails en acier ont été munis de liaisons et posés dans une enveloppe; dans d'autres cas, on a posé de vieux fils en cuivre comme retour spécial.	Non.
68. Dans l'affirmative, veuillez en donner la description.	Fil supplémentaire en cuivre, n° 0.	Fils n° 0000 tendus sous le champignon ou l'aile supérieure du rail.	Fils aériens ordinaires, tendus sur des lignes de poteaux le long de la rue et reliés à la voie à des intervalles de 500 à 1,000 pieds (150 à 300 mètres). Employés sur les lignes principales à l'approche des usines.	...	...
69. Quelle est la chute maximum du voltage de la ligne, au point le plus éloigné de l'usine, sous charge maximum ?	250 volts.	Environ 30 p. c.	100 volts.	...	250 volts.
70. Quelle est la proportion de la chute dans les conducteurs positif et négatif, les conditions étant celles indiquées précédemment ?	. .	...	Positif : 65 p. c. Négatif : 35 p. c.	...	...
71. Quel est le rendement moyen de la ligne ?	60 p. c.		87 p. c.	...	...

86 / XIX

66 / XIX

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Northampton Street Railway Co. Massachusetts.	Rochester Railway Co. New-York.	Boston Elevated Railway. Massachusetts.	Los Angeles Railway Co. Californie.	Toledo Traction Co. Ohio.
MATÉRIEL ROULANT.					
72. Employez-vous des locomotives électriques ou des voitures automotrices à voyageurs? Employez-vous des voitures d'attelage? Si oui, combien?	Des voitures automotrices à voyageurs?	Une, avec un moteur.	Des voitures automotrices à voyageurs seulement.	Des voitures automotrices à voyageurs et, aux moments de grande affluence, des voitures d'attelage; ordinairement environ vingt.	Des voitures automotrices, avec des voitures d'attelage pour le trafic intense.
73. Combien avez-vous de voitures automotrices ou de locomotives en service? Indiquez leur poids à vide et le nombre de places offertes.	29 voitures automotrices à voyageurs. Le poids et le nombre de places sont variables.	150 voitures; poids moyen, 8 tonnes (7,260 kilog.); nombre de places, 30 à 36.	1,325 voitures fermées; 1,392 voitures ouvertes. Le poids varie de 11,800 à 21,000 livres (5,350 à 9,520 kilogrammes).	Nous avons 77 voitures automotrices en service. Le poids varie de 18,000 à 30,000 livres (8,160 à 13,600 kilog.) et offrant de 26 à 42 places.	103 voitures en service régulier.
74. Indiquez la puissance nominale des locomotives ou voitures automotrices.	30 et 50.	En moyenne, 60 chevaux.	Les grandes voitures, environ 60 chevaux; voitures à moteur unique, environ 30 chevaux.	50 chevaux.	60 chevaux.
75. Quelle est la disposition générale du mécanisme, c'est-à-dire le type et le nombre des moteurs par véhicule, la puissance de chaque moteur, ses tours par minute à la vitesse normale et son poids?	2 moteurs par voiture, types G. E. 800, W. P. 30 et Westinghouse, 12; 15 et 25 chevaux chaque moteur.	...	Voitures à 10 et 12 banquettes et voitures fermées de 25 pieds (7.62 mètres), 2 moteurs; voitures à 8 et 9 banquettes et voitures fermées de 16 et 20 pieds (4.88 et 6.10 mètres), 1 moteur.	Moteurs « General Electric » ou Westinghouse, de 25 chevaux, 2 par voiture.	Train réducteur simple, Westinghouse n° 3 et G. E. 800, 2 moteurs par voiture, 30 chevaux chacun.
76. Le nombre de trucks. Nombre et diamètre des roues du véhicule? Nombre de roues utilisées pour la traction?	4 roues de 30 et 33 pouces (762 et 838 millimètres).	...	Environ 1,000 voitures à double bogie, 8 roues de 30 pouces (762 millim.) de diamètre. Avec 2 moteurs, 4 roues sont utilisées pour la traction. Les autres voitures sont à 4 roues. 1 moteur utilise 2 roues pour la traction.	Voitures à 4 roues et voitures à 2 bogies. Les 4 roues des premières ont 30 pouces (762 millim.) de diamètre; les 8 roues des autres ont 24 pouces (610 millim.). 4 roues utilisées pour la traction.	4 roues, toutes utilisées pour la traction. Diamètre, 33 pouces (838 millimètres).
77. Les armatures des moteurs sont-elles montées directement sur les essieux ou l'entraînement se fait-il par des engrenages?	Par engrenages.	...	Par engrenages.	Par engrenages.	Par engrenages.
78. Quel est le diamètre des essieux moteurs?	3 3/8 et 3 5/8 pouces (85.7 et 92.1 millimètres).	3 3/4 pouces (95.25 mill.).	3 3/4 pouces (95.25 mill.).	3 3/4 pouces (95.25 mill.).	3 3/4 pouces (95.25 mill.).
79. Quel est le poids total sur roues motrices, c'est-à-dire le poids adhérent?	...	...	Sur les voitures à 8 roues, environ les 3/4 du poids total; sur celles à 4 roues avec 1 moteur, environ les 2/3 du poids total; sur celles à 4 roues avec 2 moteurs, la totalité du poids. Les roues motrices sont dentelées à gorge, avec bandages entroulées à la machine.	22,000 livres (9,980 kg.) sur les voitures à 8 roues, 18,000 livres (8,100 kilog.) sur celles à 4 roues.	...
81. *Les moteurs sont-ils* supportés d'une façon quelconque par le châssis du truck?	Oui.	Par des barres de suspension attachées aux longerons du truck.	Suspension par barres latérales et par barres transversales.	Oui.	Une extrémité de chaque moteur.
82. Comment les moteurs sont-ils suspendus?	Suspension à barres transversales ordinaire.	Suspension à barres transversales.	Une extrémité du moteur est supportée par deux fusées des essieux moteurs. L'autre extrémité est fixée au châssis par des ressorts, soit à l'aide de barres latérales, soit au moyen de barres transversales.	Suspendus à des barres transversales.	Une extrémité repose sur l'essieu, l'autre sur des ressorts fixés à une barre transversale du truck.
83. En étudiant les moteurs ou les trucks, a-t-on prévu des facilités spéciales pour le renouvellement rapide des organes : remplacement d'une armature ou autres travaux de réparation?	Non.	Oui.	Dans les trucks, on a pris des dispositions en vue du remplacement des roues et essieux. Les moteurs sont munis des facilités qui se rencontrent ordinairement dans ces types. Nous employons les types normaux de la Compagnie Westinghouse et de la « General Electric C° », et ces moteurs ne sont pas tellement grands qu'il soit nécessaire d'adopter des dispositions exceptionnelles.	Les facilités usuelles.	Seulement celles prévues pour les appareils normaux.
84. Quelles sont les dispositions prises en vue de la ventilation des moteurs?	...	...	Les couvercles peuvent être retirés ou relevés, et dans certains cas il y a des plaques de trous à main dans la partie inférieure.	Les dispositions usuelles du type.	...
85. Quel est le système de contrôle?	Série parallèle.	Série parallèle.	Sur les voitures à moteur unique, un rhéostat. Sur celles à deux moteurs, un contrôleur série parallèle.	Série parallèle.	Série parallèle.
86. Décrivez l'appareil contrôleur.	...	...	Le type normal de contrôleurs K, K 2 et K 10 de la G. E., et le type de rhéostat G. E.	Contrôleurs série parallèle K 2 de la « General Electric ». Contrôleurs série parallèle K 10 Westinghouse. Contrôleurs série parallèle n° 28 Westinghouse. Contrôleurs à rhéostat n° 3 Westinghouse.	Contrôleur série parallèle G. E. K 2.
87. Forme et nature de la résistance.	...	Bandes de fer.	La résistance est constituée par des tôles de fer, estampées en forme pour donner un long circuit, et isolées par du mica.	Panneaux de rubans en fer feuillard n° 26. Bobines de rubans en fer feuillard n° 26. Bobines de fil de fer n° 11.	Forme de boite. Fer isolé au moyen d'asbeste.

XIX 100

XIX 101

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer électriques.

QUESTIONNAIRE.	Northampton Street Railway Co. Massachusetts.	Rochester Railway Co. New-York.	Boston Elevated Railway. Massachusetts.	Los Angeles Railway Co. Californie.	Toledo Traction Co. Ohio.
88. Quel système de frein employez-vous ? Est-il satisfaisant ?	Des freins à main. Non.	Des freins à main. Oui.	Des freins à main : résultats satisfaisants.	Des freins sur les roues, et pour le matériel des lignes accidentées, un frein agissant sur la voie, en plus.	Des freins à main. Oui.
89. Décrivez les signaux d'alarme employés : sifflets ou cloches, et leur mode de fonctionnement.	Gongs à pédale.	Signal Parrish, actionné par la roulette du trolley heurtant un levier commutateur et fermant le circuit d'une série de lampes.	Gongs à pédale sur la plate-forme.	Cloches.	Gong de 10 pouces (0.25 mètre) placé sous la plate-forme et actionné par le pied du *motorman*.
90. Décrivez les appareils collecteurs de courant employés sur les voitures automotrices.	...	...	Trolley en dessous, du type normal.	Roulettes de trolley en bronze coulé, avec garnitures en graphite, ressort de contact métallique de chaque côté de la roulette.	Tige de trolley ordinaire, avec roulette en bronze de 4 ½ pouces (114 millimètres).
91. Méthodes de chauffage et d'éclairage.	Appareils de chauffage pour voitures de la « Consolidated Car Heating C° » ; lampes en série.	Poêles et appareils de chauffage électriques ; lampes en série ; alimentation par le courant du trolley.	Voitures munies de cinq et dix lampes de 16 bougies, et d'un fanal de tête électrique. Appareils de chauffage électriques installés dans les voitures fermées, à raison de six chaufferettes sous les banquettes des voitures fermées de 25 pieds (7,62 mètres).	En raison du climat, le chauffage des voitures est inutile.	Lampes à incandescence, alimentées par le courant du trolley. Poêles à houille anthraciteuse.
92. Employez-vous sur les voitures automotrices des appareils spéciaux pour enlever la neige de la voie ou la neige et le grésil du rail conducteur ou du fil à trolley ?	Racloirs Dorner et Dutton ; roulettes tranche-glace.	Racloirs Dorner et Dutton.	Nous employons des racloirs sur nos voitures fermées, mais pour les rails seulement. Nous n'employons pas de roulette chasse-grésil, mais pendant les tempêtes de grésil nous enlevons parfois la roulette du trolley.	Non.	Nous faisions autrefois usage de racloirs avec de bons résultats, mais les garde-corps absorbent maintenant toute la place sous la plate-forme. Roulettes chasse-grésil.
EXPLOITATION.					
93. Nombre et type des voitures et poids total de chaque train en service régulier.	Quinze voitures fermées ordinaires, à banquettes latérales ; quatorze voitures ouvertes ; une voiture mixte pour poste et voyageurs.	Environ 250 voitures. Une voiture automotrice pèse environ 8 tonnes (7,260 kilog.) et une voiture d'attelage environ 3,000 liv. (1,360 kilog.).	Une seule voiture par train. Poids en charge, de 22,000 à 38,490 livres (9,980 à 17,410 kilog.).	Trains d'une seule voiture ou d'une automotrice et une voiture d'attelage.	Voitures fermées de 16, 18 et 20 pieds (4.88, 5.49 et 6.10 mètres) ; voitures ouvertes à 8 et 10 banquettes.
94. Temps réglementaire et longueur de parcours de chaque train.	...	Longueur de parcours : de 3 à 8 milles (4.8 à 12.9 kilom.). Les trains se suivent à des intervalles de 5 à 15 minutes.	...	L'intervalle entre les trains varie de 4 à 15 minutes. Chaque voiture automotrice fait en moyenne un parcours de 149 milles (240 kilomètres).	Intervalles de 5 à 15 minutes. Longueur des lignes : de 5 à 9 milles (8 à 14.5 kilom.).
95. Vitesse normale en palier et en rampe.	7 ½ milles (12.1 kilom.) à l'heure.	6 à 13 milles (9.6 à 20.9 kilom.) à l'heure.	De 6 à 8 milles (9.6 à 12.9 kilom.) en rampe et de 6 à 10 milles (9.6 à [illegible]	8 milles (12.9 kilomètres) à l'heure.	10 milles (16.1 kilom.) à l'heure.
97. *Dépense moyenne d'énergie par chaque train à la vitesse moyenne, en kilowatts mesurés sur la voiture.*	...	...	...	11.	20 kilowatts.
98. Nombre de kilowatt-heures par train-mille mesuré sur la voiture.	...	...	La consommation est d'environ 1.7 kilowatt-heure par véhicule-mille (1.056 par kilom.) pour les voitures fermées, et d'environ 1.1 kilowattheure (0.68 par kilom.) pour les voitures ouvertes.	1.27 kilowattheure (0,789 par kilom.).	...
99. Nombre de wattheures par tonne-mille.	...	...	De 120 à 150 (82 à 103 par tonne-kilom.).	...	...
100. Prix total de la force motrice par kilowattheure.	0.0108 (fr. 0.054).	...	...	1.31 cent (fr. 0.0655).	1 cent (fr. 0,05).
101. Prix du combustible seul par kilowattheure.	...	...	...	1.02 cent (fr. 0.051).	$ 0.0024 (fr. 0.012).
102. Prix de l'eau seule par kilowattheure.	...	...	...	0.0007 (fr. 0.0035), y compris l'alimentation.	Amenée, par des pompes, de la rivière.
103. Frais de main-d'œuvre à l'usine, par kilowatt-heure.	. .	. .	...	0.002 (fr. 0.01).	0.00182 (fr. 0.0091).
104. Frais d'entretien à l'usine, par kilowattheure.	...	...	...	0.002 (fr. 0.01).	0.00551 (fr. 0.02755) dépense d'exploitation totale.
105. Frais d'entretien des véhicules automoteurs par véhicule-mille.	0.0131 (fr. 0.0407 par kilomètre).	...	. .	0.735 cent (fr. 0.02283 par kilomètre).	$ 0.0082 (fr. 0.0255 par kilomètre).
106. Frais de personnel des trains par mille.	...	...	...	4.73 cents (fr. 0.147 par kilomètre).	$ 0.0444 (fr. 0.138 par kilomètre).
107. Nombre d'heures de marche de chaque usine par jour.	20 heures.	...	3 pendant 24 heures ; pour les autres, suivant la charge, environ 18 heures d'une façon générale.	19 heures.	24 heures.
108. Effectif du personnel nécessaire pour conduire chaque usine.	5 hommes.	...	C. P. S. 75 à 85 ; F. Camb. 30 à 35 ; H. P. S. 25 ; D. P. S. 16 à 18 ; Chastn. 16 à 18 ; E. Boston 7.	5 ouvriers.	45
109. Nombre d'équipes.	2 équipes.	...	Trois.	2 équipes.	2 (avec 3 chauffeurs).
110. Nombre d'hommes dans chaque équipe.	2 équipes.	...	A peu près le tiers de l'effectif total.	5 ouvriers.	28 de jour, 14 de nuit, avec 3 chauffeurs.

XIX 102

XIX 103

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Brunswick Traction Co. New-Jersey.	Birmingham Street Railway. Alabama.	Denver City Railway Co. Colorado.	Fair Haven & Westville Railroad Co. Connecticut.
1. Faites-vous usage de traction électrique ? A titre d'essai ? Ou en service régulier ?	Oui. En service régulier.	Oui. En service régulier.	Oui. En service régulier.	Oui. En service régulier.
2. Décrivez d'une manière générale le système ou les systèmes que vous employez.	Trolley aérien.	Trolley aérien, avec fil n° 0.	Système à trolley aérien.	Système à trolley aérien, 500 volts.
3. Sur quelles lignes ces systèmes sont-ils appliqués et depuis combien de temps ?	Depuis quatre ans.	Depuis 1891 sur les lignes urbaines, depuis 1896 sur les lignes suburbaines.	Depuis neuf ans.	60 milles (96.5 kilom.) de lignes urbaines et suburbaines, en exploitation depuis six ans.
VOIE.				
4. Indiquez la longueur des différentes lignes exploitées par traction électrique.	50 milles (80.5 kilom.).	Deux de 7 milles (11.26 kilom.) de longueur. Une de 7.2 milles (11.58 kilom.) de longueur. Une de 4 milles (6.44 kilom.) de longueur. Une de 3.1 mill.(5 kilom.) de longueur. Une de 2.3 milles (3.7 kilom.) de longueur.	150 milles (241.4 kilom.).	...
5. Type des rails employés et leur poids par yard ?	6 milles (9.65 kilom.) rail Vignoles de 7 pouces (178 mill.) et 70 livres par yard (34.7 kilog par mètre); 44 milles (70.8 kilom.) de rail Vignoles de 56 livres (27.8 kilog.	Vignoles, 40 livres par yard (19.8 kilog. par mètre). Vignoles, 60 livres par yard (29.8 kilog. par mètre). Poutrelle, 80 livres par yard (39.7 kilog. par mètre). Poutrelle, 58 livres par yard (28.8 kilog. par mètre).	30 à 72 livres par yard (14.9 à 35.7 kilog. par mètre). Rail Vignoles.	Vignoles de 7 et 8 pouces (178 et 203 mill.), longueur de 60 pieds (18.30 mètres). Poutrelles de 9 pouces (229 mill.) dans les courbes.
6. Voie simple ou double.	5 milles (8 kilom.) à double voie, 45 milles (72 kilom.) à voie unique.	L'une et l'autre.	Généralement à double voie.	L'une et l'autre.
7. Indiquez la rampe maximum et le rayon de courbure minimum.	Rampe de 92 p. m., courbe de 40 pieds (12.2 mètres) de rayon.	11 pieds p. c. (110 p. m.). 27 pieds (8.23 mètres) de rayon.	99 p. m.	70 p. m.
8. Largeur de la voie.	4 pieds 8 1/2 pouces (1.435 mètre).	4 pieds 8 1/2 pouces (1.435 mètre).	3 pieds 6 pouces (1.057 mètre).	4.71 pieds (1.435 mètre).
9. Nature du ballast employé.	Gravier et pierres cassées.	Scories et cendrées de haut-fourneau.	Gravier.	...
10. Traverses en bois ou en métal.	En bois.	En bois.	En bois.	En châtaignier.
11. Décrivez le type de joint des rails.	Éclisses à 6 boulons.	Éclisses à 4 et 8 boulons.	Éclisses cornières.	U à 12 boulons de 37 pouces (940 mill.).
12. Indiquez le nombre de passages à niveau.	Tous les passages de routes publiques sont établis à niveau.	...	...	...
USINES.				
		Une [illegible] (11.26 kilom.) de [illegible] milles (3.85 kilom.) de l'extrémité. Une ligne de 4 milles (6.44 kilom.) ; usine au milieu. Une ligne de 3.1 milles (5 kilom.) ; usine au milieu. Une ligne de 2.3 milles (3.7 kilom.) ; usine à une extrémité.		
15. Leur puissance nominale en kilowatts.	975 kilowatts.	1,020.	Puissance totale : 2,625 kilowatts.	2,075 kilowatts.
16. Le nombre d'unités de chaque usine et le rendement de chaque unité.	Trois, 2 de 225 kilowatts, 1 de 575 kilowatts.	Neuf, 2 de 350 kilowatts, 4 de 80 kilowatts.	La plus grande unité est de 300 kilowatts. Vieille usine.	Usine A : 3 de 275 kilowatts; usine B : 5 de 250 kilowatts.
17. Le nombre et le type des chaudières de chaque usine et la puissance nominale de chacune d'elles.	Six chaudières tubulaires à retour de 150 chevaux.	Quinze chaudières de la puissance nominale de 125 chevaux chacune. Type tubulaire à retour de flamme.	...	Usine A : 6 de 150 chevaux ; usine B : 4 de 300 chevaux.
18. Le nombre de chaudières en marche pour assurer le service normal.	Trois.	Treize.	...	Usine A : 4 ; usine B : 3.
19. Quel est le combustible employé ?	Houille menue (sarrasin).	Houille.	Lignite tout-venant.	Houille bitumineuse.
20. Le poids de combustible consommé par kilowattheure au tableau de distribution.	Environ 6 livres (2.7 kilog.).	Pas de statistique.	...	...
21. Nombre de livres d'eau vaporisée par livre de combustible ?	...	Approximativement huit.	Six.	10.32.
22. Employez-vous le tirage forcé ?	Non.	Non.	Non.	Non.
23. Quelle est la pression de vapeur ?	125 livres (8.8 kilog.).	110 livres (7.7 kilog.).	100 livres (7 kilog.).	125 livres (8.8 kilog.).
24. Indiquez les dimensions de la cheminée.	10 × 10 × 150 pieds (3.05 × 3.05 × 45.72 mètres).	8 pieds 8 pouces de diamètre sur 150 pieds de hauteur (2.64 × 45.72 mètres).	...	140 pieds (42.67 mètres) de hauteur ; 6 pieds (1.83 mètre) de diamètre.
25. Quelle est la disposition générale de la canalisation employée pour obtenir de la vapeur sèche ? Quelle est la proportion d'eau contenue dans la vapeur ?	...	Tuyau de la chaudière au réservoir de vapeur et de celui-ci à la machine.	...	Les tuyaux de vapeur alimentant les machines partent du haut des réservoirs. L'eau de condensation des réservoirs retourne aux chaudières.
26. L'eau de condensation qui s'accumule dans la canalisation est-elle ramenée aux chaudières ?	Oui.	Oui.	Non.	Oui.
27. Dans l'affirmative, par quel moyen ?	Système Holly.	Purgeur automatique, avec tuyau de retour.	...	Par des pompes.
28. Comment le réchauffage de l'eau d'alimentation est-il assuré ?	Réchauffeurs Webster.	Par la vapeur d'échappement.	Par la vapeur d'échappement.	Réchauffeurs par vapeur d'échappement.
29. Quelle est la température de l'eau d'alimentation à l'entrée dans les chaudières ?	210° F. (99° C.).	196° F. (91° C.).	....	188° F. (87° C.).
30. Indiquez le mode de construction et le type des machines à vapeur employées dans chaque usine.	Deux cross-compound Corliss Cooper de 250 chevaux, une machine Ball & Wood verticale de 750 chevaux.	Machines Corliss, Lane & Bodley, de la « Harrisburg Foundry & Machine C°., du type à tiroirs cylindriques.	..	Usine A : 3 cross-compound E. P. Allis de 300 chevaux chacune ; usine B : 2 cross-compound Green-Hoadley de 500 chevaux chacune.

XIX 104

XIX 105

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Brunswick Traction Co. New Jersey.	Birmingham Street Railway. Alabama.	Denver City Railway Co. Colorado.	Fair Haven & Westville Railroad Co. Connecticut.
31. Indiquez le diamètre des cylindres, la longueur de la course, le nombre de tours par minute, la longueur et le diamètre de l'arbre, le poids et le diamètre du volant.	2 de 250 chevaux. 14 × 24 (0.356 × 0.610 m.). Course : 38 (0.965 m.). Tours par minute : 86. Longueur de l'arbre : 10 pieds 8 pouces (3.251 m.). Diamètre du volant : 18 pieds (5.486 m.). Poids : 26,300 livres (11,930 kg.). 1 de 750 chevaux, 24 × 48 (0.610 × 1.219 m.). Course : 24 (0.610 m.). Tours par minute : 190. Longueur de l'arbre : 21 pieds (6.400 m.). Diamètre : 11 1/2 pouces (0.292 m.) Diamètre du volant : 9 pieds (2.743 m.). Poids : 8 1/2 tonnes (7,700 kilog.).	2 machines Corliss, 27 × 48 pouces (0.685 × 1.219 m.). 81 tours par minute. Arbre de 14 pouces × 12 pieds (0.356 × 3.658 m.). Diamètre du volant : 20 pieds (6.096 m.). Poids : 50,000 livres (22,680 kilog.). Une machine Corliss, 26 × 48 pouces (0.660 × 1.219 m.). 60 tours par minute. Arbre de 11 pouces × 12 pieds (0.279 × 3.658 m.). Diamètre du volant : 18 pieds (5.486 m.). Poids : 40,000 livres (18,140 kilog.). Une machine Corliss, 18 × 24 pouces (0.457 × 0.610 m.). 80 tours par minute. Arbre de 8 pcs × 10 pieds (0.203 × 3.048 m.). Diamètre du volant : 16 pieds (4.877 m.). Poids : 20,000 livres (9,070 kilog.). Une machine Harrisburg. 20 × 20 pouces (0.508 × 0.508 m.) 200 tours par minute. Arbre (à accouplement direct) : 10 pouces × 14 pieds 6 pouces (0.254 × 4.420 m.). Diamètre du volant : 7 pieds (2.134 m.). Poids : 12,000 livres (5,440 kilog.).	...	Usine A : 16, de 30 × 36 pcs (0.762 × 0.914 m.), 92 tours; usine B : 16, de 36 × 42 pcs (0.914 × 1.067 m.), 110 tours. Usine A : arbre de 18 pieds (5.486 m.) de longueur et 15 pouces (0.381 m.) de diamètre ; usine B : arbre de 19 pieds (5.791 m.) de longueur et 17 pouces (0.432 m.) de diamètre. Usine A : volants en fonte de 16 pieds (4.877 m.) de diamètre; usine B : volants en bois de 20 pieds (6.096 m.) de diamètre pour transmission par câble.
32. Si les machines sont à condensation, décrivez le type de condenseurs employé.	Condenseurs à jet Deane.	...	...	Usine A : condenseurs à jet Allis ; usine B : condenseurs à surface Laidlaw, Dunn, Gordan.
33. La commande des génératrices est-elle directe ou par courroies ?	Les deux génératrices de 225 K.W. sont entraînées par courroies, celle de 525 K.W. est accouplée directement.	Par courroies.	Par courroies.	Usine A : accouplement direct ; usine B : transmission par câble.
34. Combien des usines produisent du courant continu ?	...	Une seule.	Toutes.	...
35. Quel est le voltage à l'usine sous pleine charge ? A vide ?	525 ; 550.	...	550 volts.	550 volts.
36. Emploie-t-on, dans l'usine, des survolteurs ou tout autre appareil servant à augmenter le voltage d'un ou de plusieurs « feeders » déterminés ?	Oui.	Non.	Non.	...
37. Dans l'affirmative, comment sont-ils actionnés ?	Par moteur.	...	...	...
38. Quels sont les appareils employés pour protéger les génératrices contre les décharges de la foudre ?	Parafoudres Westinghouse.	Parafoudres G. E. et interrupteurs de circuit.	Bobines de réaction. Parafoudres à bâche.	Parafoudres G. E. et Westinghouse.
39. La foudre a-t-elle occasionné des dégâts dans les usines actionnant un système rail seulement, sans emploi	...	...	...	...

41. *Dans l'affirmative, prière de décrire les appareils employés pour les charger.*	*Par un survolteur, marchant sous 750 volts.*	...	...	...
42. Une partie quelconque de la force motrice de l'usine est-elle employée à d'autres usages, tels que l'alimentation des lampes électriques des stations de passage ou la commande de moteurs fixes servant au chauffage, à la ventilation ou à d'autres usages ?	Non.	Pour le parc.	Pour l'éclairage des remises de voitures et des stations.	Pour l'éclairage des parcs et des remises de voitures.
CONDUCTEURS.				
1. — *Conducteurs positifs.*				
43. Indiquez la position du conducteur de prise de courant par rapport à la voie.	A 18 pieds (5.50 m.) au-dessus de l'axe de la voie.	Trolley aérien.	Aérien.	Au-dessus de l'axe.
44. En quel métal sont-ils établis ?	En cuivre.	En cuivre n° 0.	En cuivre.	En cuivre.
45. Si le conducteur est aérien, comment est-il supporté et isolé ?	Par fils tendeurs et consoles. Attaches isolées.	Poteau central avec consoles, et poteau latéral avec fils tendeurs. Attaches en forme de cloche de l'Ohio Brass Co. et de H.W. Johns et isolateurs-tendeurs sphériques.	Par la méthode usuelle.	Par fils tendeurs et consoles. Type normal d'attaches, du fil à trolley, etc.
46. Si le conducteur est aérien, décrivez les poteaux employés, leur espacement et la manière de les fixer dans le sol.	Poteaux en châtaignier et en pin jaune, de forme octogonale, espacés ordinairement de 125 pieds (38 mètres) et plantés dans le sol à une profondeur de 6 pieds (1.83 m.).	Poteaux en cèdre, espacés de 125 pieds (38 mètres) et plantés à une profondeur de 6 pieds (1.83 m.).	La plupart en bois, quelques-uns en acier. Méthode ordinaire.	Dans la ville, poteaux en acier encastrés dans du ciment. A la campagne, poteaux en bois, espacés de 125 pieds (38 mètres).
47. Quels moyens employez-vous pour protéger la ligne contre la foudre ?	Des parafoudres Westinghouse ; tous les 10 poteaux.	Des parafoudres de la « General Electric Co.».	Quelques parafoudres.	Des parafoudres.
48. Si le conducteur de prise de courant n'est pas aérien, indiquez sa position par rapport aux rails de circulation ?	...	...	...	...
49. Indiquez la forme et l'aire de sa section transversale.	Circulaire. Cuivre n° 00.	...	...	...
50. S'il n'est pas en cuivre, indiquez la conductibilité du métal employé, en fonction de celle du cuivre.	...	...	...	...
51. Mode de support et d'isolation ?	...	...	...	...
52. Décrivez les appareils spéciaux employés aux passages à niveau, changements de voie, croisements, etc.	...	...	Appareils ordinaires.	...
53. Le rail conducteur est-il partagé en sections reliées automatiquement au courant d'alimentation par la voiture automotrice, ou est-il continu dans toute sa longueur ?	...	...	Les lignes sont divisées en sections.	...
54. S'il est partagé en sections quelle est la longueur des sections ?	...	...	Longueur variable suivant les lignes.	...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. ***B.*** **— Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.**

QUESTIONNAIRE.	Brunswick Traction Co. New-Jersey.	Birmingham Street Railway. Alabama.	Denver City Railway Co. Colorado.	Fair Haven & Westville Railroad Co. Connecticut.
55. Décrivez les aiguilles automatiques et la manière de les manœuvrer.	...	...	...	...
56. Quelle est votre méthode d'accouplement des rails conducteurs? Décrivez les liaisons.	...	...	Liaisons en cuivre, type usuel.	...
57. Ces liaisons ont-elles une conductibilité égale à celle du rail, ou y a-t-il perte de charge aux joints?	...	...	Perte aux joints.	...
58. Quelle est la perte par mille, en ampères, en temps humide et en temps sec?	...	...	...	...
59. Si vous vous servez de « feeders », indiquez leur position et le métal employé.	...	...	Aériens, en cuivre.	...
60. S'ils sont en acier et placés près de la voie, comment sont-ils supportés et isolés?	...	...	...	...
61. En quel point viennent-ils alimenter le conducteur de prise de courant?	...	...	Environ tous les 500 pieds (150 mètres).	...
62. Quelle est la résistance par mille du conducteur de prise de courant?	...	...	...	...
2. — Conducteurs négatifs ou conducteurs de retour.				
63. La terre prête-t-elle un concours appréciable au circuit de retour?	...	Oui.	Oui.	Non.
64. Décrivez les liaisons employées et la méthode d'accouplement des rails de circulation.	Liaisons « Forest City ».	Liaisons en fer à cheval Atkinson n° 0000, et deux liaisons n° 0 fixées dans les rails par des U en fer.	...	Deux liaisons n° 000 à chaque joint. Liaisons d'une seule pièce Benedict & Burnham.
65. Ces liaisons ont-elles une puissance de transport égale à celle des rails qu'elles réunissent?	Non.	Non.	Non.	Non.
66. Quelle est la section transversale totale des conducteurs de retour?	Egale au n° 00.	...	...	...
67. Employez-vous des conducteurs négatifs spéciaux en dehors des rails de circulation?	Oui.	...	Quelques fils de cuivre de retour sur les poteaux.	Non.
68. Dans l'affirmative, veuillez en donner la description.	Câble de 500,000 circular mils (2,53 centim. carrés).	...	...	...
Quelques renseignements pour la facilité des conditions dans celles indiquées précédemment.		...	...	...
71. Quel est le rendement moyen de la ligne?	500 volts.	...	80 p. c.	...
MATÉRIEL ROULANT.				
72. Employez-vous des locomotives électriques ou des voitures automotrices à voyageurs? Employez-vous des voitures d'attelage? Si oui, combien?	Des voitures automotrices à voyageurs. Pas de voitures d'attelage.	54 voitures automotrices à voyageurs et 25 voitures d'attelage.	Non.	Voitures automotrices à voyageurs.
73. Combien avez-vous de voitures automotrices ou de locomotives en service? Indiquez leur poids à vide et le nombre de places offertes.	61. 7 1/2 tonnes (6,800 kilog.). 24 places dans les voitures fermées, 50 dans les voitures ouvertes.	34 voitures automotrices.	195. 45 places.	275 voitures automotrices. Poids : 7 à 9 tonnes (6,350 à 8,160 kilog.), 32 à 50 places.
74. Indiquez la puissance nominale des locomotives ou voitures automotrices.	60 chevaux.	50, 70 et 100 chevaux.	70 chevaux.	50 chevaux.
75. Quelle est la disposition générale du mécanisme, c'est-à-dire le type et le nombre des moteurs par véhicule, la puissance de chaque moteur, ses tours par minute à la vitesse normale et son poids?	Westinghouse 12 A.	G.E. 800; G.E. 1,000; G.E. 57. Deux moteurs sur chaque voiture, à l'exception de quelques petites voitures ayant un seul moteur G. E. 800. Puissance des moteurs : 25, 35 et 50 chevaux.	Type usuel.	Deux moteurs de 25 chevaux sur chaque voiture.
76. Le nombre de trucks? Nombre et diamètre des roues du véhicule? Nombre de roues utilisées pour la traction?	Roues de 38 pouces (0.965 mètre), quatre roues utilisées pour la traction.	Voitures à quatre roues et voitures à deux bogies. Quatre roues de 30 pouces (0.762 mètre) sous les premières, quatre roues de 33 pouces (0.838 mètre) et quatre roues de 22 pouces (0.559 mètre) sous les voitures à double bogie. Quatre roues utilisées pour la traction.	Deux bogies. Roues de 30 pouces (0.762 mètre).	Voitures à quatre roues de 33 pouces (0.838 mètre). Empattement de 6 pieds 6 pouces (1,980 mètre).
77. Les armatures des moteurs sont-elles montées directement sur les essieux ou l'entraînement se fait-il par des engrenages?	Par engrenage.	Par engrenage.	Par engrenage.	Par engrenage.
78. Quel est le diamètre des essieux moteurs?	3 3/4 pouces (95.25 mill.).	3 5/16 pouces (84.1 mill.) pour moteur G. E. 800; 4 pouces (101.6 mill.) pour moteurs G. E. 57 et G. E. 1,000.	4 pouces (101.6 mill.).	3 3/8 pouces (85.7 mill.).
79. Quel est le poids total sur roues motrices, c'est-à-dire le poids adhérent?	...	...	...	Le poids total du véhicule.
80. Quel est le mode d'enroulement des moteurs?	Armatures en tambour.	Enroulement en tambour Eickemeyer.	Mode usuel.	Armatures à anneau Gramme et armatures à tambour.
81. Les moteurs sont-ils supportés d'une façon quelconque par le châssis du truck?	Oui.	Oui.	Partiellement.	Oui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau B. *B.* — Emploi de la traction électrique sur les chemins de fer économiques.

QUESTIONNAIRE.	Brunswick Traction Cº. New-Jersey.	Birmingham Street Railway. Alabama.	Denver City Railway Cº. Colorado.	Fair Haven & Westville Railroad Cº. Connecticut.
82. Comment les moteurs sont-ils suspendus ?	Suspension transversale.	Suspension par barres transversales reposant sur des ressorts à hélice simple, portés à leur tour par le châssis du truck.	Méthode usuelle.	Suspension par cadre.
83. En étudiant les moteurs ou les trucks, a-t-on prévu des facilités spéciales pour le renouvellement rapide des organes; remplacement d'une armature ou autres travaux de réparation ?	La boîte de l'armature s'ouvre de haut en bas.	Non.	Non.	Oui.
84. Quelles sont les dispositions prises en vue de la ventilation des moteurs ?	...	Aucune.	Aucune.	Ouverture à l'extrémité de la boîte.
85. Quel est le système de contrôle ?	Westinghouse et G. E. K 10.	Série parallèle.	Contrôleur K 10 de la G.E.Cº.	Série parallèle.
86. Décrivez l'appareil contrôleur.	...	Contrôleurs K 2, K 10 et K 11 de la G. E. Cº.	...	Contrôleurs du type normal G. E.
87. Forme et nature de la résistance.	En fer.	Bandes de fer, séparées par des bandes d'asbeste, le tout en forme de boîte.	...	Rubans empilés, isolés au moyen d'asbeste.
88. Quel système de frein employez-vous ? Est-il satisfaisant ?	A main (Armstrong).	A main. Oui.	Freins à main ordinaires. Oui.	Freins à main. Oui.
89. Décrivez les signaux d'alarme employés : sifflets ou cloches, et leur mode de fonctionnement.	Mouvement à pédale.	...	...	Un coup de cloche : arrêtez; deux coups de cloche : partez; trois coups de cloche : arrêtez immédiatement; quatre coups de cloche : refoulez.
90. Décrivez les appareils collecteurs courant employés sur les voitures automotrices.	Tige de trolley.	Trolley.	...	Trolleys du type normal.
91. Méthodes de chauffage et d'éclairage.	Appareils de chauffage Gould. Lampes à incandescence.	Poêles et lampes à incandescence.	Éclairage ordinaire. Pas de chauffage.	Appareils de chauffage électrique.
92. Employez-vous sur les voitures automotrices des appareils spéciaux pour enlever la neige de la voie ou la neige et le grésil du rail conducteur ou du fil à trolley ?	Non.	Non.	Oui. Un chasse-neige en forme de V est fixé au bogie d'avant et peut être abaissé sur le rail. Son perfectionnement est très efficace.	Non.
EXPLOITATION.				
93. Nombre et type des voitures et poids total de chaque train en service régulier.	Une voiture.	Vingt-quatre voitures fermées (automotrices) de 16 pieds (4.88 mètres) à quatre roues. Sept voitures ouvertes (automotrices) de 14 pieds (4.27 mètres) à quatre roues. Huit voitures ouvertes (automotrices) de 34 pieds (10.36 mètres), à double bogie. Quatre voitures fermées (automotrices) de 40 pieds (12.20 mètres)	Voitures mixtes. Avant fermé. Arrière ouvert.	Une seule voiture par train. Pas de voitures d'attelage.
95. Vitesse normale en palier et en rampe.	15 mill. (24.1 kilom.) à l'heure.	25 mill. (40.2 kilom.) à l'heure sur palier, 15 milles (24.1 kilom.) à l'heure en rampe.	12 milles (19.3 kilomètres) à l'heure sur palier, 6 milles (9.7 kilom.) à l'heure en rampe.	12 milles (19.3 kilom.) par heure.
96. Nombre maximum de voitures automotrices ou de trains pouvant circuler en même temps sur la ligne ?	50.	40.	150.	150.
97. Dépense moyenne d'énergie par chaque train à la vitesse moyenne, en kilowatts mesurés sur la voiture.	18 kilowatts.	148 kilowattheures.	En moyenne, 1.22 kilowatt-heure par train-mille (0.76 par train-kilomètre).	...
98. Nombre de kilowattheures par train-mille, mesuré sur la voiture.	1 2/10 (0.75 par kilom.).	1.09 par véhicule-mille (0.69 par kilom.).	...	...
99. Nombre de wattheures par tonne-mille.	...	...	...	...
100. Prix total de la force motrice par kilowattheure.	Environ 0.0065 (fr. 0.0325).	...	1.19 cent. (fr. 0.0595).	...
101. Prix du combustible seul par kilowattheure.	Environ 0.0035 (fr. 0.0175).	...	0.76 cent. (fr. 0.038).	...
102. Prix de l'eau seule par kilowatt-heure.	...	...	...	...
103. Frais de main-d'œuvre à l'usine par kilowattheure.	0.005 (fr. 0.025).	...	0.29 cent. (fr. 0.0145).	...
104. Frais d'entretien à l'usine par kilowattheure.	...	...	0.09 cent. (fr. 0.0045).	...
105. Frais d'entretien des véhicules automoteurs par véhicule-mille.	...	...	0.89 (fr. 0.0445).	...
106. Frais du personnel des trains par mille.	3 cents (fr. 0.093 par kilom.).	...	Conducteurs et wattmen : 22 cents par heure (fr. 1.10).	5.2 cents (fr. 0.162 par kilom.)
107. Nombre d'heures de marche de chaque usine par jour.	19.	..	19.	Usine A : 24; usine B : 18.
108. Effectif du personnel nécessaire pour conduire chaque usine.	6.	...	12.	Usine A : 10 hommes; usine B : 9 hommes.
109. Nombre d'équipes.	2.	...	1.	3.
110. Nombre d'hommes dans chaque équipe.	3.	...	...	4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE III.

—

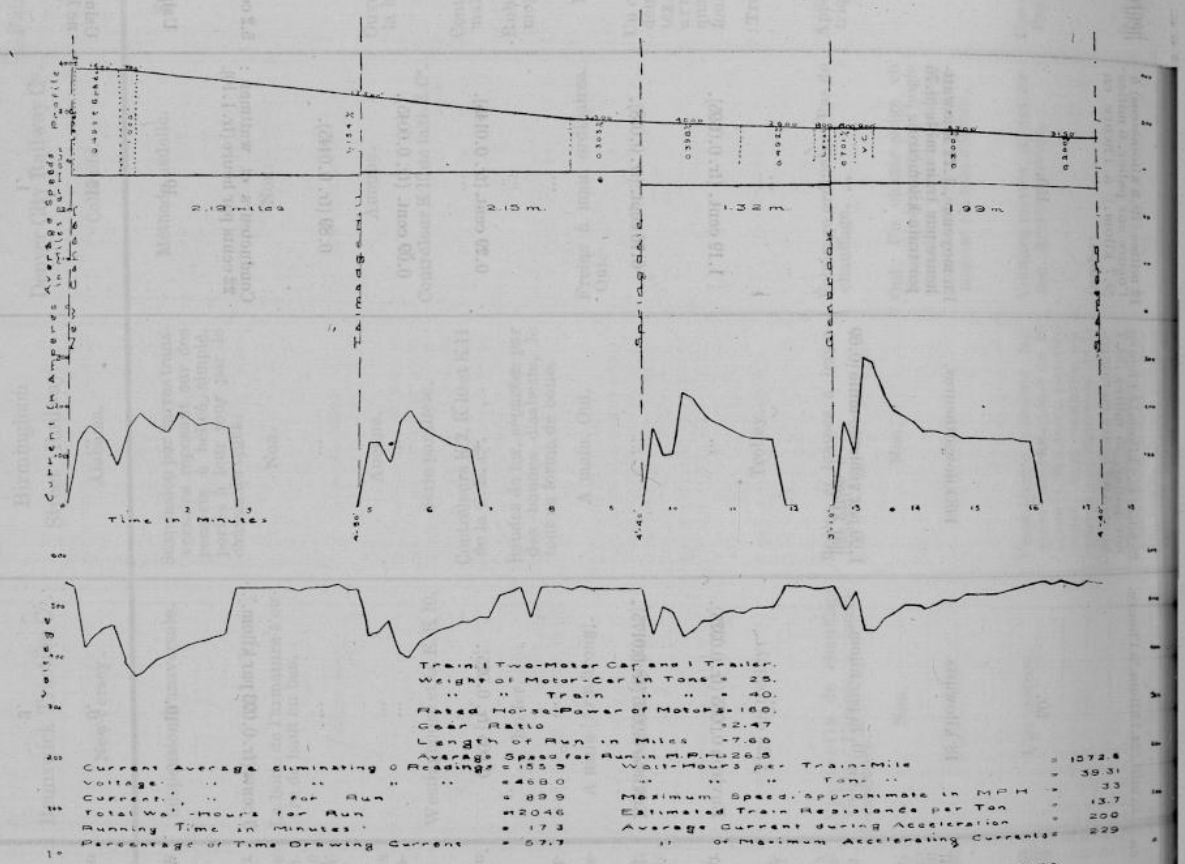


Fig. 1. — Parcours de service d'un train remorqué par la voiture à deux moteurs nº 3700. De New-Canaan à Stamford. (New York, New Haven & Hartford Railroad.)

Principales données. — Train composé d'une voiture automotrice et d'une voiture d'attelage. Poids de la voiture automotrice, 25 tonnes (22,680 kilogrammes). Poids du train, 40 tonnes (36,290 kilogrammes). Puissance nominale des moteurs, 160. Rapport de réduction, 1 : 2.47. Longueur du parcours, 7.66 milles (13.195 kilomètres). Vitesse moyenne, 26.5 milles (42.6 kilomètres) à l'heure. Courant moyen, 155.9. Voltage moyen, 468. Courant moyen, en marche, 89.9. Nombre total de wattheures pour le trajet, 120.46. Temps de parcours en minutes, 17.3. Proportion pour cent de temps d'ouverture du circuit, 57.7. Wattheures par train-mille, 1,572.6 (977.2 par train-kilomètre). Wattheures par tonne-mille, 39.31 (26.93 par tonne-kilomètre). Vitesse maximum approximative, 33 milles (53 kilomètres) à l'heure. Résistance approximative du train, 13.7 livres (6.85 kilogrammes) par tonne. Courant moyen pendant l'accélération, 200. Moyenne des courants maximums pendant l'accélération, 229.

Légende. — Ordonnées : profil. Vitesses moyennes en milles par heure. Courant en ampères. Voltage. Abscisses : 2.19 milles (3.52 kilomètres) ; 2.15 milles (3.46 kilomètres) ; 1.32 mille (2.12 kilomètres) ; 1.99 mille (3.2 kilomètres). Temps en minutes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

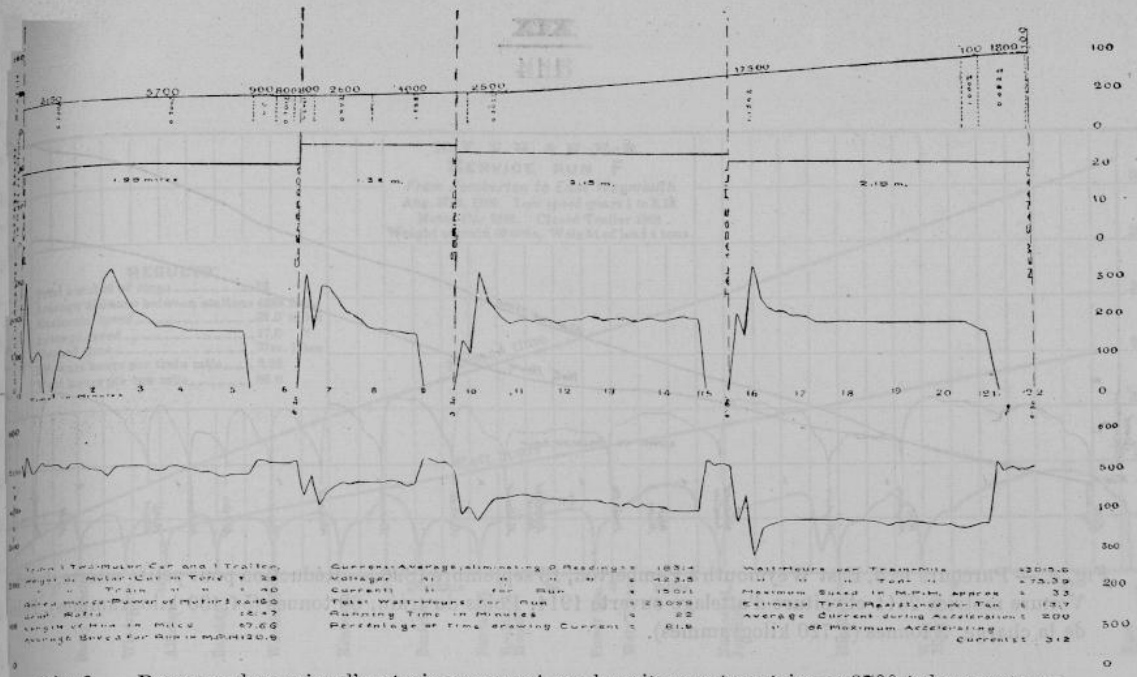
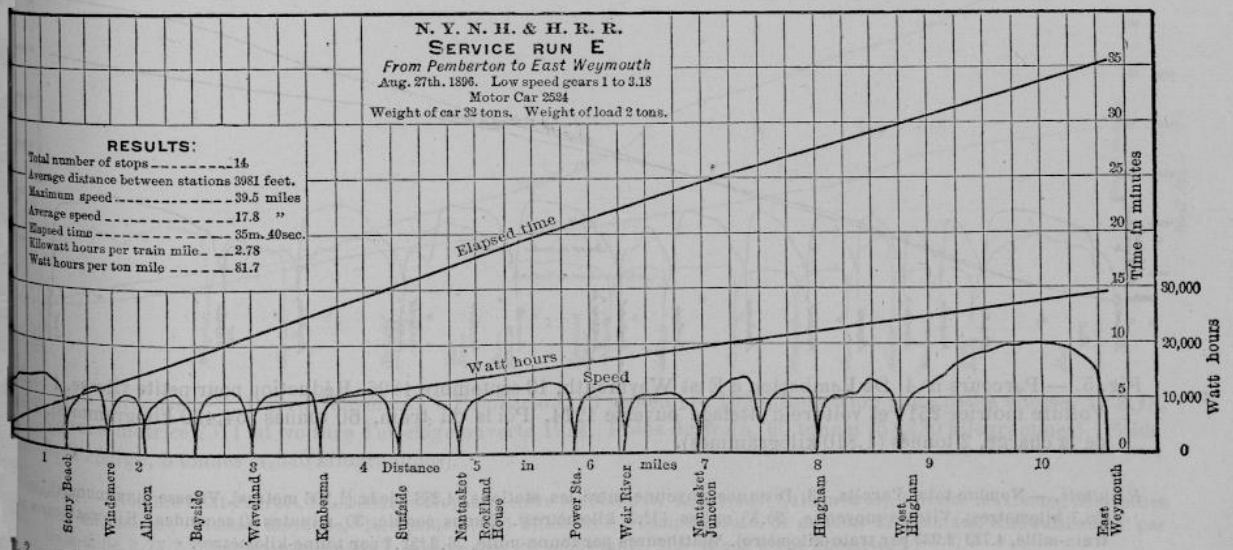


Fig. 2. — Parcours de service d'un train remorqué par la voiture automotrice nº 3700 à deux moteurs. De Stamford à New-Canaan. (New York, New Haven & Hartford Railroad.)

Principales données. — Train composé d'une voiture automotrice et d'une voiture d'attelage. Poids de la voiture automotrice, 25 tonnes (22,680 kilogrammes). Poids du train, 40 tonnes (36,290 kilogrammes). Puissance nominale des moteurs, 160. Rapport de réduction, 1 : 2.47. Longueur du parcours, 7.66 milles (13.195 kilomètres). Vitesse moyenne, 20.9 milles (33.6 kilomètres) à l'heure. Courant moyen, 163.4. Voltage moyen, 423.5. Courant moyen en marche, 150.1. Nombre total de wattheures pour le trajet, 2.209.9. Temps de parcours en minutes, 22. Proportion pour cent de temps d'ouverture de circuit, 81.9. Wattheures par train-mille, 3,015.6 (1,873.8 par train-kilomètre). Wattheures par tonne-mille, 75.39 (51.63 par tonne-kilomètre). Vitesse maximum approximative, 33 milles (53 kilomètres) à l'heure. Résistance approximative du train, 13.7 livres (6.85 kilogrammes) par tonne. Courant moyen pendant l'accélération, 200. Moyenne des courants maximums pendant l'accélération, 312.

Légende. — Ordonnées : Profil. Vitesses moyennes en milles par heure. Courant en ampères. Voltage. — Abscisses : 1.99 mille (3.2 kilomètres) ; 1.32 mille (2.12 kilomètres) ; 2.15 milles (3.46 kilomètres) ; 2.19 milles (3.52 kilomètres). Temps en minutes.



3. — Parcours de service **E** de Pemberton à East Weymouth, le 27 août 1896 : Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture motrice 2524. Poids de la voiture, 32 tonnes (29,030 kilog.). Poids de la charge, 2 tonnes (1,810 kilog.).

...ints. — Nombre total d'arrêts, 14. Distance moyenne entre les stations, 3,981 pieds (1,213 mètres). Vitesse maximum, 39.5 milles (63.6 kilomètres). Vitesse moyenne, 17.8 milles (28.6 kilomètres). Temps écoulé, 35 minutes 40 secondes. Kilowattheures par train-mille, 2.78 (1.73 kilowatt par train-kilomètre). Wattheures par tonne-mille, 81.7 (56 wattheures par tonne-kilomètre).

Légende. — Les abscisses indiquent les distances en milles ; les ordonnées indiquent la vitesse en milles par heure (*speed, miles per hour*), le temps écoulé (*elapsed time*) en minutes et le nombre de wattheures (*watt-hours*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

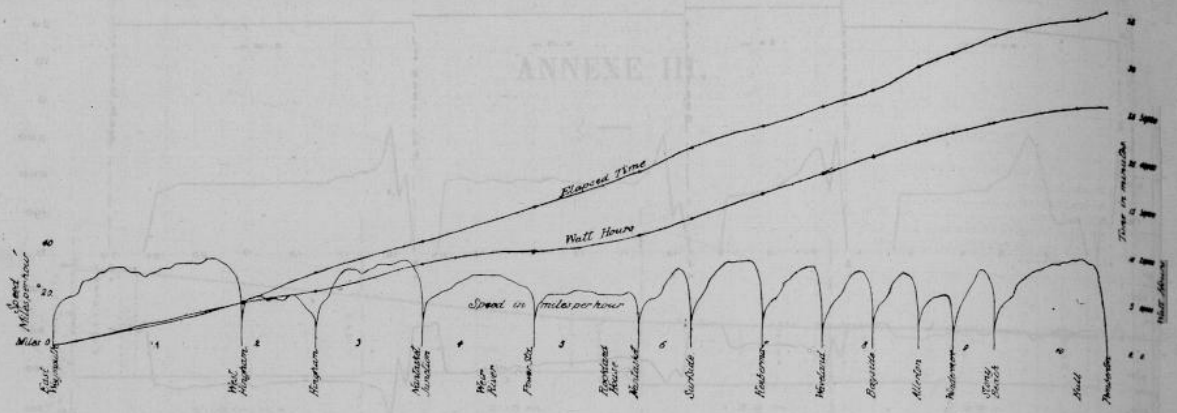


Fig. 4. — Parcours nº 3, East Weymouth à Pemberton, 13 septembre 1896. — Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture motrice 2511 et voiture d'attelage ouverte 1914. Poids du train, 60 tonnes (54,430 kilogrammes). Poids de la charge, 3 tonnes (2,720 kilogrammes).

Résultats. — Nombre total d'arrêts, 13. Distance moyenne entre les stations, 4,288 pieds (1,306 mètres). Vitesse maximum, 39.2 milles (63.1 kilomètres). Vitesse moyenne, 17.68 milles (28.5 kilomètres). Temps écoulé, 35 minutes 50 secondes. Kilowattheures par train-mille, 4.833 (3.040 par train-kilomètre). Wattheures par tonne-mille, 77.7 (53.2 par tonne-kilomètre).

Légende. — Les abscisses indiquent les distances en milles ; les ordonnées indiquent la vitesse en milles par heure (*speed, miles per hour*), le temps écoulé (*elapsed time*) en minutes et le nombre de wattheures (*watt-hours*).

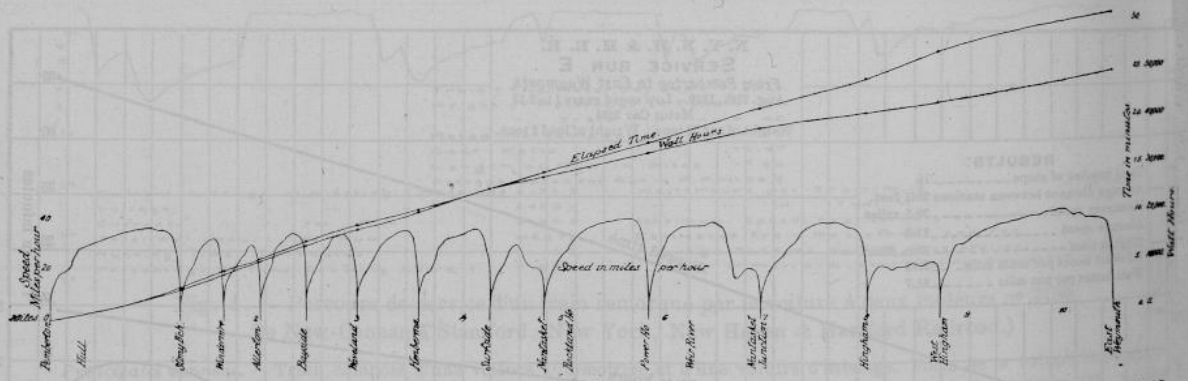


Fig. 5. — Parcours nº 4. De Pemberton à East Weymouth, 13 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture motrice 2511 et voiture d'attelage ouverte 1914. Poids du train, 60 tonnes (54,430 kilogrammes). Poids de la charge, 2 tonnes (1,810 kilogrammes).

Résultats. — Nombre total d'arrêts, 13. Distance moyenne entre les stations, 4,288 pieds (1,306 mètres). Vitesse maximum, 42.7 milles (68.7 kilomètres). Vitesse moyenne, 20.55 milles (32.3 kilomètres). Temps écoulé, 30 minutes 50 secondes. Kilowattheures par train-mille, 4.723 (2.935 par train-kilomètre). Wattheures par tonne-mille, 76.2 (52.2 par tonne-kilomètre).

Légende. — Les abscisses indiquent les distances en milles ; les ordonnées indiquent la vitesse en milles par heure (*speed, miles per hour*), le temps écoulé (*elapsed time*) en minutes et le nombre de wattheures (*watt-hours*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

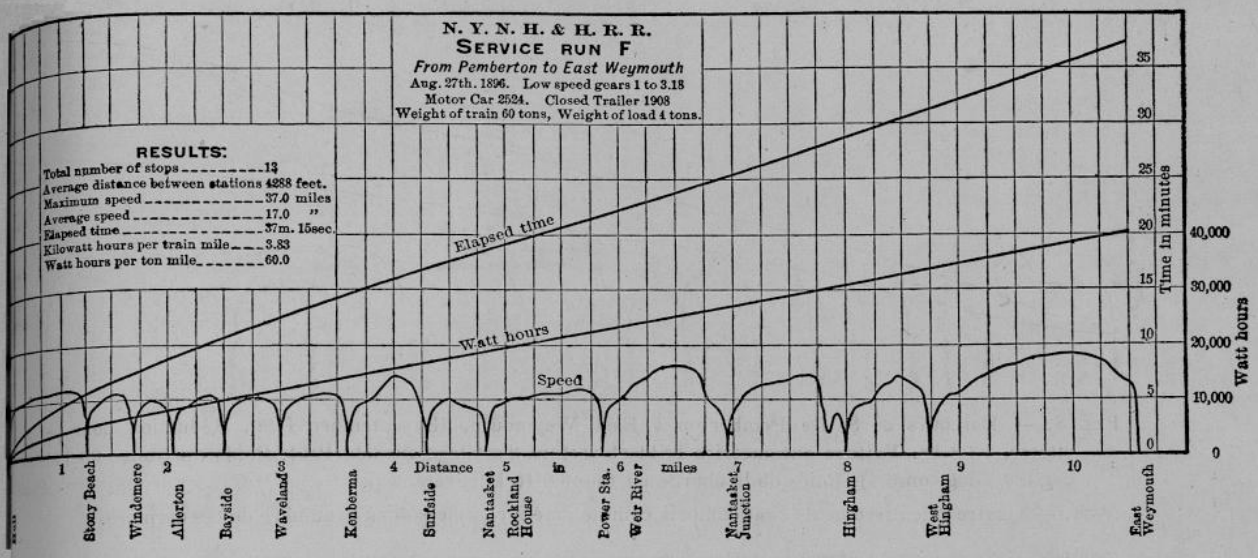


Fig. 6. — Parcours de service **F** de Pemberton à East Weymouth, le 27 août 1896 : Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture motrice, 2524. Voiture fermée remorquée, 1908. Poids du train, 60 tonnes (54,430 kilogrammes) ; poids de la charge, 4 tonnes (3,630 kilogrammes).

Résultats. — Nombre total d'arrêts, 13. Distance moyenne entre les stations, 4,288 pieds (1,307 mètres). Vitesse maximum, 37 milles (59.5 kilomètres). Vitesse moyenne, 17 milles (27.4 kilomètres) ; temps écoulé, 37 minutes 15 secondes ; kilowattheures par train-mille, 3.83 (2.38 kilowatts par train-kilomètre) ; wattheures par tonne-mille, 60 (41.1 wattheures par tonne-kilomètre).

Légende. — Les abscisses indiquent les distances en milles ; les ordonnées indiquent la vitesse en milles par heure (*speed in miles per hour*), le temps écoulé (*elapsed time*) en minutes et le nombre de wattheures (*watt-hours*).

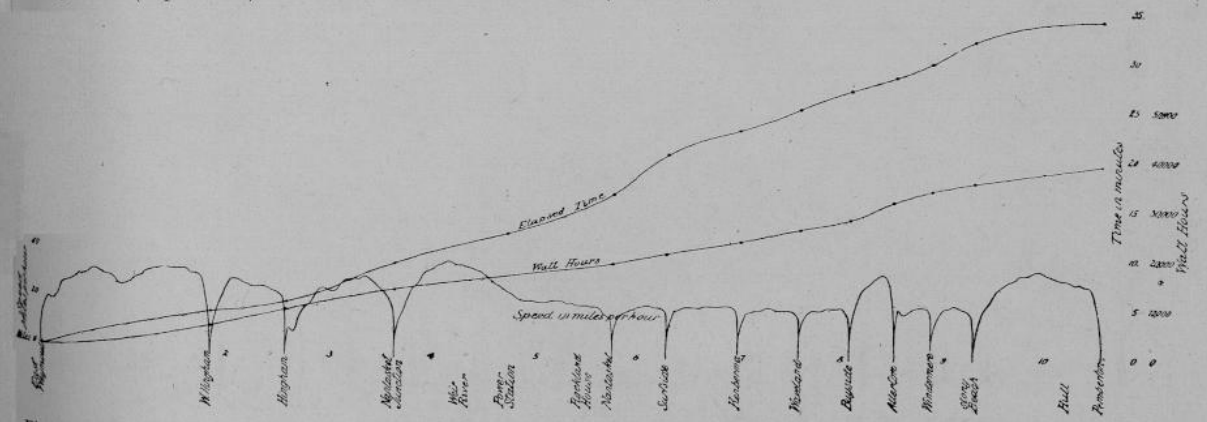


Fig 7. — Parcours n° 7. D'East Weymouth à Pemberton, 13 septembre 1893. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture motrice 2511 et voiture d'attelage ouverte 1914. Poids du train, 60 tonnes (54,430 kilogrammes). Poids de la charge, 5 tonnes (4,540 kilogrammes).

Résultats. — Nombre total d'arrêts, 12. Distance moyenne entre les stations, 4,645 pieds (1,416 mètres). Vitesse maximum, 38.6 milles (62.1 kilomètres). Vitesse moyenne, 18.4 milles (29.6 kilomètres). Temps écoulé, 34 minutes 25 secondes. Kilowattheures par train-mille, 3.75 (2.33 par train-kilomètre). Wattheures par tonne-mille, 61.5 (42 par tonne-kilomètre).

Légende. — Les abscisses indiquent les distances en milles ; les ordonnées indiquent la vitesse en milles par heure (*speed, miles per hour*), le temps écoulé (*elapsed time*) en minutes et le nombre de wattheures (*watt-hours*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

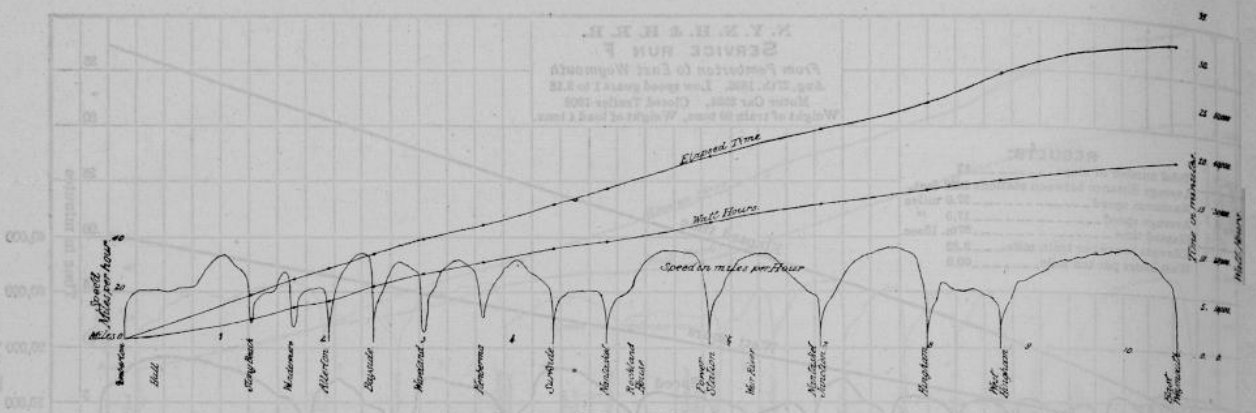


Fig. 8. — Parcours n° 8. De Pemberton à East Weymouth, 13 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture automotrice 2511 et voiture d'attelage ouverte 1914. Poids du train : 60 tonnes (54,430 kilogrammes). Poids de la charge : 1 tonne (910 kilogrammes).

Nota. — Quatre ralentissements sont compris comme arrêts complets dans le nombre de ces derniers.

Résultats. — Nombre total d'arrêts, 13. Distance moyenne entre les stations, 4,288 pieds (1,306 mètres). Vitesse maximum, 41.4 milles (66.6 kilomètres). Vitesse moyenne, 20.08 milles (32.3 kilomètres). Temps écoulé, 31 minutes 35 secondes. Kilowattheures par train-mille, 3.714 (2.308 par train-kilomètre). Wattheures par tonne-mille, 60.9 (41.71 par tonne-kilomètre).

Légende. — Les abscisses indiquent les distances en milles ; les ordonnées indiquent la vitesse en milles par heure (*speed, miles per hour*), le temps écoulé (*elapsed time*) en minutes et le nombre de wattheures (*watt-hours*).

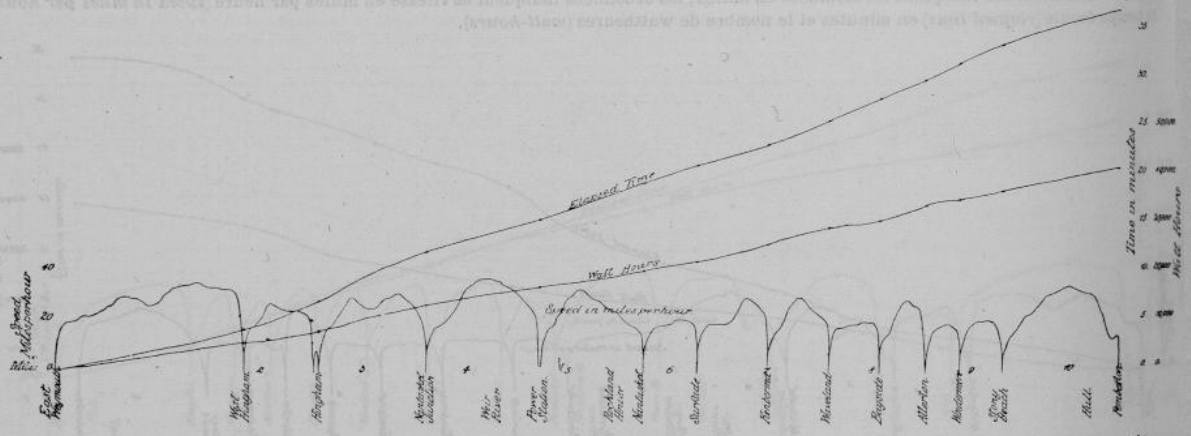


Fig. 9. — Parcours n° 11. D'East Weymouth à Pemberton, 13 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture motrice 2511 et voiture d'attelage ouverte 1914. Poids du train, 60 tonnes (54,430 kilogrammes). Poids de la charge, 4 tonnes (3,630 kilogrammes).

Résultats. — Nombre total d'arrêts, 12. Distance moyenne entre les stations, 4,646 pieds (1,416 mètres). Vitesse maximum, 37.8 milles (60.8 kilomètres). Vitesse moyenne, 17.44 milles (28.06 kilomètres). Temps écoulé, 37 minutes. Kilowattheures par train-mille, 3.89 (2.42 par train-kilomètre). Wattheures par tonne-mille, 61.7 (42.26 par tonne-kilomètre).

Légende. — Les abscisses indiquent les distances en milles ; les ordonnées indiquent la vitesse en milles par heure (*speed, miles per hour*), le temps écoulé (*elapsed time*) en minutes et le nombre de wattheures (*watt-hours*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

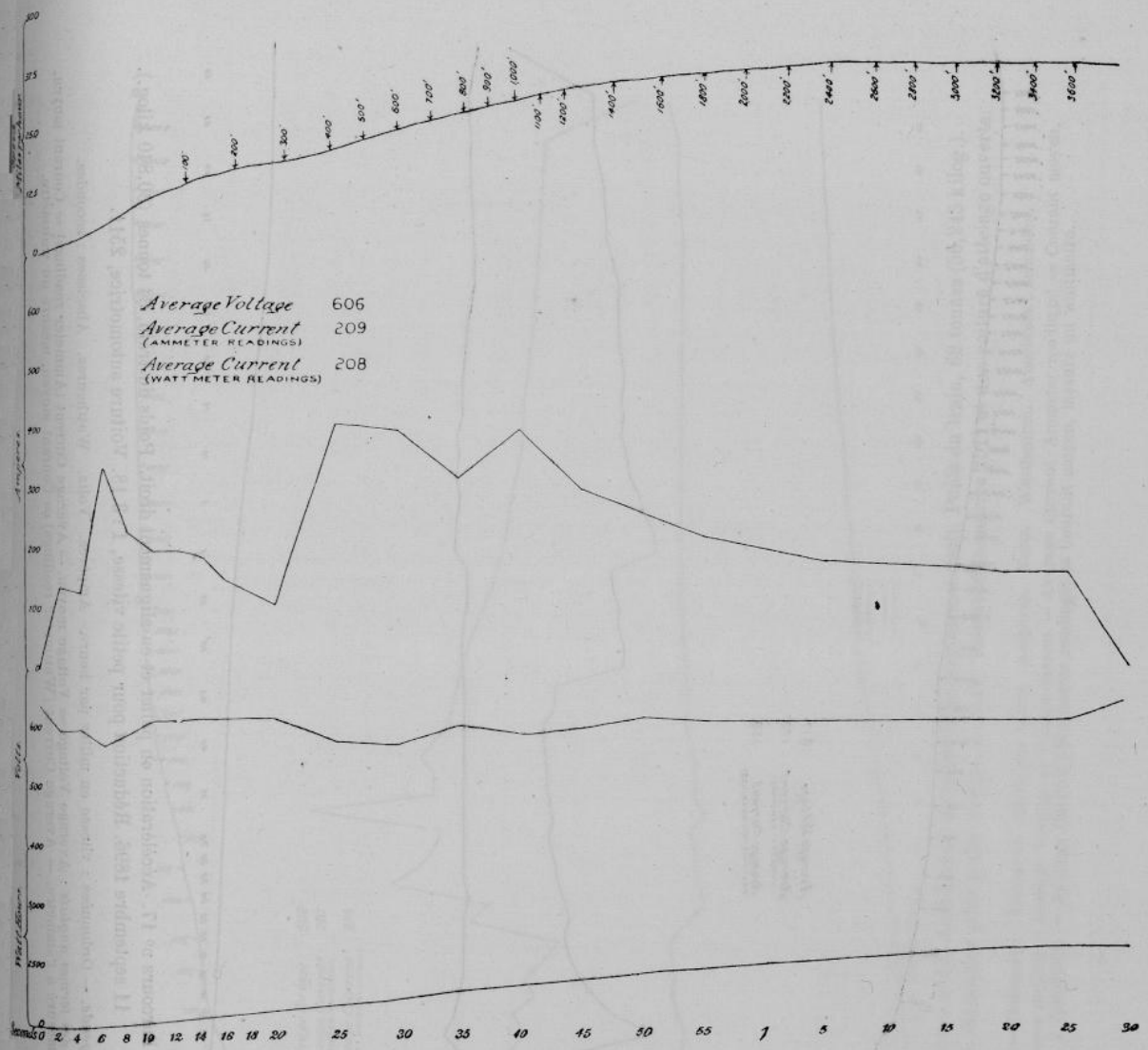


Fig. 10. — Parcours nº 16. Accélération en palier et en alignement droit. Poids du train, 34 tonnes (30,840 kilog.). 11 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture automotrice, 2511.

Légende. — Ordonnées : vitesse en milles par heure. Ampères. Volts. Wattheures. Abscisses : secondes.

Explication des termes anglais : Average Voltage = Voltage moyen. — Average Current (Ammeter readings) = Courant moyen, mesuré à l'ammètre. — Average Current (Wattmeter readings) = Courant moyen, mesuré au wattmètre.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

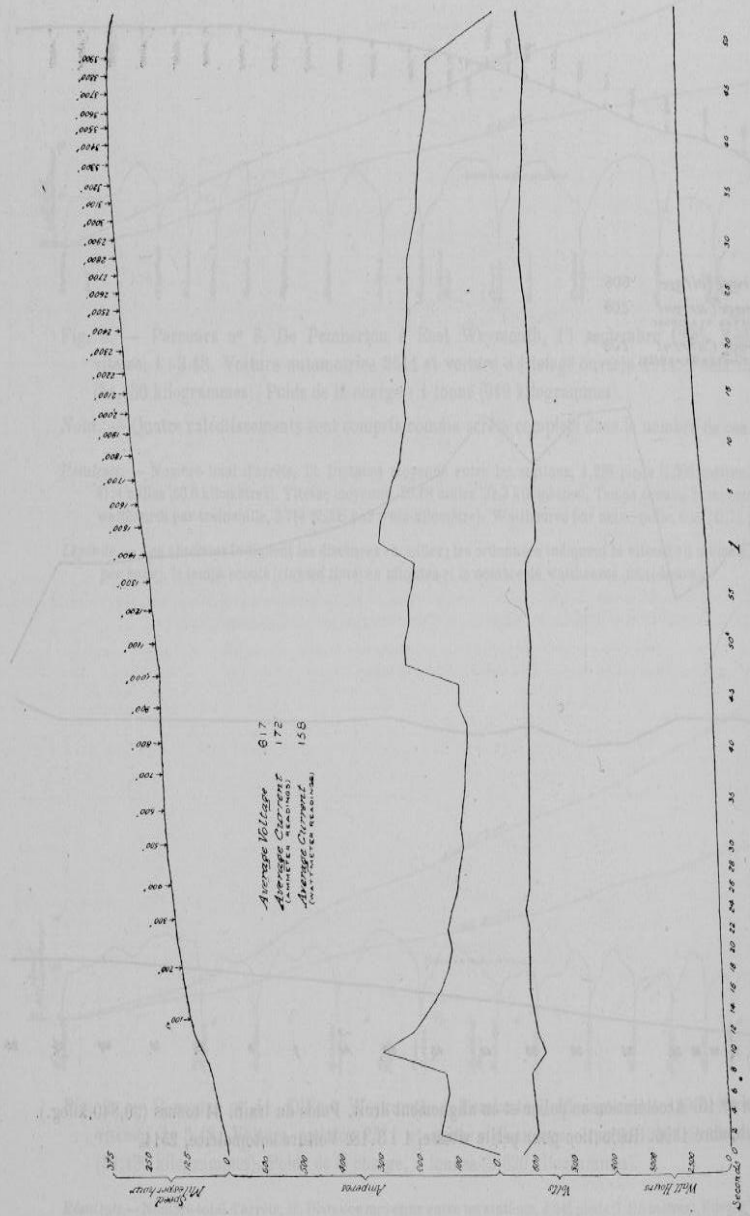


Fig. 11. — Parcours nº 17. Accélération en palier et en alignement droit. Poids du train, 34 tonnes (30,840 kilog.). 11 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture automotrice, 2511.

Légende. — Ordonnées : vitesse en milles par heure. Amperes. Volts. Wattheures. Abscisses : secondes.

Explication des termes anglais : Average Voltage = Voltage moyen. — Average Current (Ammeter readings) = Courant moyen, mesuré à l'ammètre. — Average Current (Wattmeter readings) = Courant moyen, mesuré au wattmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

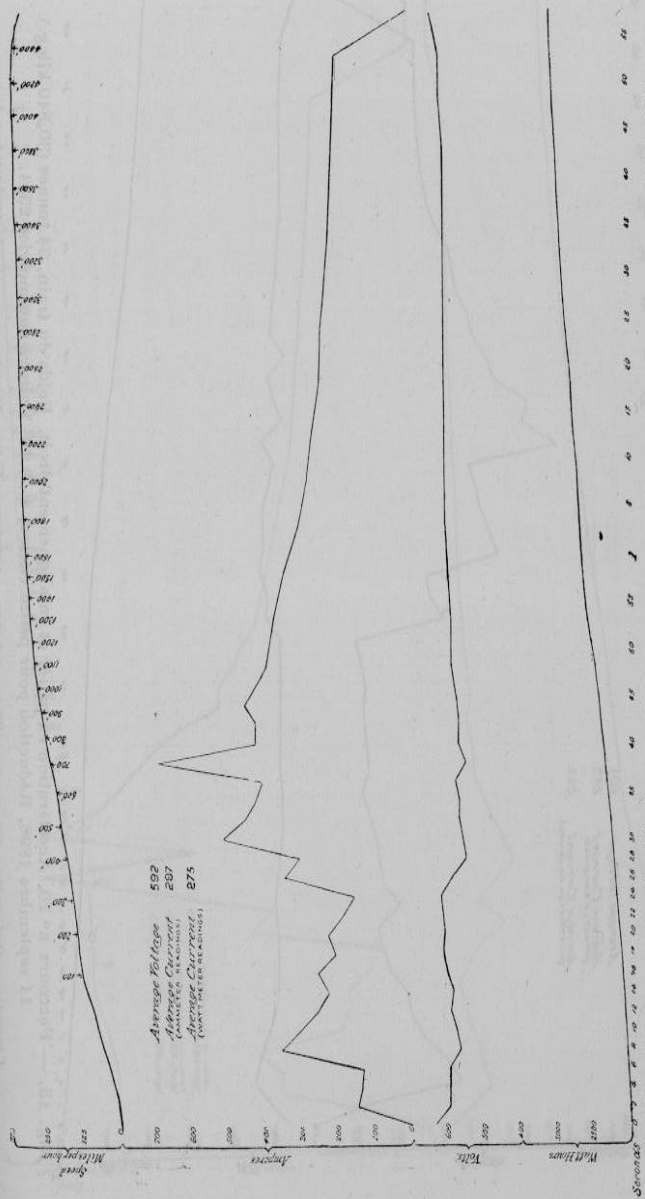


Fig. 12. — Parcours n° 19. Accélération en palier et en alignement droit. Poids du train, 62 tonnes (56,245 kilog.). 11 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture automotrice 2511 et une voiture d'attelage ouverte.

Légende. — Ordonnées : vitesse en milles par heure. Ampères. Volts. Wattheures. Abscisses : secondes.

Explication des termes anglais : Average Voltage = Voltage moyen. — Average Current (Ammeter readings) = Courant moyen, mesuré à l'ammètre. — Average Current (Wattmeter readings) = Courant moyen, mesuré au wattmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

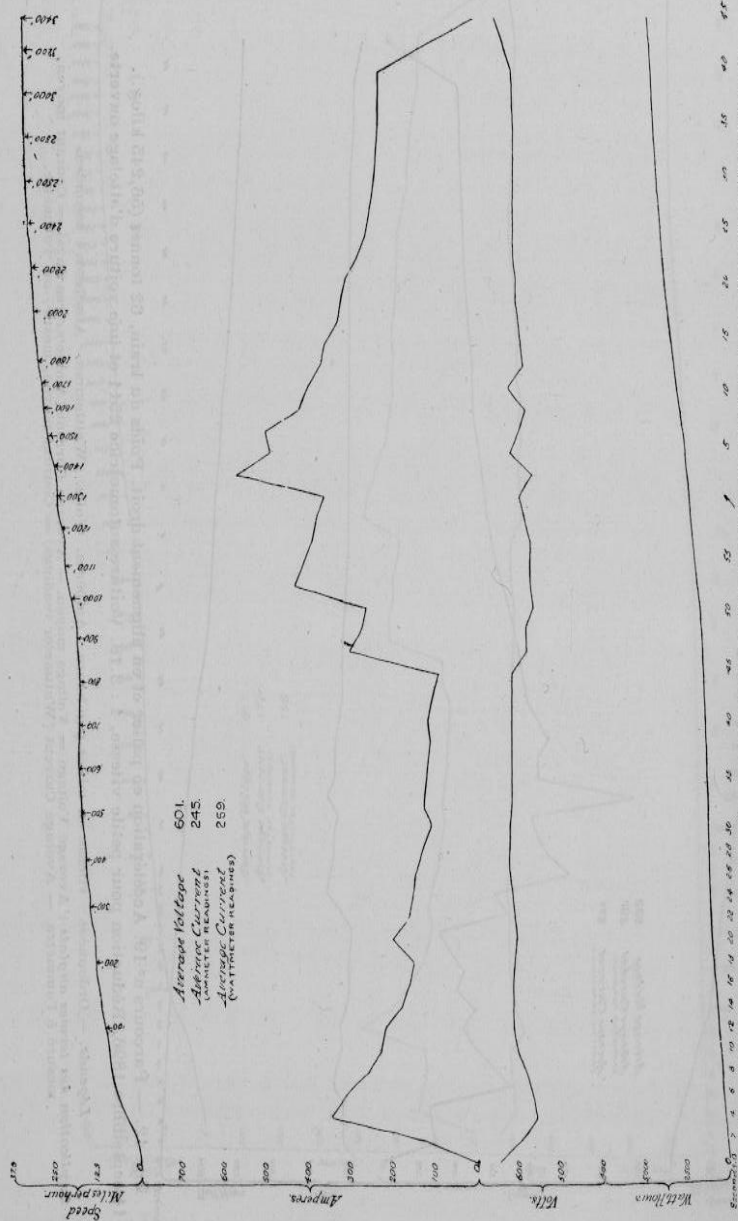


Fig. 13. — Parcours nº 20. Accélération en palier et en alignement droit. Poids du train, 34 tonnes (30,840 kilog.)
11 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture automotrice 2511.

Légende. — Ordonnées : vitesse en milles par heure. Ampères. Volts. Wattheures. Abscisses : secondes.

Explication des termes anglais : Average Voltage = Voltage moyen. — Average Current (Ammeter readings) = Courant moyen, mesuré à l'ammètre. — Average Current (Wattmeter readings) = Courant moyen, mesuré au wattmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

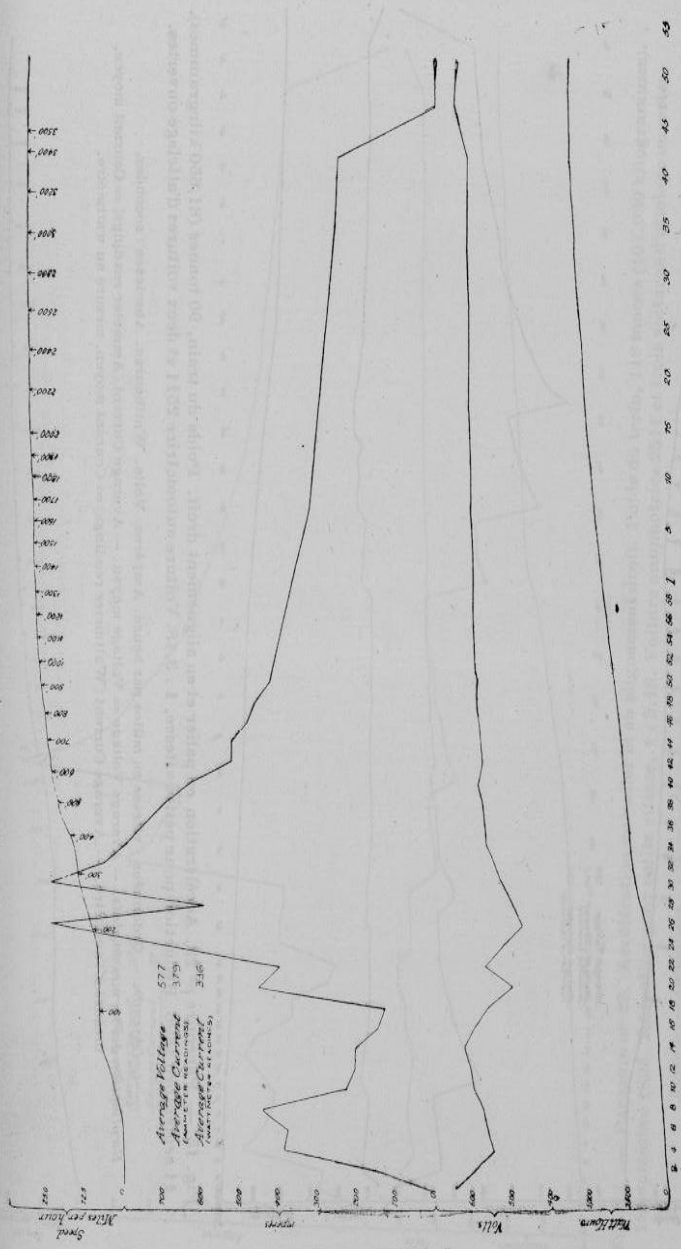


Fig. 14. — Parcours n° 21. Accélération en palier et en alignement droit. Poids du train, 90 tonnes (81,650 kilog.). 11 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture automotrice 2511 et deux voitures d'attelage ouvertes.

Légende. — Ordonnées : vitesse en milles par heure. Ampères. Volts. Wattheures. Abscisses : secondes.

Explication des termes anglais : Average Voltage = Voltage moyen. — Average Current (Ammeter readings) = Courant moyen, mesuré à l'ampèremètre. — Average Current (Wattmeter readings) = Courant moyen, mesuré au wattmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

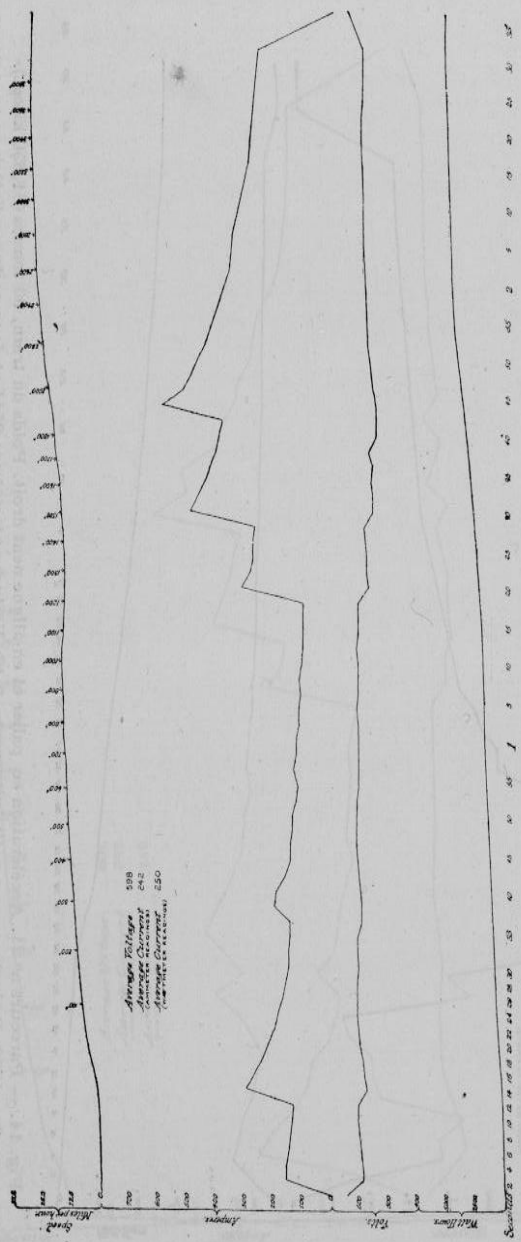


Fig. 15. — Parcours nº 22. Accélération en palier et en alignement droit. Poids du train, 90 tonnes (81,650 kilogrammes). 11 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture automotrice 2511 et deux voitures d'attelage ouvertes.

Légende. — Ordonnées : vitesse en milles par heure. Ampères. Volts. Wattheures. Abscisses : secondes.

Explication des termes anglais. — Average Voltage = Voltage moyen. — Average Current (Ammeter readings) = Courant moyen, mesuré à l'ammètre. — Average Current (Wattmeter readings) = Courant moyen, mesuré au wattmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

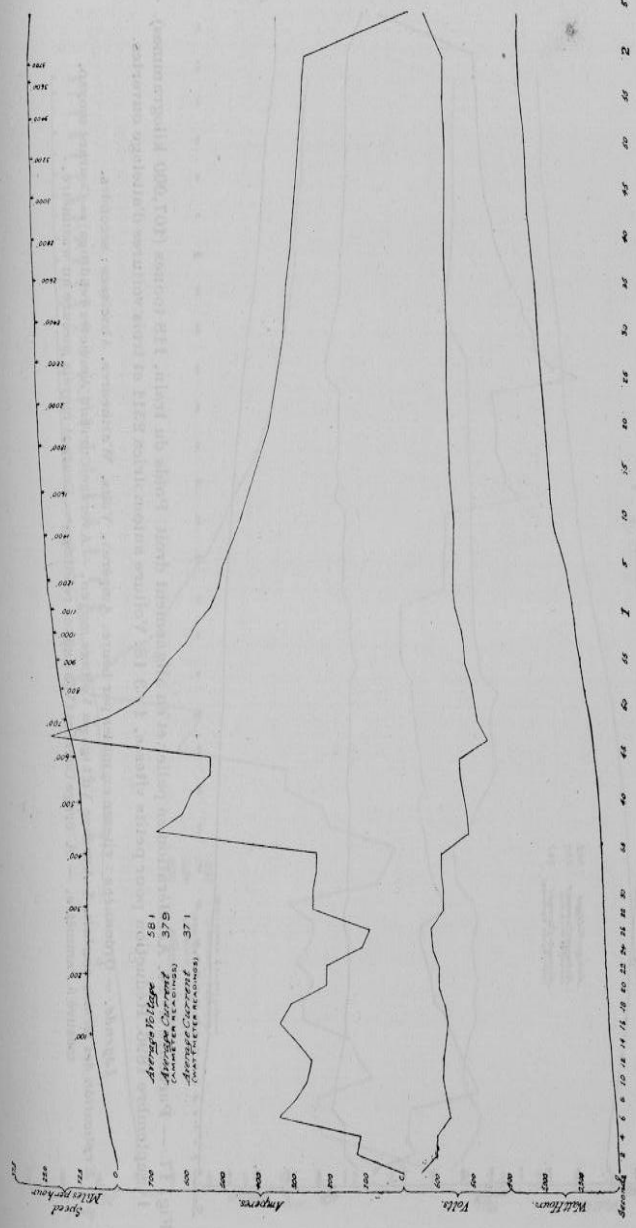


Fig. 16. — Parcours n° 23. Accélération en palier et en alignement droit. Poids du train, 118 tonnes (107,000 kilogrammes). 11 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture automotrice 2511 et trois voitures d'attelage ouvertes.

Légende. — Ordonnées : vitesse en milles par heure. Ampères. Volts. Wattheures. Abscisses : secondes.

Explication des termes anglais. — Average Voltage = Voltage moyen. — Average Current (Ammeter readings) = Courant moyen, mesuré à l'ammètre. — Average Current (Wattmeter readings) = Courant moyen, mesuré au wattmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

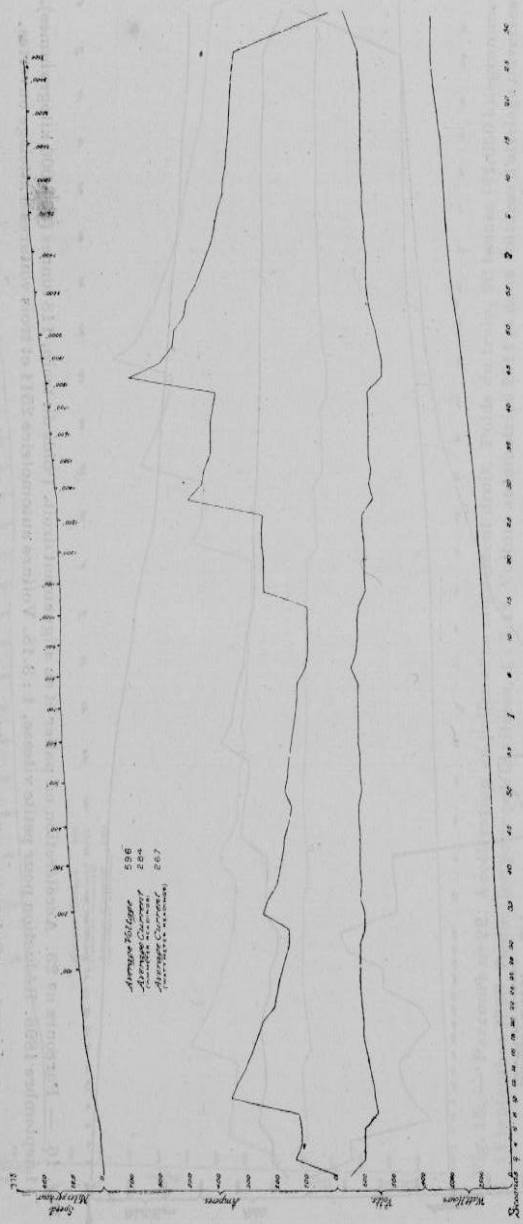


Fig. 17. — Parcours n° 24. Accélération en palier et en alignement droit. Poids du train, 118 tonnes (107,000 kilogrammes). 11 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture automotrice 2514 et trois voitures d'attelage ouvertes.

Légende. — Ordonnées : vitesse en milles par heure. Ampères. Volts. Wattheures. Abscisses : secondes.

Explication des termes anglais. — Average Voltage = Voltage moyen. — Average Current Ammeter readings) = Courant moyen, mesuré à l'ammètre. — Average Current (Wattmeter readings) = Courant moyen, mesuré au wattmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Fig. 18. — Parcours n° 25. Accélération en palier et en alignement droit. Poids du train, 115 tonnes (131,500 kilogrammes). 11 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.18. Voiture automotrice 2511 et quatre voitures d'attelage ouvertes.

Légende. — Ordonnées : vitesse en milles par heure. Ampères. Volts. Wattheures. Abscisses : secondes.

Explication des termes anglais. — Average Voltage = Voltage moyen. — Average Current (Ammeter readings) = Courant moyen, mesuré à l'ampèremètre. — Average Current (Wattmeter readings) = Courant moyen, mesuré au wattmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

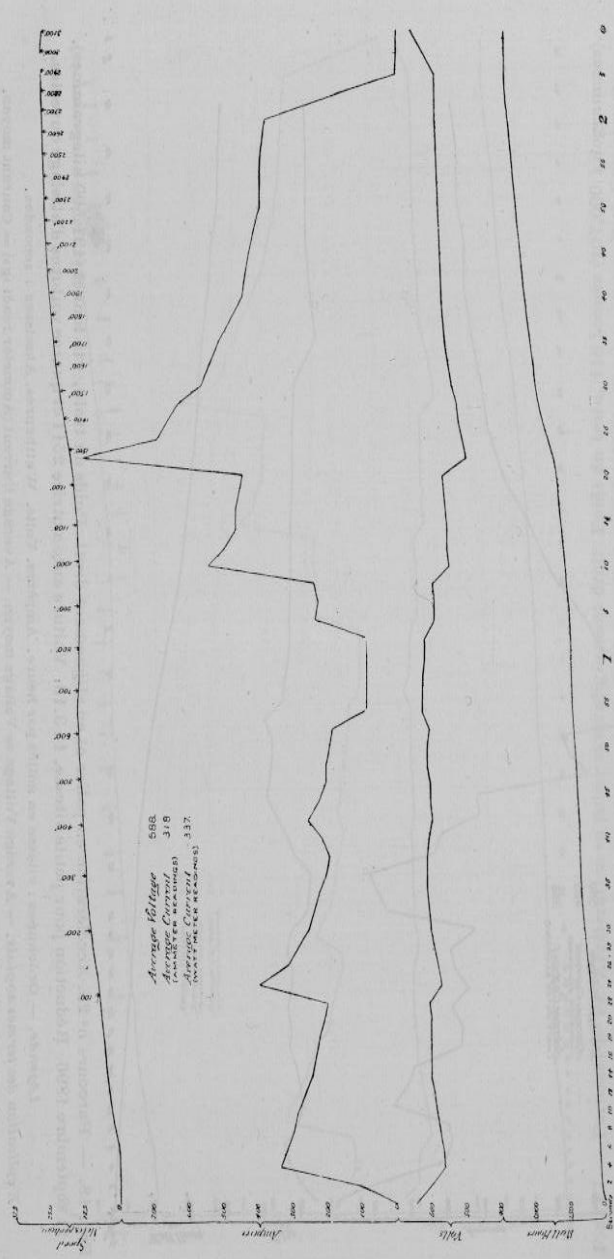


Fig. 19. — Parcours n° 26. Accélération en palier et en alignement droit. Poids du train, 145 tonnes (131,500 kilogrammes). 11 septembre 1896. Réduction pour petite vitesse, 1 : 3.48. Voiture automotrice 2511 et quatre voitures d'attelage ouvertes.

Légende. — Ordonnées : vitesse en milles par heure. Ampères. Volts. Wattheures. Abscisses : secondes.

Explication des termes anglais. — Average Voltage = Voltage moyen. — Average Current (Ammeter readings) = Courant moyen, mesuré à l'ammètre. — Average Current (Wattmeter readings) = Courant moyen, mesuré au wattmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

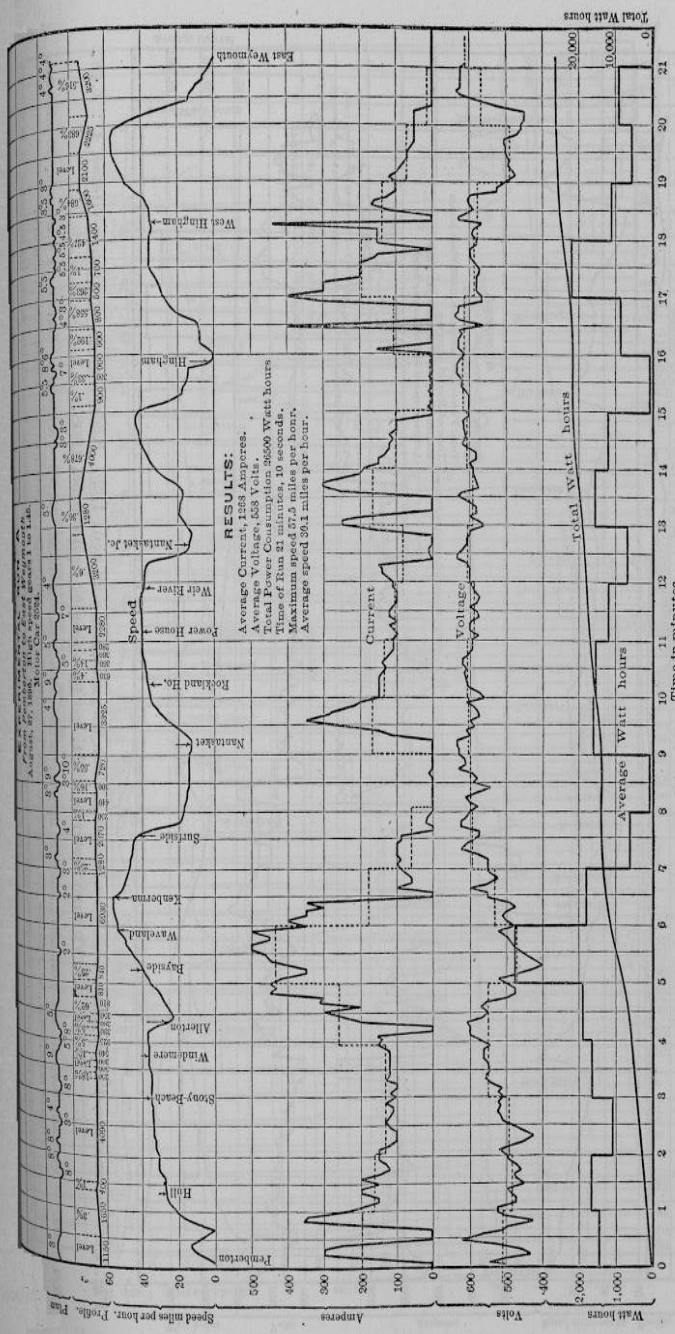


Fig. 20. — Parcours d'expérience **A** de Pemberton à East Weymouth, effectué le 27 août 1896 :
Réduction pour grande vitesse, 1 : 1.45. Voiture motrice 2524.

Résultats. — Courant moyen, 1,283 ampères; voltage moyen, 558 volts; travail total, 26,500 wattheures. Durée du parcours, 21 minutes 10 secondes. Vitesse maximum, 57.5 milles (92.5 kilomètres) à l'heure. Vitesse moyenne, 39.1 milles (48.4 kilomètres) à l'heure.

Légende. — Les abscisses indiquent le temps en minutes; les ordonnées indiquent les wattheures (*watt-hours*), les volts, les ampères et la vitesse en milles par heure (*speed, miles per hour*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

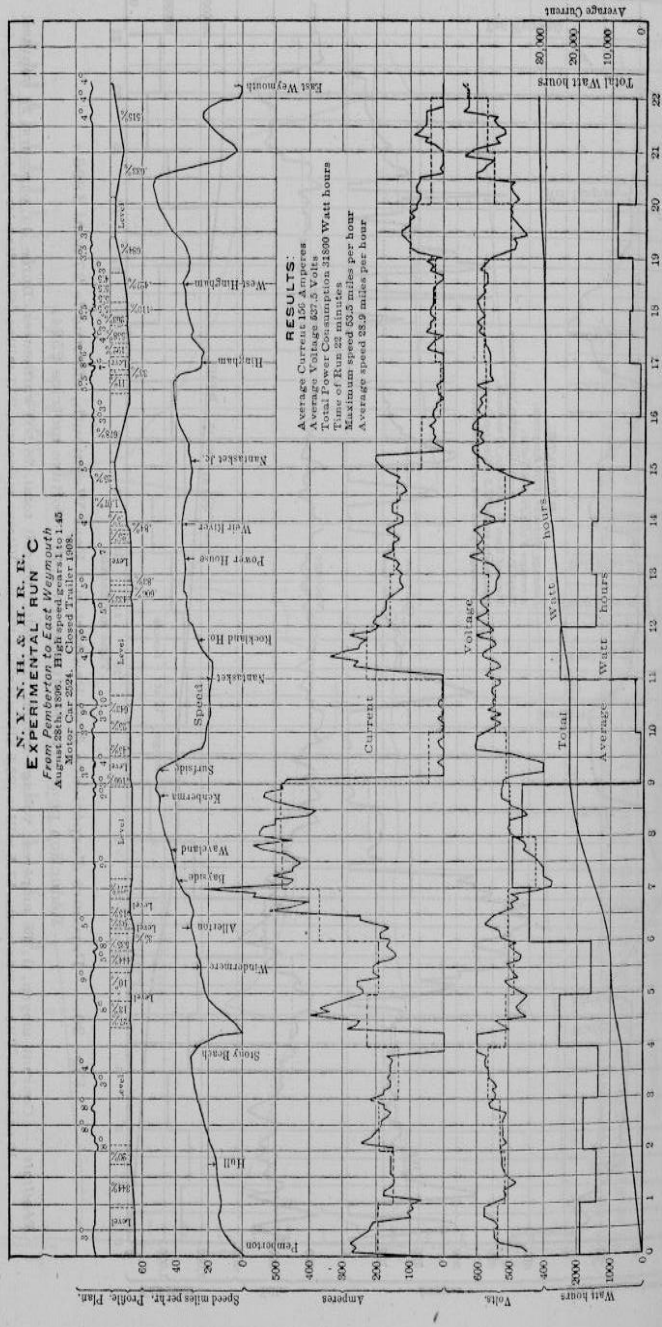


Fig. 21. — Parcours d'expérience C de Pemberton à East Weymouth, le 28 août 1896. Réduction pour grande vitesse, 1 : 1.45. Voiture motrice, 2524. Voiture fermée remorquée, 1908.

Résultats. — Courant moyen, 155 ampères; voltage moyen, 537.5 volts. Travail total, 31,800 wattheures. Durée du parcours, 22 minutes. Vitesse maximum, 53.5 milles (86.1 kilomètres) à l'heure. Vitesse moyenne, 28.9 milles (46.5 kilomètres) à l'heure.

Légende. — Les abscisses indiquent le temps en minutes; les ordonnées indiquent les wattheures (*watt-hours*), les volts, les ampères et la vitesse en milles par heure (*speed, miles per hour*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

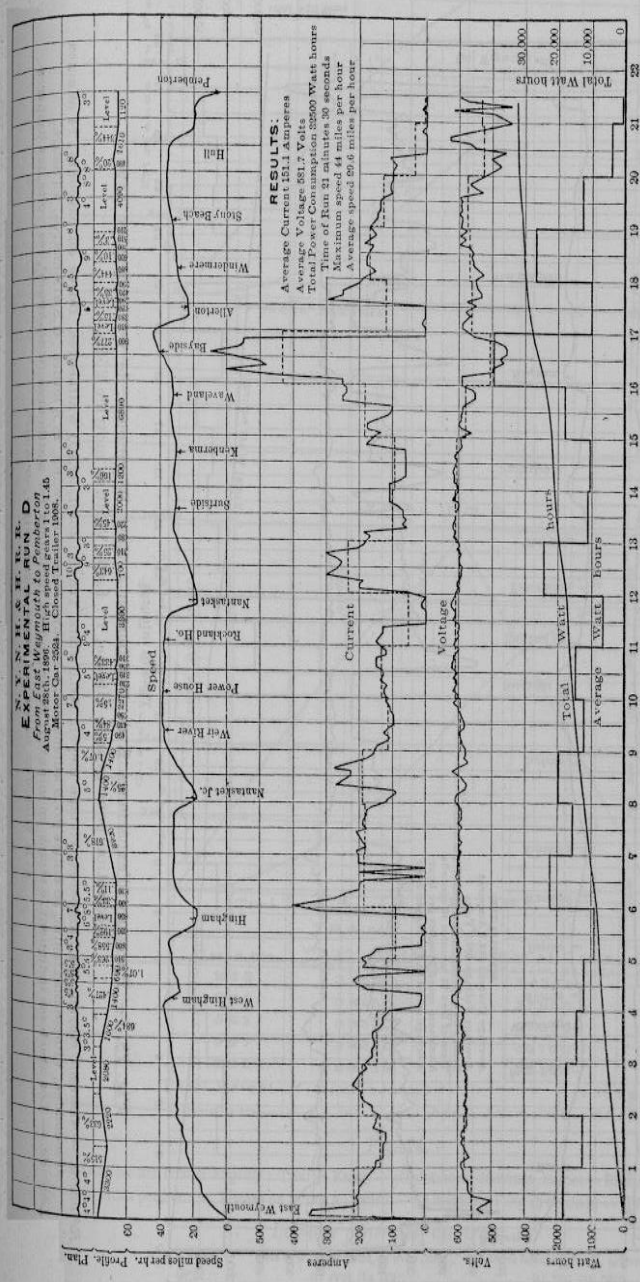


Fig. 22. — Parcours d'expérience **D** de East Weymouth à Pemberton, le 28 août 1896. Réduction pour grande vitesse, 1 : 1.45. Voiture motrice, 2524. Voiture fermée remorquée, 1908.

Résultats. — Courant moyen, 151.1 ampères. Voltage moyen, 581.7 volts. Travail total, 32 500 watheures. Durée du parcours, 21 min. 30 sec. Vitesse maximum, 44 milles (70.8 kilomètres) à l'heure. Vitesse moyenne, 29.6 milles (47.6 kilomètres) à l'heure.

Légende. — Les abscisses indiquent le temps en minutes ; les ordonnées indiquent les watt-heures (*watt-hours*), les volts et la vitesse en milles par heure (*speed, miles per hour*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

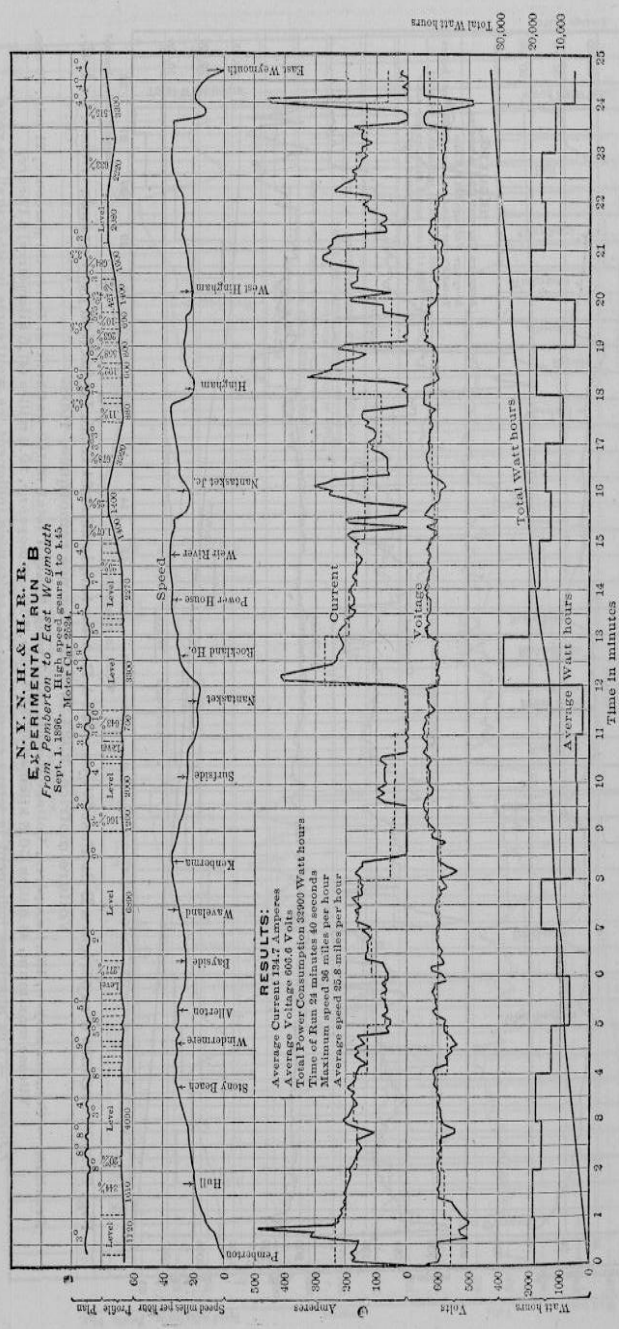
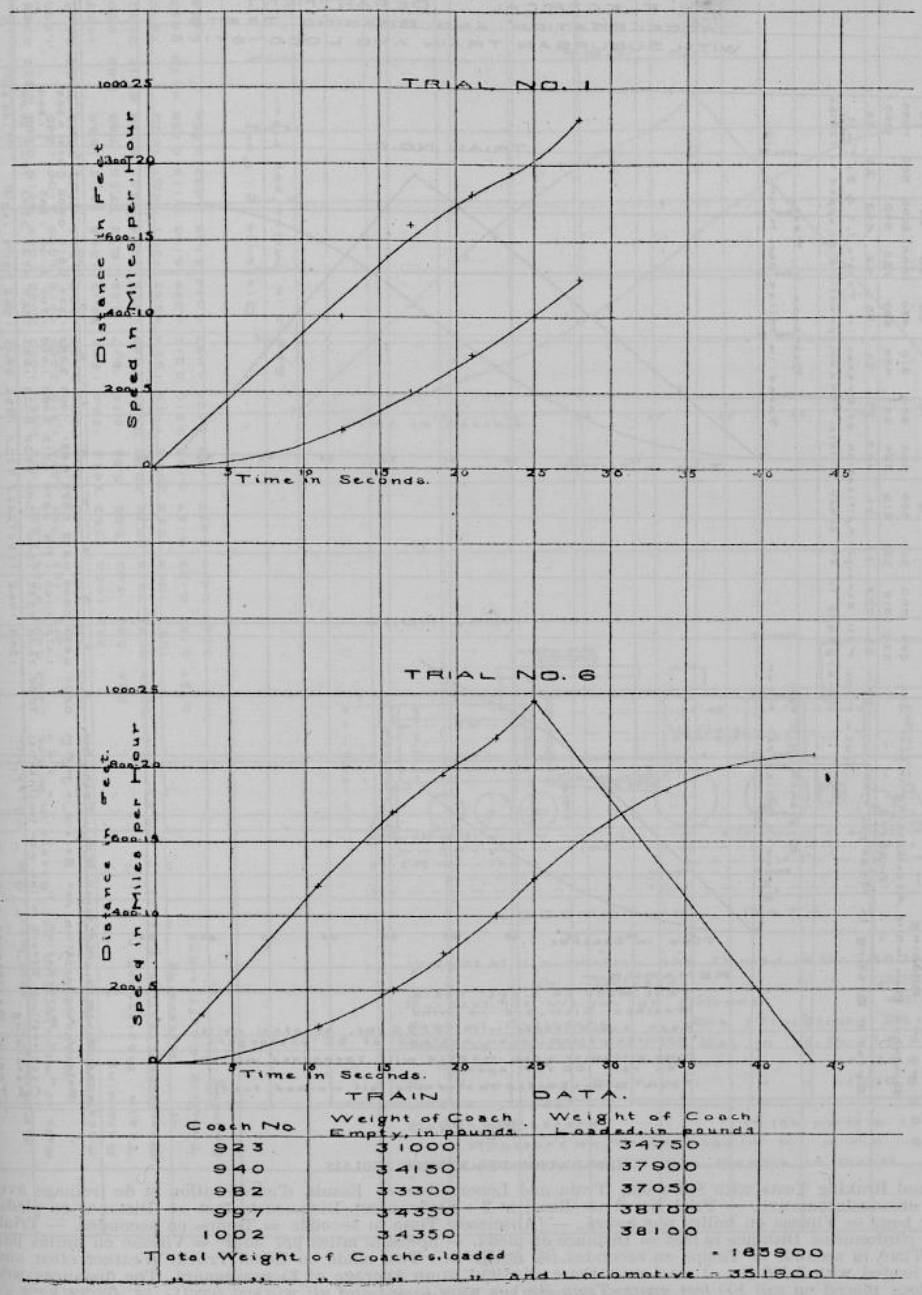


Fig. 23. — Parcours d'expérience **B** de Pemberton à East Weymouth, le 1er septembre 1896.
Réduction pour grande vitesse, 1 : 1.45. Voiture motrice 2524.

Résultats. — Courant moyen, 134.7 ampères ; voltage moyen, 606.6 volts. Travail total, 32,900 wattheures. Durée du parcours, 24 minutes 40 secondes. Vitesse maximum, 38 milles (57.9 kilomètres) à l'heure. Vitesse moyenne, 25.8 milles (41.5 kilomètres) à l'heure.
Légende. — Les abscisses indiquent le temps en minutes ; les ordonnées indiquent les wattheures (*watt-hours*), les volts, les ampères et la vitesse en milles par heure (*speed, miles per hour*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



TRAIN DATA.

Coach No.	Weight of Coach Empty, in pounds.	Weight of Coach Loaded, in pounds.
923	31000	34750
940	34150	37900
982	33300	37050
997	34350	38100
1002	34350	38100
Total Weight of Coaches loaded		= 185900
" " " " " And Locomotive		= 351900

Fig. 24.

Explication des termes anglais : Trial = Essai. — (Ordonnées) Distance in feet = Distance en pieds. — Speed in miles per hour = Vitesse en milles à l'heure. — (Abscisses) Time in seconds = Temps en secondes.

Données générales du train :

N° de la voiture.	Poids de la voiture à vide, en livres (kilog.).	Poids de la voiture chargée, en livres (kilog.).
923	31,000 (14,060)	34,750 (15,760)
940	34,150 (15,490)	37,900 (17,190)
982	33,300 (15,100)	37,050 (16,800)
997	34,350 (15,580)	38,100 (17,280)
1002	34,350 (15,580)	38,100 (17,280)
Poids total des voitures chargées		185,900 (84,310)
— — — et de la locomotive. .		351,900(159,620)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

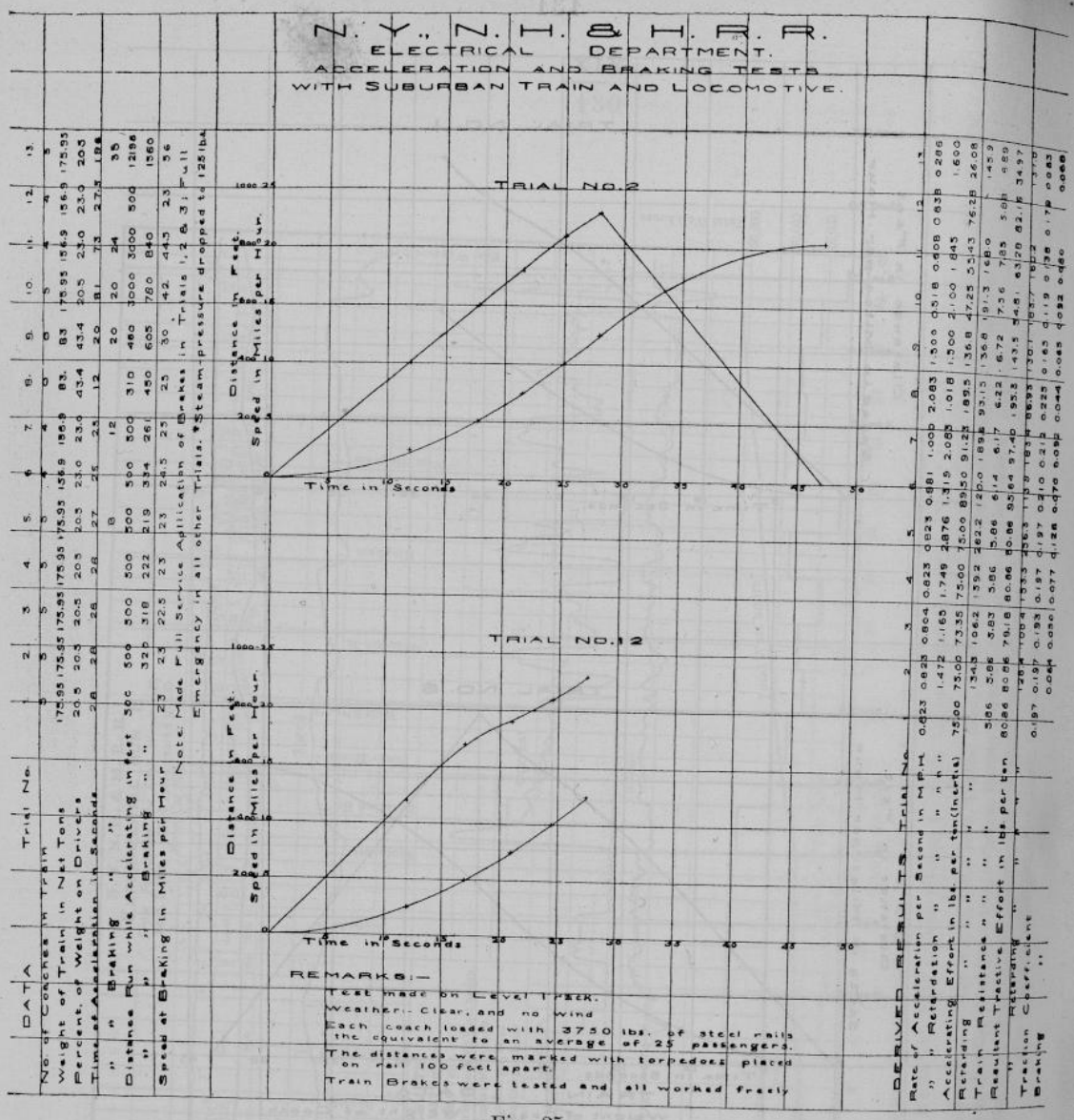


Fig. 25.

EXPLICATION DES TERMES ANGLAIS.

Acceleration and Braking Tests with Suburban Train and Locomotive = Essais d'accélération et de freinage avec un train de banlieue et une locomotive. — Trial No. 2 = Essai n° 2 : (Ordonnées) Distance in feet = Distance en pieds. — Speed in miles per hour = Vitesse en milles par heure. — (Abscisses) Time in seconds = Temps en secondes. — Trial No. 12 = Essai n° 12 : (Ordonnées) Distance in feet = Distance en pieds. — Speed in miles per hour = Vitesse en milles par heure. — (Abscisses) Time in seconds = Temps en secondes. — *Remarks* : Test made on Level Track. Weather clear and no wind. Each coach loaded with 3,750 lbs of steel rails the equivalent to an average of 25 passengers. The distances were marked with torpedoes placed on rail 100 feet apart. Train Brakes were tested and all worked freely. = *Remarques* : Essai fait sur voie en palier. Temps clair et calme. Chaque voiture était chargée de 3,750 livres (1,700 kilogrammes) de rails en acier, poids équivalant au poids moyen de 25 voyageurs. Les distances étaient marquées par des pétards placés sur le rail à 100 pieds (30.48 mètres) d'intervalle. Les freins du train avaient été essayés et tous fonctionnaient bien. — *Data* = *Résultats observés*. Trial No. = Numéro de l'essai. — No. of Coaches in Train = Nombre de voitures remorquées. — Weight of Train in Net Tons = Poids du train en tonnes. — Percent of Weight on Drivers = Proportion p. c. de poids adhérent. — Time of Acceleration in seconds = Durée de l'accélération en secondes. — Time of Braking in seconds = Durée du freinage en secondes. — Distance Run while Accelerating in feet = Distance parcourue pendant l'accélération, en pieds. — Distance Run while Braking in feet = Distance parcourue pendant la retardation, en pieds. — Speed at Braking in miles per hour = Vitesse au début du serrage des freins, en milles à l'heure. — *Note* : Made Full Service Application of Brakes in Trials 1, 2 & 3. Full Emergency in all other Trials. Steam-pressure dropped to 125 lbs. = *Nota* : Serrage « de service » complet dans les esssais 1, 2 et 3. Serrage « d'urgence » complet dans tous les autres essais. La pression de vapeur est descendue à 125 livres (8.8 kilogrammes par centimètre carré). — *Derived results* = *Résultats calculés*. Rate of Acceleration per second in M. P. H. = Vitesse d'accélération par seconde, en milles à l'heure. — Rate of Retardation per second in M. P. H. = Vitesse de retardation par seconde, en milles à l'heure. — Accelerating Effort in lbs. per ton (inertial) = Effort d'accélération, en livres par tonne (inertie). — Retarding Effort in lbs. per ton (inertial) = Effort de retardation, en livres par tonne (inertie). — Train Resistance in lbs. per ton = Résistance du train, en livres par tonne. — Resultant Tractive Effort in lbs. per ton = Effort de traction résultant, en livres, par tonne. — Resultant retarding Effort in lbs. per ton — Effort retardateur résultant, en livres par tonne. — Traction Coefficient = Coefficient de traction. — Braking Coefficient = Coefficient de freinage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

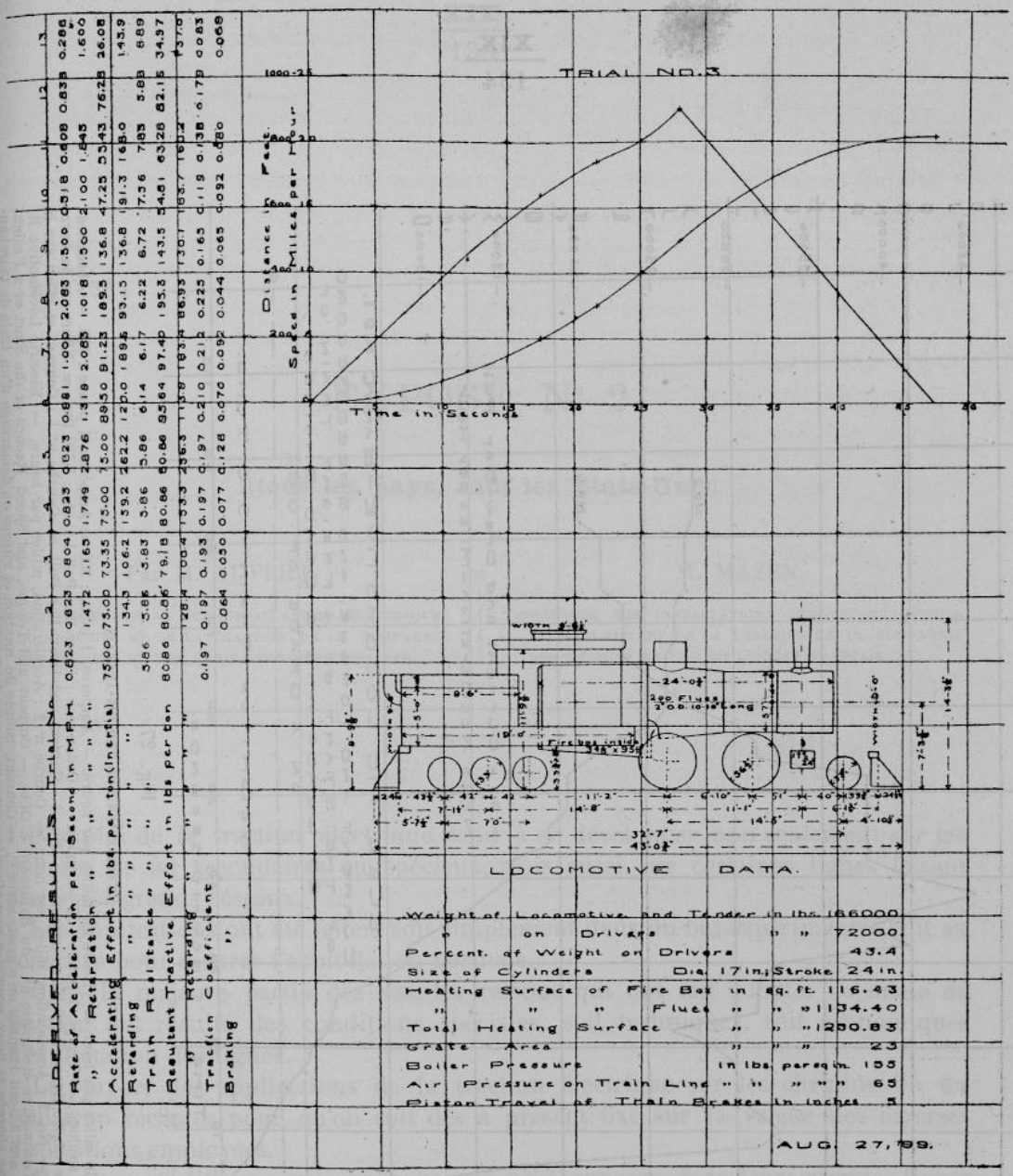


Fig. 26.

EXPLICATION DES TERMES ANGLAIS.

Trial No. 3 = Essai n° 3 : (Ordonnées) Distance in feet = Distance en pieds. — Speed in miles per hour = Vitesse en milles par heure. — (Abscisses) Time in seconds = Temps en secondes. — *Derived results* = *Résultats calculés* : Trial No. = Numéro de l'essai. — Rate of Acceleration per second in M. P. H. = Vitesse d'accélération par seconde, en milles à l'heure. — Rate of Retardation per second in M. P. H. = Vitesse de retardation par seconde, en milles à l'heure. — Accelerating Effort in lbs. per ton (inertial) = Effort d'accélération, en livres par tonne (inertie). — Retarding Effort in lbs. per ton (inertial) = Effort de retardation, en livres par tonne (inertie). — Train Resistance in lbs. par ton = Résistance du train en livres par tonne. — Resultant Tractive Effort in lbs. per ton = Effort de traction résultant, en livres par tonne. — Resultant retarding Effort in lbs. per ton = Effort retardateur résultant, en livres par tonne. — Traction Coefficient = Coefficient de traction. — Braking Coefficient = Coefficient de freinage. *Locomotive Data* = *Données générales de la locomotive* : Weight of Locomotive and Tender in lbs. = Poids de la locomotive et du tender, en livres. — Weight on Drivers in lbs. = Poids adhérent, en livres. — Percent of Weight on Drivers = Proportion pour cent de poids adhérent. — Size of Cylinders. Dia. in. Stroke = Cylindres : Diamètre en pouces ; course. — Heating Surface of Fire Box in sq. ft. = Surface de chauffe directe, en pieds carrés. — Heating Surface of Flues in sq. ft. = Surface de chauffe tubulaire, en pieds carrés. — Total Heating Surface in sq. ft. = Surface de chauffe totale, en pieds carrés. — Grate Area in sq. ft. = Surface de la grille, en pieds carrés. — Boiler Pressure in lbs. per sq. in. = Pression de la vapeur dans la chaudière, livres par pouce carré. — Air Pressure on Train Line in lbs. per sq. in. = Pression de l'air dans la conduite générale du frein, livres par pouce carré. — Piston Travel of Train Brakes in inches = Course du piston dans les cylindres à frein du train, en pouces.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

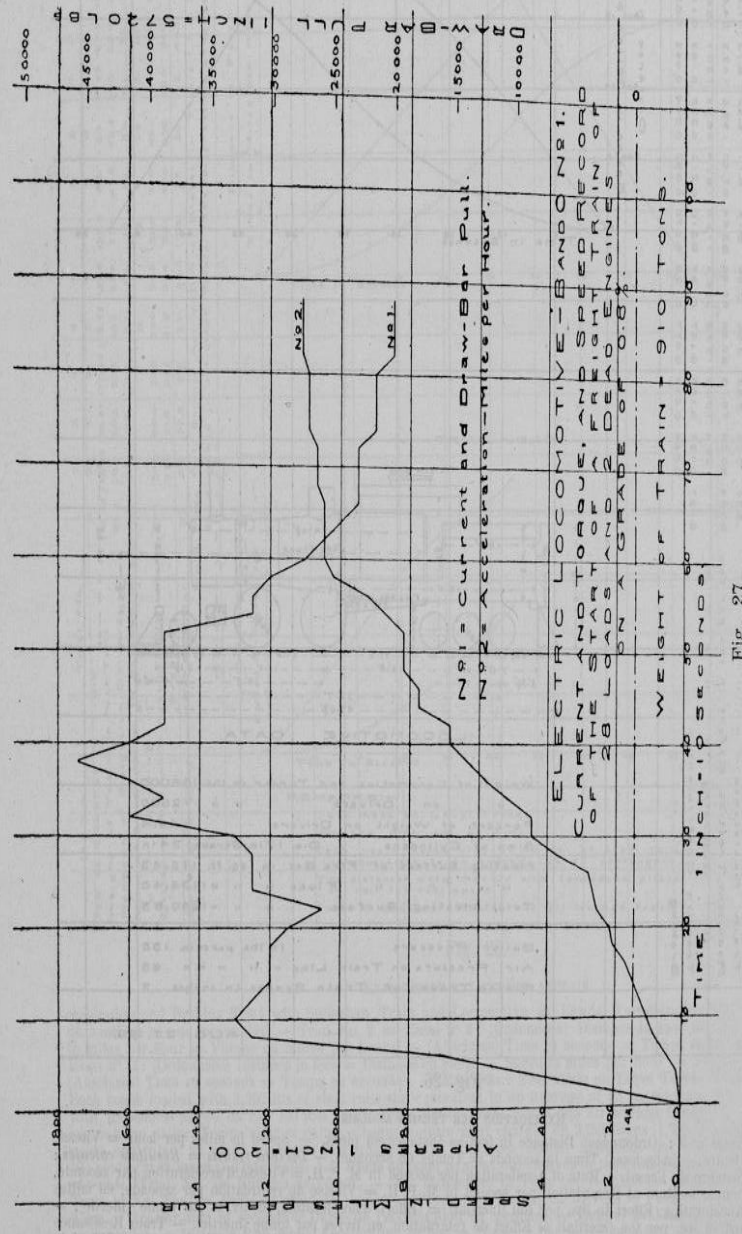


Fig. 27.

Explication des termes anglais.

Ordonnées : Speed in miles per hour = Vitesse en milles par heure. — Amperes, 1 inch. : 200 = Ampères, 1 pouce : 200. — Abscisses : Time, 1 inch : 10 seconds. = Temps, 1 pouce : 10 secondes. — Ordonnées : Draw-Bar Pull 1 inch. : 5,720 lbs. = Effort sur la barre d'attelage, 1 pouce : 5,720 livres (2,600 kilogrammes). — No. 1 : Current and Draw-Bar Pull = Courbe n° 1 : Courant et effort sur la barre d'attelage. — No. 2 : Acceleration, miles per hour = Courbe n° 2 : Accélération, milles par heure. — Electric Locomotive B. and O. = Locomotive électrique n° 1 du Baltimore & Ohio. — Current and Torque, and Speed Record of the Start of a Freight train of 28 Loads and 2 Deadheads on a grade of 0.8 %. = Courant et couple de démarrage d'un train de marchandises de 28 wagons chargés et deux machines non allumées sur une rampe de 8 millimètres par mètre. — Weight of Train : 910 tons = Poids du train : 926 tonnes métriques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[621.33]

EXPOSÉ N° 2

(tous les pays, sauf les États-Unis)

Par M. AUVERT, et M. MAZEN,

INGÉNIEUR PRINCIPAL DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

INGÉNIEUR DES INSTALLATIONS ÉLECTRO-MÉCANIQUES DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST FRANÇAIS.

L'emploi de la traction électrique tend à se développer non seulement sur les chemins de fer secondaires ou spéciaux, mais aussi sur certaines lignes faisant partie des grands réseaux.

Les applications ont été faites, soit simplement dans un but expérimental, soit au contraire pour assurer l'exploitation normale.

Dans la majeure partie des cas, les raisons qui ont fait adopter ce mode de traction ont résulté des conditions spéciales, soit techniques, soit économiques d'exploitation des lignes.

La plupart des applications de la traction électrique sur les chemins de fer sont trop récentes pour qu'on soit dès à présent fixé sur la valeur des diverses dispositions employées.

Dans ces conditions, nous nous bornerons à exposer dans leurs grandes lignes les divers systèmes adoptés.

La traction électrique sur les chemins de fer se fait soit au moyen de locomotives électriques remorquant des trains à la façon des locomotives à vapeur, soit au moyen de voitures automotrices circulant seules ou remorquant un certain nombre de voitures ordinaires. Enfin, on emploie aussi des trains composés de véhicules automoteurs pourvus chacun des organes nécessaires à la captation et à l'utilisation

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'énergie électrique ; les véhicules sont alors reliés entre eux de telle façon qu'il soit possible à un seul machiniste de commander tous les moteurs du train.

Les moteurs des locomotives ou des voitures automotrices sont alimentés soit par courant alternatif, soit par courant continu.

Dans ce dernier cas, le courant continu utilisé par les moteurs peut être produit sous cette forme dans une ou plusieurs usines qui alimentent directement les conducteurs servant à transmettre l'énergie électrique aux locomotives.

Souvent, il y a avantage à produire dans les usines des courants à haute tension qui servent à transmettre l'énergie électrique à des postes échelonnés le long du chemin de fer et où les courants de haute tension sont transformés en courant continu, à la tension d'utilisation avec ou sans emploi de batteries-tampons.

Quelquefois le courant continu nécessaire à l'alimentation des moteurs est fourni par des accumulateurs portés par les trains : ce procédé n'est employé, en exploitation courante, que lorsqu'il s'agit de voitures automotrices destinées à assurer un service local de parcours relativement faible.

Il y a lieu enfin de signaler que dans certaines expériences exécutées en vue d'étudier le fonctionnement des électromoteurs d'essieux, on a été amené, pour éviter les dépenses qu'aurait nécessitées l'équipement d'une voie électrique sur un long parcours, à utiliser, pour l'alimentation de ces électromoteurs, soit une usine génératrice portée par le train, soit une batterie d'accumulateurs.

Les installations de traction électrique dans lesquelles il est fait exclusivement usage des courants alternatifs comportent des dispositions tout à fait spéciales.

Elles forment un groupe à part nettement distinct.

Les autres installations, qu'elles comportent ou non l'emploi de courant à haute tension, ne présentent entre elles aucune différence fondamentale et forment ainsi un second groupe.

Installations de traction électrique dans lesquelles il est fait exclusivement usage des courants alternatifs.

L'emploi direct des courants alternatifs pour actionner les moteurs de traction installés sur les locomotives électriques ou les voitures automotrices présente certains avantages dus à la possibilité d'employer pour l'abaissement de la tension des courants de haute tension, des transformateurs statiques répartis le long de la voie, exigeant très peu de surveillance et d'un prix d'établissement relativement peu élevé.

Dans ce cas, le courant à haute tension, produit dans une ou plusieurs usines sous forme de courants alternatifs polyphasés, est transporté par trois conducteurs de petite section dans des postes secondaires établis le long de la ligne et comportant seulement des transformateurs statiques qui réduisent la tension élevée nécessaire pour le transport à grande distance à une valeur beaucoup moindre, plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

convenable pour l'alimentation des moteurs. Les nouveaux courants polyphasés ainsi produits sont transmis le long de la ligne par des fils nus aériens disposés à peu près comme les fils des tramways ordinaires à courant continu ; les rails de la voie pouvant être ou non utilisés comme conducteur.

Dans la plupart des applications faites on a employé des moteurs asynchrones dont la vitesse de marche est très sensiblement constante puisqu'elle ne diffère de la vitesse du synchronisme que d'une très petite valeur représentant le glissement du champ tournant (dont la vitesse est constante) sur l'armature.

Il est toutefois possible, par des dispositifs spéciaux, d'obtenir une série de vitesses ; mais ces dispositifs ont été d'ailleurs peu étudiés jusqu'à ce jour.

Lors de la descente des pentes, les électromoteurs fonctionnent d'eux-mêmes comme freins, sans dispositif spécial, en restituant à la ligne une certaine quantité d'énergie. La vitesse est encore sensiblement constante ; elle est dans ce cas très légèrement supérieure à celle qui correspond au synchronisme.

Cette constance de la vitesse, conséquence de l'emploi des courants alternatifs, présente l'avantage de régulariser la marche normale des trains, mais ne permet pas, en cas de retard, de regagner le temps perdu.

Comme, en général, dans les moteurs à courant alternatif, l'entrefer (jeu entre l'armature fixe et l'armature mobile) est très réduit, il peut résulter de ce fait un entretien assez délicat ; par contre, l'absence de collecteur constitue un avantage marqué.

Quoi qu'il en soit, les applications directes des courants alternatifs à la traction présentent un grand intérêt et méritent d'être suivies avec soin.

Note. — L'étude de la question de suspension des électromoteurs a été reportée plus loin dans la partie consacrée aux installations à courant continu, de manière à éviter les répétitions.

Installations de traction électrique dans lesquelles il est fait usage du courant continu.

Les moteurs installés sur les locomotives ou sur les voitures automotrices sont, dans la majorité des cas, alimentés par courant continu et excités en série.

Ces moteurs ont l'avantage de posséder une grande élasticité qui leur permet de développer momentanément des efforts supérieurs aux efforts normaux.

La tension d'alimentation restant constante, leur vitesse augmente dans une certaine mesure lorsque leur charge diminue, et on a la possibilité de modifier la vitesse de marche pour une charge donnée en agissant sur l'excitation.

Lorsqu'un train possède plusieurs électromoteurs, on peut obtenir plusieurs vitesses de régime en groupant en série ou en parallèle les différents électromoteurs considérés. Enfin, les moteurs à courant continu se prêtent facilement à l'emploi des grands entrefers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Transmission du mouvement.

La transmission du mouvement des induits aux essieux moteurs se fait de deux manières différentes, soit par un train d'engrenages, soit directement et, dans ce dernier cas, l'induit et l'essieu correspondant sont concentriques et ont la même vitesse angulaire.

L'emploi d'une transmission par engrenages est presque obligatoire toutes les fois que la vitesse de marche normale des trains est peu élevée, car, dans ce cas, avec une transmission directe, la vitesse périphérique des induits serait beaucoup trop faible et les électromoteurs seraient par suite lourds et encombrants.

Lorsque la vitesse normale des trains est élevée, il y a, au contraire, avantage à employer la transmission directe parce qu'on obtient alors naturellement pour les induits une vitesse périphérique correspondant à un bon rendement.

D'autre part, les transmissions par engrenages se prêteraient mal à la réalisation des grandes vitesses.

Que la transmission soit directe ou indirecte, il convient de disposer les organes de telle sorte que les réactions dues aux inégalités de la voie soient aussi faibles que possible.

Dans le cas des transmissions indirectes, on emploie généralement une disposition semblable à celle en usage sur les tramways ordinaires et consistant à placer l'axe du moteur parallèlement à l'axe de l'essieu et à actionner celui-ci par l'intermédiaire d'un train d'engrenages.

Cette disposition n'atténue que très imparfaitement les réactions, surtout lorsqu'il s'agit de moteurs puissants, mais il faut reconnaître qu'elle a l'avantage de la simplicité. Elle est à peu près généralement adoptée sans inconvénient grave lorsque la vitesse doit rester faible.

On peut atténuer dans une certaine mesure ces réactions en calant la grande roue d'engrenage sur un tube concentrique à l'essieu et monté à frottement doux sur ce dernier.

Le tube entraîne l'essieu au moyen d'un accouplement élastique, de sorte que, malgré les oscillations relatives de l'essieu et du moteur correspondant, il ne peut pas y avoir séparation des dents en contact.

Enfin, on peut supprimer à peu près complètement l'effet des réactions en montant la grande roue d'engrenage non plus sur l'essieu, mais sur un tube concentrique à l'essieu et maintenu par des coussinets fixés au bâti de l'électromoteur qui est lui-même suspendu au châssis du véhicule.

L'essieu flotte en quelque sorte dans l'intérieur de ce tube et est entraîné par lui au moyen de tocs élastiques.

Pour le cas de la transmission directe, la disposition la plus simple consiste à caler directement l'induit de chaque moteur sur l'essieu correspondant en faisant porter le bâti inducteur soit sur des fusées spéciales ménagées à cet effet sur l'essieu,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit sur les boîtes à huile qui servent en même temps à maintenir l'essieu dans les plaques de garde du châssis.

Un tel arrangement n'est admissible qu'à faible vitesse et pour des moteurs d'une puissance relativement faible, parce que, dans le cas de l'emploi de moteurs puissants, la masse non suspendue serait trop considérable et il en résulterait un martelage excessif des joints de la voie.

Un deuxième dispositif, dans lequel l'induit reste calé sur l'essieu et les inducteurs sont suspendus au châssis, diminue notablement le martelage de la voie.

Dans ce système, l'inducteur est coupé en deux pièces symétriques, placées, l'une en avant, l'autre en arrière de l'essieu. Ces deux parties de l'inducteur sont suspendues séparément par un système de bielles et balancier situés dans le plan du centre de gravité de chacune d'elles.

Elles sont centrées sur l'induit au moyen de bras articulés sur des fusées spéciales ménagées sur l'essieu.

Lorsque l'essieu, avec l'induit qu'il porte, oscille verticalement, les deux parties de l'inducteur tournent légèrement chacune autour de leur centre de gravité sans que ce centre de gravité se déplace.

Enfin, on emploie aussi, avec avantage, la disposition suivante, dans laquelle le moteur est complètement suspendu et actionne l'essieu par un entraînement élastique.

L'induit du moteur est calé sur un arbre creux concentrique à l'essieu et dans lequel celui-ci peut osciller.

L'arbre creux tourne dans deux paliers qui font corps avec le bâti des inducteurs fixé au châssis du véhicule.

L'entraînement de l'essieu par le tube se fait au moyen de tocs assez flexibles pour permettre tous les mouvements de l'essieu à l'intérieur du tube.

Régulation.

Les procédés employés pour obtenir le démarrage et le réglage de la vitesse des électromoteurs des trains se rangent dans deux catégories distinctes :

Nous classerons dans la première catégorie les procédés dans lesquels tous les câbles servant à l'alimentation des différents moteurs d'un train aboutissent à un appareil de commande placé sous la dépendance immédiate du machiniste et manœuvré par lui.

Nous rangerons dans la seconde catégorie les procédés dans lesquels le train comporte plusieurs groupes distincts de moteurs, commandés chacun par un appareil régulateur spécial, tous les appareils régulateurs étant eux-mêmes commandés à distance par un appareil d'asservissement unique manœuvré par le machiniste.

Pour ce cas, chaque groupe de moteurs peut prendre directement, au moyen de câbles et de frotteurs spéciaux, le courant qui l'alimente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Procédés de la première catégorie.

Dès le début de la traction électrique appliquée aux tramways, on a employé le procédé de régulation extrêmement simple qui consiste à intercaler dans le circuit des moteurs des résistances plus ou moins grandes qui, ayant leur valeur maximum au moment du démarrage, sont progressivement réduites à zéro pour obtenir le régime normal de marche.

Ce système de régulation est usité encore aujourd'hui lorsqu'un véhicule ne comporte qu'un seul moteur ou bien lorsqu'on se trouve à la limite d'adhérence et que le patinage est particulièrement à redouter.

Il a pour lui l'avantage d'une grande simplicité, mais il a l'inconvénient d'occasionner, au moment des démarrages, une perte assez considérable d'énergie électrique transformée en chaleur dans le rhéostat. Cet inconvénient devient très sérieux lorsque les démarrages sont fréquents.

Lorsque les trains comportent deux moteurs, on emploie avec avantage le système de régulation connu sous le nom de système *série parallèle* qui consiste à mettre en série les deux moteurs au moment du démarrage, ce qui permet de réduire de moitié la dépense de courant à ce moment et, par suite, la perte d'énergie électrique transformée en chaleur dans le rhéostat.

Quand le train a atteint la vitesse normale correspondant au groupement des moteurs en série, on groupe les moteurs en parallèle, en interposant, bien entendu, une résistance qu'on enlève ensuite progressivement. La vitesse va en croissant jusqu'au régime qui correspond à la marche des moteurs en parallèle sans résistance.

Le système série parallèle est employé presque universellement sur les tramways où l'économie qu'il procure est importante à cause des démarrages fréquents. Il présente toutefois un inconvénient particulier.

Si, au moment du démarrage, les moteurs étant groupés en série, l'un des essieux vient à patiner pour cause de manque d'adhérence, le courant qui traverse le moteur correspondant a son intensité considérablement diminuée par suite de l'accroissement de la force contre-électro-motrice. L'effort de traction exercé par ce moteur étant fonction de l'intensité du courant est lui-même fortement diminué, et comme c'est le même courant qui, à ce moment, traverse les deux moteurs, l'effort de traction exercé par le deuxième moteur est également diminué, de sorte que le démarrage ne peut se produire.

Nous n'avons considéré jusqu'ici que l'emploi de deux moteurs.

On emploie fréquemment quatre moteurs.

Ces moteurs sont soit groupés deux à deux en parallèle d'une façon invariable, et les deux groupes reliés soit en série, soit en parallèle, au moyen d'un régulateur analogue à celui qui est employé dans le cas où il n'y a que deux moteurs, soit groupés au moment du démarrage tous les quatre en série, puis mis deux à deux en parallèle et, enfin, dans une troisième période, tous mis en parallèle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a lieu de remarquer que l'inconvénient signalé au sujet de l'emploi du système série parallèle appliqué au cas de deux moteurs existe, à un moindre degré, lorsqu'on fait usage de quatre moteurs formant deux groupes composés chacun de deux moteurs groupés en parallèle d'une façon invariable.

Si, au moment d'un démarrage, un essieu vient à patiner, le courant qui traverse le moteur correspondant a bien son intensité diminuée, mais l'intensité du courant qui traverse le second moteur du même groupe est augmentée, ce qui compense partiellement la diminution précédente.

L'intensité totale est peu diminuée et il en est de même de l'effort de traction.

Procédés de la deuxième catégorie.

Ce qui caractérise les procédés de la deuxième catégorie, c'est non pas la disposition (du moins au point de vue théorique) des appareils régulateurs qui commandent chaque groupe de moteurs, mais plutôt le mode d'asservissement des différents appareils régulateurs installés sur un même train.

L'asservissement peut être obtenu soit au moyen de l'électricité, soit au moyen d'appareils mis en action par l'air comprimé.

Les avantages particuliers du système à commande multiple sont :

1° Une très grande puissance de démarrage, ce qui le rend éminemment propre aux services de banlieue où les démarrages sont fréquents et occasionnent une grande perte de temps ;

2° Pour les lignes de banlieue à grand trafic, la possibilité d'avoir un poste de manœuvre à chaque bout du train, quelle que soit sa longueur, et de pouvoir éviter toute manœuvre ;

3° La possibilité, avec des postes de manœuvre convenablement disposés, de sectionner en cours de route les convois, de façon à pouvoir, aux embranchements, assurer le service de deux lignes se séparant d'un tronc commun avec un seul train circulant sur le tronc commun ;

4° La possibilité d'utiliser, pour l'adhérence, le poids total des véhicules, ce qui permet d'exploiter avec du matériel automoteur ordinaire à simple adhérence des lignes qui nécessiteraient sans cela l'emploi de locomotives à crémaillère.

Par contre, le système à commande multiple n'est pas applicable sur les lignes dont les trains doivent être composés de véhicules de diverses provenances appartenant à des compagnies différentes. Dans ce cas l'emploi de la locomotive s'impose.

Observation générale sur les divers systèmes de régulation.

Tous les systèmes de régulation en usage jusqu'à présent ont un défaut commun.

Lorsqu'on fait usage du système ancien avec couplage fixe des moteurs, on n'a qu'un régime de marche, on n'est pas maître, en quelque sorte, de la vitesse, à moins de perdre en chaleur une certaine quantité d'énergie électrique dans le rhéostat de démarrage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La vitesse du train résulte des conditions d'établissement des moteurs, du profil de la ligne et enfin de la charge des véhicules.

Une fois démarré, le train électrique marche comme un train qui serait remorqué par une locomotive à vapeur dont le régulateur serait ouvert en grand et dont l'appareil de tente serait constamment au même cran.

L'agent qui conduit le train n'a d'autre ressource que d'établir et de couper à intervalles convenables le courant, pour obtenir la vitesse moyenne qu'il désire, si cette vitesse diffère notablement de celle qui résulte des conditions d'établissement des moteurs.

Lorsqu'on fait usage du système série parallèle, on a soit deux, soit trois régimes de marche bien déterminés, on est donc dans des conditions théoriquement moins mauvaises que dans le premier cas, mais, en réalité, les deux cas sont à peu près les mêmes, car le groupement en série des moteurs ne s'emploie qu'au démarrage. En marche normale, la vitesse de régime serait trop faible, de sorte qu'on rentre dans le premier cas considéré.

Nous croyons devoir insister enfin sur une dernière considération :

Avec les différents systèmes de régulation en usage, le réglage de l'intensité de courant se fait généralement par à-coups, ce qui ne présente pas d'inconvénient sérieux pour les trains de voyageurs dont les attelages sont fortement serrés.

Les variations brusques de l'intensité du courant présenteraient sans doute un inconvénient beaucoup plus grave lors de la remorque de longs trains de marchandises dont les wagons ont presque toujours des attelages lâches.

Des ruptures d'attelages seraient à craindre lors de la montée des rampes au moment du passage du groupement en série au groupement parallèle.

En résumé, les appareils de régulation appliqués jusqu'à présent ne présentent pas, comme on le voit, beaucoup de souplesse : aussi dans certaines études et certains essais, au cours de ces dernières années, a-t-on cherché à réaliser un mode de régulation permettant de faire varier à la fois, sans à-coups, la vitesse et l'effort de traction, sans l'emploi de résistances intercalées en série avec les électromoteurs.

Nous n'insisterons pas sur les solutions auxquelles on a été conduit, car elles n'ont pas encore reçu d'applications notables dans la pratique.

Conducteurs.

Les conducteurs isolés servant à transmettre le courant aux trains électriques peuvent être aériens ou placés près du sol.

Comme l'intensité du courant est souvent considérable, ces conducteurs doivent avoir une forte section; on est conduit à les établir en fer ou en acier par mesure d'économie, et ils ont, par suite, un poids élevé, de sorte qu'on ne peut guère les placer à la partie supérieure du gabarit que lorsqu'on dispose de points d'attache solides, comme dans les tunnels et les gares souterraines. Dans tous les autres cas, on a avantage à les placer près du sol, à peu de distance des rails de la voie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces conducteurs sont alors constitués par des barres d'acier profilé, souvent des rails, placés sur des supports isolants en bois imprégnés de paraffine ou même de créosote.

Les barres successives sont réunies les unes aux autres par des éclisses en acier et par des connecteurs spéciaux destinés à améliorer la conductibilité des joints.

Presque toujours, c'est le pôle positif des dynamos génératrices qui est relié au conducteur isolé.

Les rails de la voie servent de conducteur négatif; pour améliorer leur conductibilité aux joints, ils sont munis comme le conducteur isolé de connecteurs.

Dans la plupart des cas, ces connecteurs sont, aux dimensions près, analogues à ceux en usage sur les lignes de tramways.

Le conducteur isolé est placé soit en dehors de la voie, latéralement, soit dans l'axe de la voie.

Il faut, avant tout, ne pas entamer le gabarit du matériel roulant, s'il s'agit d'équiper une grande ligne de chemin de fer où des véhicules de toute sorte doivent circuler.

Quelle que soit la disposition adoptée, l'isolement du conducteur par de simples cales en bois enduit paraît très suffisant et les fuites de courant sont insignifiantes.

Les annexes ci-après donnent des exemples des applications faites, dans différents chemins de fer, de la traction électrique sur voie ferrée; nous renvoyons à ces annexes pour l'examen des divers dispositifs particuliers à chaque installation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE I.

Note sur le chemin de fer électrique à courants triphasés de Zermatt an Gornergratt (Suisse).

Ce chemin de fer de montagne, le premier où l'on ait utilisé les courants triphasés, a fait l'objet d'une note descriptive insérée au *Bulletin du Congrès* de janvier 1899.

Nous rappellerons ici que cette ligne, ouverte à l'exploitation vers la fin de l'année 1898, constitue un prolongement de celle de la vallée de la Viège ; elle s'étend sur une longueur de 9.200 kilomètres, avec un maximum de déclivité de 20 p. c. Sa construction en certains points a présenté de sérieuses difficultés de toute nature.

La voie, à double crémaillère, est à écartement de 1 mètre. Les rails du type Vignoles reposent sur des traverses métalliques de 1.70 mètre de longueur et distantes de 850 millimètres.

L'usine génératrice de Findelenbach est constituée par trois turbines à axe horizontal alimentées par une chute de 100 mètres de hauteur et actionnant chacune, au moyen d'un accouplement élastique, une dynamo de 250 chevaux, dont une de réserve.

Les dynamos génératrices, construites dans les ateliers Brown, Boveri et Cie, sont à induit fixe et inducteur mobile. L'inducteur a douze pôles et le courant quarante périodes par seconde. Le courant de l'usine, à 5,400 volts, est transmis à trois stations de transformations établies : la première, dans l'usine même, la deuxième, au kilomètre 5 de la voie et la troisième au kilomètre 8.

Les distances séparant les stations de transformation mesurées suivant la canalisation à haute tension sont, entre la première et la deuxième station, de 1 kilomètre, et, entre la deuxième et la troisième, de 2 kilomètres environ.

Chacune de ces stations a une capacité de transformation de 180 kilowatts et comprend deux groupes de trois transformateurs monophasés de 30 kilowatts.

Ces stations distribuent le courant à la ligne sous une tension de 540 volts.

Les deux fils de trolley de 8 millimètres de diamètre sont supportés tous les 25 mètres environ par des fils transversaux : les rails servent de troisième conducteur.

La traction s'effectue au moyen de locomotives munies de deux moteurs de 90 chevaux chacun, absolument indépendants l'un de l'autre. Ces moteurs, fixés au bâti, transmettent l'effort aux essieux moteurs par l'intermédiaire d'un double engrenage dont le rapport de réduction est 1 :12.

Ils sont asynchrones triphasés, ont six pôles et, avec quarante périodes, font 800 tours par minute : ils sont susceptibles de supporter une surcharge importante.

A la vitesse normale de 7 kilomètres, l'effort de traction à la crémaillère est de 6,000 kilogrammes environ.

Au-dessus des moteurs, dans un abri spécial, se trouvent placées les résistances communes aux deux moteurs ; enfin, au-dessus de ce rhéostat, sont montés : un commutateur-inverseur, les appareils de sécurité et les instruments de mesure.

La mise en circuit des moteurs à la montée n'offre pas de particularité : pour la descente, on dispose de plusieurs modes de freinage dont il est parlé plus loin à propos du chemin de fer de la Jungfrau.

Le poids moyen des locomotives est de 11.500 tonnes : l'empattement est de 2.140 mètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le matériel de transport comprend des voitures à voyageurs fermées et ouvertes et des wagons à marchandises.

Les voitures ouvertes offrent cinq compartiments à dix places : les voitures fermées contiennent soixante places.

Le matériel roulant et toutes les stations sont éclairés à l'électricité

ANNEXE II.

Note sur le chemin de fer électrique à courants triphasés de la Jungfrau.

Cette ligne, dont la construction a été entreprise fin 1896, après plusieurs années d'études et de discussions que motivaient l'importance et la difficulté des travaux à exécuter, reliera le réseau de l'Oberland Bernois par la station de la Petite Scheidegg, située à 2,064 mètres d'altitude à un plateau rocheux de 65 mètres en contre-bas du sommet de la Jungfrau (4,066 mètres). Un ascenseur transportera les voyageurs de ce plateau au sommet de la montagne.

La distance des stations extrêmes est de 12.443 kilomètres et le maximum de déclivité est de 25 p. c.

Après un parcours de 2 kilomètres à ciel ouvert, la ligne est en tunnel pendant près de 10 kilomètres.

La voie de 1 mètre d'écartement de rails est constituée par des rails à patin en acier, de 10.50 mètres de longueur, de 100 millimètres de hauteur, pesant 20.6 kilogrammes par mètre courant, et par une crémaillère Strub, fixés sur des traverses en fer.

Elle pèse 125 kilogrammes par mètre courant.

Les courbes de raccordement ont un rayon de 100 mètres dans les parties à ciel ouvert et de 200 mètres dans le tunnel.

A la suite d'un concours international institué en vue de l'étude complète de la ligne, l'emploi de la traction électrique par courants triphasés fut décidé par la Commission spéciale.

Usines centrales d'énergie.

L'énergie nécessaire à la traction des trains sur la ligne, ainsi que celle prévue pour l'ascenseur terminus et diverses autres installations sont empruntées à Busglauenen, à la Lütschine noire et à Lauterbrunnen, à la Lütschine blanche. Au premier point, on peut disposer de 9,000 chevaux, au second, de 2,130 chevaux, environ.

Une première usine hydraulique a été créée à Lauterbrünnen.

Quatre alternateurs, de la Société d'Oerlikon, du type à fer tournant sont accouplés par l'intermédiaire de manchons élastiques système Raffard, avec des turbines Girard à axe horizontal. Ces alternateurs sont à enroulements inducteur et induit fixes. La partie mobile est constituée par une pièce en acier coulé qui porte une série de pôles munis d'épanouissements polaires feuilletés.

Ces alternateurs, qui produisent directement le courant sous la tension de 7,000 volts, sont construits pour absorber 500 chevaux à 380 tours.

La fréquence du courant est de 38 périodes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'excitation des génératrices est obtenue au moyen de deux petites dynamos tétrapolaires à courant continu, pouvant produire 150 ampères sous 120 volts, à 700 tours; elles sont actionnées par des turbines spéciales, munies, ainsi du reste que les turbines des alternateurs, d'un régulateur automatique, dont l'action devra, en principe, contre-balancer l'effet des variations de charge.

Un rhéostat intercalé dans le circuit inducteur de l'excitatrice permet de faire varier l'excitation des alternateurs. On peut également modifier la résistance du circuit inducteur de l'alternateur au moyen d'un autre rhéostat.

Les enroulements induits des génératrices étant connectés en étoile, on pourra leur faire produire du courant alternatif monophasé sous une tension de $\frac{7,000}{\sqrt{3}}$ volts, ce qui permettra, en hiver, de se servir de l'usine uniquement pour l'éclairage prévu des environs.

Canalisation.

La canalisation à haute tension (7,000 volts), qui transporte l'énergie de Lauterbrunnen à la Petite-Scheidegg et aux douze stations de transformation (500 volts) réparties le long de la ligne, comporte trois fils de 7.5 millimètres de diamètre en cuivre dur étiré, portés, sur isolateurs en porcelaine à triple cloche, par des poteaux de 10 mètres de hauteur en sapin, imprégnés de sulfate de cuivre.

La canalisation de prise de courant comporte deux fils de cuivre de 9 millimètres de diamètre, supportés, de 20 mètres en 20 mètres environ, par des fils tendeurs.

Cette canalisation se trouve placée à 4 mètres au-dessus des rails.

A l'intérieur du tunnel, les canalisations diverses sont supportées par des isolateurs en porcelaine scellés à la partie supérieure de la voûte.

Sous-stations de transformation.

Ces sous-stations, au nombre de douze, sont réparties le long de la ligne, à des distances les unes des autres d'autant plus faibles que les rampes avoisinantes sont plus fortes.

L'espacement est de 1 kilomètre environ pour les rampes de 25 p. c. et de 2 kilomètres pour celles de 10 à 15 p. c.

La dernière sous-station dessert l'ascenseur.

Les sous-stations recevront deux transformateurs triphasés de 200 kilowatts (7,000/500 volts), du type Œrlikon, à noyaux verticaux, et d'une construction rendant très facile le remplacement des bobines.

Matériel roulant.

Il se compose de locomotives, de voitures à voyageurs à un seul bogie s'accouplant avec la locomotive du côté opposé au bogie, de voitures ordinaires remorquées à deux essieux, et de wagons à marchandises.

Les locomotives, dont les premières ont été construites pas la Société suisse de Winterthur, et dont l'équipement électrique a été fourni par la Société Brown Bover et Cie, sont à deux essieux. Elles comportent deux moteurs triphasés de 150 chevaux, à 800 tours, actionnant chacun, par l'intermédiaire d'une transmission à engrenage à double réduction, une roue dentée engrenant avec la crémaillère.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les roues dentées motrices sont en bronze d'aluminium; les engrenages de transmission sont en acier fondu.

Les transmissions par engrenages sont doubles et placées symétriquement de part et d'autre des moteurs.

Dans une enveloppe cylindrique, au-dessus des moteurs, sont placées les résistances que l'on peut intercaler dans le circuit induit de chaque moteur. On peut ainsi obtenir au démarrage un couple moteur élevé, sans que le courant atteigne une intensité trop considérable. A côté du rhéostat se trouve un commutateur inverseur qui permet de renverser le sens du champ pour la marche en arrière.

La cabine de la locomotive forme un réduit entièrement clos, la température des régions traversées étant parfois très basse.

Deux trolleys sont prévus pour chacun des deux fils.

Le freinage des locomotives a été l'objet d'études toutes spéciales et les dispositifs réalisés prévoient toutes les éventualités.

Cinq modes de freinage sont disponibles :

Le premier réside dans l'inversion du sens de rotation du champ tournant, permettant ainsi d'arrêter la rotation de l'induit et même de le faire tourner en sens inverse.

Il est bien certain que cette manière d'opérer est pratiquement imparfaite et ne doit pas être employée couramment. Le deuxième mode consiste à ne pas changer le sens de rotation du champ tournant et à mettre l'induit des moteurs en court-circuit. Le train descendant sous l'action de son propre poids, les moteurs deviendront générateurs et enverront du courant dans la ligne; ils tendront à prendre une vitesse sensiblement constante, synchrone de celle des alternateurs de l'usine centrale génératrice et augmentée d'une faible valeur correspondant au glissement.

Un troisième dispositif provoque, en cas de rupture du courant, l'application, sur un tambour monté sur l'axe de chacun des moteurs, d'un frein à ruban actionné par des ressorts puissants dont l'énergie en fonctionnement normal est équilibrée par celle d'un noyau en fer plongeant dans un solénoïde traversé par un courant de ligne : un régulateur à force centrifuge coupe le courant du solénoïde, dès que la vitesse du convoi dépasse une valeur fixée ; de plus, un interrupteur spécial, placé sous la main du conducteur, permet à ce dernier de couper ce même courant.

Enfin, un frein à main à vis et à leviers agissant par l'intermédiaire de sabots en bronze sur un tambour monté sur chacun des axes des roues dentées motrices et un frein à pince agissant directement sur la crémaillère complètent l'ensemble des dispositifs d'arrêt. Les voitures à deux essieux sont munies d'un frein à pince.

Toutes les voitures à voyageurs sont à caisses entièrement fermées.

Elles sont éclairées et chauffées électriquement.

Les wagons à marchandises, créés spécialement en vue du transport des matériaux, sont découverts. Ils pèsent, chargés 10.6 tonnes.

Ascenseur.

L'ascenseur destiné à faire franchir aux touristes la dernière étape du parcours (montée des 65 mètres séparant le plateau terminus de la ligne et le sommet de la Jungfrau) sera actionné par un moteur triphasé relié avec la cabine elle-même.

Ce moteur fera tourner deux pignons dentés engrenant avec deux crémaillères fixés aux parois du puits d'ascension.

En outre, deux autres crémaillères seront parcourues par deux pignons dentés actionnant des régulateurs automatiques de vitesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'installation mécanique sera centralisée sur une plate-forme placée au-dessous de la cabine.

Installations d'éclairage et de chauffage.

Le tunnel sera éclairé par des lampes à incandescence de 16 bougies placées tous les 25 mètres, montées en dérivation et alimentées par des transformateurs monophasés connectés sur une phase du circuit à haute tension.

Pour les stations, 100 lampes de 16 bougies sont prévues pour l'éclairage ; le chauffage sera assuré par 10 radiateurs de 1 kilowatt.

L'énergie nécessaire au chauffage et à l'éclairage d'une station sera fournie par un transformateur monophasé de 20 kilowatts.

ANNEXE III.

Note sur le chemin de fer électrique à courants triphasés de Stansstadt à Engelberg.

Une étude très complète de ce chemin de fer a été publiée en août 1899 dans le *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer*. Nous rappellerons simplement dans principales données d'établissement de cette ligne.

Elle se développe sur une longueur de 22.500 kilomètres et se divise au point de vue de la voie en trois sections : celle de Stansstadt à Obermatt , en voie ordinaire, celle d'Obermatt à Gherst, en voie à crémaillère, et enfin la section de Gherst à Engelberg, en voie ordinaire.

Sur les portions de voie à adhérence simple, la déclivité moyenne est de 5 p. c. ; sur la section à crémaillère, elle atteint 25 p. c.

La voie, à écartement de 1 mètre, est en rails Vignoles de 20 kilogrammes posés sur traverses métalliques de 22 kilogrammes.

Production et transmission de l'énergie.

La station centrale d'Obermatt comprend deux génératrices de 200 chevaux et deux excitatrices de 22 chevaux, accouplées directement à des turbines à axe horizontal : la puissance hydraulique nécessaire a été réalisée en captant un certain nombre de sources qui viennent se déverser dans un réservoir couvert que réunit à la station une conduite cylindrique de 1,600 mètres de longueur environ et d'un diamètre de 230 millimètres.

La hauteur de chute utile est de 390 mètres.

Un troisième groupe électrogène de même puissance que les deux autres est prévu.

Les courants triphasés sont produits à la station centrale sous une tension de 750 volts 65 périodes ; la section immédiatement voisine de l'usine est alimentée directement par l'alternateur : des *feeders* vont de l'usine à Grafenort et à Grünenwald ; ils alimentent les sections qui comportent les rampes les plus fortes.

Pour alimenter la section voisine de Stans, on transforme à 5,000 volts et on conduit les courants à haute tension par une ligne aérienne de trois fils de 3.5 millimètres de diamètre, jusqu'à Dallenwyll, à 11.100 kilomètres de la station centrale, et là, un transformateur abaisse la tension à 750 volts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les courants sont transmis aux moteurs des voitures et des locomotives au moyen de deux lignes de trolley écartées de 90 centimètres l'une de l'autre et situées à 4.500 mètres au-dessus de la voie.

A noter, le système de freinage des trains descendant la rampe de Gherst à Obermatt : les moteurs travaillent en parallèle avec les alternateurs de la station centrale : l'énergie ainsi restituée est envoyée partie dans les autres voitures, partie dans un rhéostat liquide constitué en principe par trois rails immergés dans le canal de décharge : ce rhéostat est établi en vue de permettre l'absorption de 140 à 240 chevaux.

Un dispositif spécial de sécurité interrompt le courant en cas de rupture des fils à haute tension.

Matériel roulant.

Le matériel roulant se compose actuellement de deux locomotives, de cinq voitures automotrices et de quatre wagons à marchandises.

Les locomotives, qui pèsent 16.5 tonnes, servent à la remorque des trains de marchandises et poussent les voitures sur la portion de voie à crémaillère.

Elles sont montées sur deux essieux et portent deux moteurs actionnant par l'intermédiaire d'une double réduction de vitesse une roue dentée engrenant avec la crémaillère de la voie.

Les moteurs, de 75 chevaux, tournent à 650 tours et la vitesse sur la voie à crémaillère est de 5 kilomètres à l'heure.

Sur les parties de voie à adhérence, cette vitesse est portée à 11.5 kilomètres.

L'équipement des locomotives comporte : un interrupteur, un inverseur, un voltmètre et un ampèremètre, des parafoudres et des plombs fusibles.

Dans la rampe de 25 p. c., la locomotive poussant une voiture chargée absorbe 95 à 100 ampères sous 750 volts.

A la descente, les moteurs fournissent 60 à 65 ampères et parfois 75 ampères.

Deux archets captent le courant ; leur emploi permet d'éviter les aiguillages, compliqués dans le cas de la double ligne.

Le freinage est assuré par différents moyens, donnant toute garantie de sécurité.

Les voitures automotrices, d'une longueur de 14 mètres, offrent de 44 à 48 places, et sont portées par deux trucks à deux essieux. Un des trucks a ses deux essieux actionnés, par l'intermédiaire d'engrenages, par deux moteurs de 35 chevaux, à 6 pôles, tournant à 480 tours.

Un des essieux du second truck a reçu un pignon engrenant avec la crémaillère de la voie ; il est disposé pour être freiné de la plate-forme arrière de la voiture.

L'éclairage des voitures est obtenu électriquement.

Normalement, la circulation des voitures s'effectue de la façon suivante :

De Stansstadt à Obermatt, la distance est de 18 kilomètres : cette section est parcourue par les voitures motrices, remorquant au besoin une autre voiture ; à Obermatt, la voiture, engagée de 20 mètres environ sur la partie de voie à crémaillère, est poussée sur un parcours de 1,540 mètres environ, jusqu'à Gherst, où se termine la grande déclivité, par la locomotive à laquelle elle n'est du reste pas reliée, et qu'elle quitte en ce point pour terminer le trajet, en voie ordinaire jusqu'à Engelberg, par ses propres moyens.

A la descente, la voiture automotrice vient s'engager sur la partie à crémaillère et s'y fixe momentanément au moyen du frein du pignon denté qu'elle possède, la locomotive vient s'attacher à l'arrière, et la descente de la section à crémaillère commence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE IV.

Note sur le chemin de fer électrique triphasé à voie normale de Burgdorf à Thun.

Historique du chemin de fer. — Le chemin de fer de Burgdorf à Thun sert de lien entre le nord de la Suisse et l'Oberland bernois. La longueur du tracé est de 40.28 kilomètres, tandis que le trajet Burgdorf-Thun par Berne mesure une longueur de 53 kilomètres.

L'exécution du projet date de juillet 1897. Il comportait dix trains par jour dans les deux sens et deux trains de marchandises.

L'installation électrique fut confiée à la maison Brown-Boveri et Cie de Baden, et une convention pour la fourniture de l'énergie électrique fut signée avec l'*Actien-Gesellschaft Motor*, de Baden. L'usine productrice d'énergie de cette société est située sur les bords du lac, à 10 kilomètres de Thun ; la force lui est fournie par les eaux de la rivière Kander.

Nous allons d'abord étudier l'installation de cette usine centrale.

Usine centrale de Kander-Werck. — L'usine électrique de Kander-Werck est actionnée par les eaux de la rivière Kander, dérivées en amont du pont de Spiezwyler. La chute est de 63 mètres; le débit est normalement de 7 mètres cubes ; il ne descend jamais au-dessous de 4 mètres cubes. Les eaux sont conduites dans un canal ouvert de 678 mètres de long, puis dans une galerie maçonnée de 858 mètres de longueur et de 4 mètres carrés de section ; enfin, elles sont captées dans une conduite en tôle de 1.800 mètre de diamètre et de 988 mètres de longueur.

Les turbines, construites par la maison Escher-Wyss et Cie, de Zurich, sont à axe horizontal avec régulateur de vitesse automatique.

Les alternateurs de la maison Brown-Boveri sont des machines triphasées, à cuivre tournant, de 900 chevaux, 300 tours, 4,000 volts, 40 périodes. Ils sont directement accouplés avec les turbines.

Le bâtiment est prévu pour contenir six groupes de 900 chevaux ; il n'en contient actuellement que quatre. Chaque alternateur est excité par une dynamo disposée en bout d'arbre. Toutes les excitatrices sont excitées à leur tour séparément par deux génératrices spéciales (dont une de réserve), commandées directement par deux petites turbines indépendantes. Ce dispositif, en maintenant constante l'intensité du champ des excitatrices, facilite dans une certaine mesure le réglage de la tension aux bornes des alternateurs, réglage très délicat sur lequel nous reviendrons ultérieurement.

Le courant à 4,000 volts sortant à la partie inférieure arrive au tableau, et chaque phase traverse un coupe-circuit, un commutateur qui permet, comme nous le verrons, de brancher une machine sur deux circuits différents et un interrupteur.

Le tableau proprement dit de chaque génératrice est très simple; il comprend : un ampèremètre par phase, un voltmètre avec son transformateur réducteur (4,000/40), une lampe et un voltmètre de réglage de phase, les manettes du commutateur et de l'interrupteur, le mouvement de la manette du rhéostat de champ. L'interrupteur étant situé à la partie supérieure est commandé, derrière le tableau, à l'aide de sa manette, par l'intermédiaire d'une chaîne de Galle.

Les panneaux de chaque machine sont en marbre blanc et placés les uns à côté des autres. Aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux extrémités du tableau général et perpendiculairement à lui sont disposés deux voltmètres généraux correspondant aux deux services principaux que l'usine doit assurer.

Chaque phase peut être interrompue à volonté par un coupe-circuit amovible, à enveloppe de porcelaine, terminé par deux contacts en cuivre, qu'on peut enlever ou placer très aisément avec une pince en bois. Nous retrouverons d'ailleurs ce dispositif dans toutes les parties de l'installation, sur tous les circuits qu'il peut être nécessaire d'isoler.

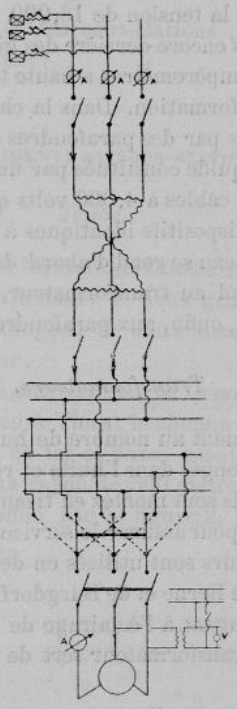


Fig. 1. — Chemin de fer électrique à courants triphasés à voie normale de Burgdorf à Thun. Schéma de la distribution du courant fourni par une machine.

L'usine de Kander-Werck est destinée en première ligne à fournir la force au chemin de fer de Burgdorf à Thun, mais elle doit encore fournir le courant nécessaire à l'éclairage et à la force de la ville de Berne, le courant nécessaire à la ville de Burgdorf tant pour l'éclairage (par transformation en courant continu) que pour la force motrice, enfin l'énergie destinée à l'éclairage des principaux villages situés autour de l'usine dans un rayon de 10 kilomètres environ.

Cet éclairage des villages se fait par le courant à 4,000 volts sortant des génératrices, tandis que le courant nécessaire au B. T. B., à Berne et à Burgdorf, doit être transformé à 16,000 volts pour être transporté jusqu'à son lieu d'emploi.

A cause des variations fréquentes et continuelles de tension dues au fonctionnement du chemin de fer électrique, on a dû partager l'installation en deux parties bien distinctes :

1° Fourniture du courant au B. T. B.;
2° Fourniture du courant à l'ensemble des autres installations.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si nous négligeons la distribution du courant dans les villages, à 4,000 volts, qui part directement du tableau, il nous reste à examiner la transformation à 16,000 volts du courant provenant des trois barres du B. T. B. ou des barres des autres services.

Les câbles partant des barres du B. T. B. traversent des coupe-circuits amovibles, des plombs et des interrupteurs abrités derrière des grillages et situés dans une salle spéciale que nous appellerons, pour simplifier, la chambre de transformation. De là, les câbles se rendent aux transformateurs situés au rez-de-chaussée dans une salle contiguë à la salle des machines ; ils remontent ensuite dans la chambre de transformation à la tension de 16,000 volts, traversent à nouveau des plombs de sûreté et des interrupteurs abrités encore derrière des grillages et se rendent enfin à la chambre de départ, après avoir alimenté les ampèremètres à haute tension dont le panneau est installé sur un des murs de la chambre de transformation. Dans la chambre de départ, les câbles traversent des plombs de sûreté et sont protégés par des parafoudres à corne, type Siemens, montés en dérivation et précédés d'une résistance liquide constituée par un tuyau en grès rempli d'eau de pluie.

Des trois autres barres partent des câbles à 4,000 volts qui sont transformés en 16,000 par des transformateurs avec une série de dispositifs identiques à ceux décrits pour le B. T. B., c'est-à-dire que chaque câble partant du tableau se rend d'abord dans la chambre de transformation, traverse les interrupteurs, etc., descend au transformateur, revient ensuite à 16,000 volts dans la chambre de transformation et se rend, enfin, aux parafoudres et à la chambre de départ.

Transformateurs.

Les transformateurs sont actuellement au nombre de huit. Ce sont des transformateurs monophasés à deux colonnes verticales, plongés dans l'huile et refroidis par un serpentin d'eau froide; leur puissance est de 300 kilowatts. Ils sont montés en triangle de manière que si l'un d'eux vient à brûler, il reste encore deux phases pour assurer le service pendant le remplacement du transformateur défectueux. Six transformateurs sont utilisés en deux groupes de trois pour le B. T. B., d'une part, et pour la force motrice de Berne et de Burgdorf, d'autre part. Un septième transformateur est destiné à apporter son contingent à l'éclairage de Berne, éclairage qui est pris sur une seule phase du réseau. Le huitième transformateur sert de réserve et peut être branché sur telle phase voulue du réseau.

Les fils de départ sont répartis comme suit :

Trois fils pour Berne (force motrice);
Deux — — (éclairage);
Trois fils pour Burgdorf (éclairage et force motrice);
Trois — — le B. T. B.

Le diamètre des fils est de 5 millimètres. Le fil inférieur est à 6 mètres au-dessus du sol, et l'écartement des poteaux est de 45 mètres environ.

Remarque.

Les démarrages et la marche des trains du B. T. B. produisent à l'usine centrale des à-coups continuels qui influent considérablement sur la marche des turbines et sur la tension du réseau. Pour maintenir une tension constante, un homme se tient auprès du volant du régulateur de chaque turbine et règle l'écartement des boules. Au démarrage d'un train on observe un ralentissement très sensible que le régulateur automatique ne peut combattre instantanément et qui exige l'intervention de l'homme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autre part, les 2 voltmètres principaux sont sous la surveillance constante de deux hommes qui agissent sur l'arbre commun de l'ensemble des rhéostats de champ des alternateurs branchés sur le réseau. Ces rhéostats peuvent à cet effet être enclenchés à volonté sur deux arbres communs commandés par deux manettes distinctes.

Nous aborderons maintenant la description du B. T. B. et nous diviserons cette étude en trois parties principales :

1° Étude de la voie, des bâtiments et des sous-stations ;
2° Étude du matériel et de la traction ;
3° Étude de l'exploitation.

VOIE, BATIMENTS ET SOUS-STATIONS.

Tracé.

La première section du tracé comprend les stations situées entre Burgdorf et Grosshöchstetten. Elle renferme deux particularités remarquables: 1° deux grands remblais, l'un avant Biglen, l'autre entre Grosshöchstetten et Konolfingen; 2° deux tunnels en courbe de 300 mètres de rayon et de 150 et 95 mètres de longueur.

Le point le plus haut du tracé est situé entre Biglen et Grosshöchstetten.

La deuxième section va de Konolfingen à Thun; le chemin de fer traverse, entre Brenzikofen et Heimberg, la Rothachen sur un pont en fer et passe ensuite sous un tunnel de 100 mètres environ, qui est en partie incurvé avec un rayon de 300 mètres.

Le profil en long de la ligne est donné par la figure 2. Nous avons relevé dans le tableau ci-après les principales données du tracé :

Écartement	1.435 mètre.
Longueur du tracé	40.280 kilomètres.
— de la voie	50.900 —
Nombre des stations	15
Distance moyenne entre deux stations	2.870 kilomètres.
Rayon de courbe minime	250 mètres.
Pente moyenne de Burgdorf au point culminant	11.44 p. c.
— maximum — —	25 —
— moyenne de Thun au point culminant	10.51 —
— maximum — —	25 —
Rails Vignoles de 12 mètres	= 36 kilog. par mètre.
Sur traverses de fer	18 km. = 45 p. c.
— de bois	22 km. = 55 —

SOUS-STATIONS DE TRANSFORMATION.

La ligne à haute tension, à partir de Thun, se sépare du réseau de Berne et se dirige sur Burgdorf ; les poteaux-supports portent 6 fils de 5 millimètres de diamètre ; les trois supérieurs sont destinés à la ville de Burgdorf, les trois inférieurs constituent la ligne à haute tension proprement dite du B. T. B. Cette ligne, qui longe à une certaine distance le tracé du chemin de fer, dessert quatorze stations de transformation avec du fil de 4 millimètres de diamètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2. — Profil en long.

Fig. 3. — Aiguilles aériennes sur la ligne de contact.

Explication des termes allemands. — Isolirter Abspannndraht = Fil inerte isolé. — Contactleitung = Ligne de contact. — Gleise = Voie. — Der Abspannndraht ist 50 cm. hoher befestigt als die Querauffhängung = Le fil inerte est fixé à 50 centimètres au-dessus de la suspension transversale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces sous-stations ont pour but de transformer le courant à 16,000 volts en courant à 750 volts pour l'alimentation de la ligne de contact. Accessoirement, elles servent à fournir la lumière aux stations voisines et à isoler suivant les besoins des réparations, un ou plusieurs tronçons déterminés de la ligne de contact.

Chacune de ces stations comprend :

1° Un double poteau supportant les interrupteurs de la haute tension (16,000 volts) et le transformateur de lumière branché sur deux fils et transformant le courant de 16,000 à 150 volts Les interrupteurs à haute tension sont manœuvrés du pied de l'un des poteaux, à l'aide d'une manivelle. Malgré la haute tension, ces interrupteurs absolument simples de construction fonctionnent parfaitement ;

2° Une tour de transformation qui renferme dans une sorte de guérite en tôle le transformateur triphasé (16,000 : 750), protégé par des coupe-circuits disposés dans le primaire et dans le secondaire.

A la partie supérieure de cette guérite, les parafoudres sont montés sur chaque phase.

Ces parafoudres du type Siemens, comme ceux de la station centrale, sont construits pour des étincelles de 18 millimètres de longueur ; ils comprennent une résistance liquide destinée à limiter dans une certaine mesure, puisque le troisième fil est à la terre, l'intensité du courant de décharge. Le troisième fil est relié au rail à l'aide d'un fil de 8 millimètres qui assure une terre très satisfaisante pour la ligne et la guérite du transformateur. En hiver, vu la rareté des orages, on se borne à enlever l'eau pour éviter les effets du gel. Le transformateur a été calculé en supposant qu'il se trouve un train entre deux sous-stations consécutives ; on a été ainsi amené à lui donner une puissance moyenne de 150 kilowatts pouvant être portée pendant un temps assez court à 450 kilowatt ; puissance qui correspond à la charge d'un train à double traction Tous les transformateurs ont la même puissance de manière à simplifier le matériel de réserve. Ces transformateurs, montés en étoile, sont plongés dans l'huile et renfermées dans une caisse en fonte munie d'ailettes pour favoriser le refroidissement ;

3° Les appareils secondaires contenus dans un tableau fermé soutenu par deux poteaux ; ces appareils sont destinés à mesurer la puissance distribuée à la ligne de contact et à isoler un tronçon de la ligne de contact situé entre deux sous-stations.

Ligne de contact.

La ligne de contact se compose de deux fils de cuivre de 8 millimètres de diamètre suspendus à des fils transversaux supportés par des poteaux en bois, à la manière d'un trolley. Tous les isolateurs de la ligne de contact ont été essayés à 6,000 volts ; les fils transversaux sont des fils d'acier de 6 millimètres.

La ligne de contact est partagée à la hauteur des sous-stations de transformation en quinze tronçons contigus isolés les uns des autres par des isolateurs allongés spéciaux ; cette disposition permet d'isoler à l'aide des interrupteurs secondaires une certaine portion de la ligne, pour les réparations.

La ligne de contact est à 4.85 mètres au-dessus de la voie

Aiguilles aériennes.

L'emploi des aiguilles aériennes présentait une difficulté assez grande par le fait de la présence de deux fils de ligne. Voici la solution adoptée :

Les voitures automobiles, comme les locomotives électriques, portent quatre archets disposés en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux couples aux extrémités de la voiture. La prise de courant sur une même phase a lieu par les deux archets de droite et par les deux archets de gauche simultanément. Supposons alors une aiguille analogue à celle qui est représentée par la figure 3, et soient A et B les supports de la ligne de contact comprenant entre eux cette aiguille. Imaginons maintenant une voiture automobile ou une locomotive électrique arrivant par la voie de gauche par exemple, en arrivant dans l'intervalle des supports A et B, l'archet antérieur gauche reste en contact avec la phase qui l'alimente ; celui de droite abandonne, l'autre fil est dirigé dans son mouvement en avant par un fil inerte isolé. Pendant ce temps, si la distance des supports A et B est inférieure à la longueur de la voiture, les deux archets postérieurs reçoivent du courant, en sorte que la voiture est alimentée par trois archets sur quatre. Quand les deux archets antérieurs ont dépassé le support B, ces deux archets reçoivent du courant, tandis qu'un seul des archets postérieurs leur apporte son concours. On voit ainsi qu'il n'y a jamais de rupture complète du courant.

Le fil inerte a un double but, il sert à diriger l'archet sans courant et à tendre le fil interrompu. Des tronçons de fil de cuivre assurent les connexions entre les quatre fils des deux phases, de telle façon qu'il en subsiste seulement deux après le passage de l'aiguille.

Ce même principe est appliqué pour les aiguilles doubles et les aiguilles anglaises.

Retour par les rails.

Le troisième conducteur est formé par les rails qui, à chaque station de transformation, sont connectés avec la troisième borne de l'enroulement secondaire des transformateurs, ainsi que nous l'avons expliqué. La liaison de deux rails consécutifs ne comporte pas de fil de cuivre, comme cela a lieu pour les tramways ; cette liaison est assurée exclusivement par deux éclisses en fer serrées contre l'âme avec des boulons. Des liaisons transversales en fil de cuivre de 8 millimètres de diamètre, terminées par des œillets en bronze boulonnés sur les rails, assurent le passage du courant d'une file de rails à l'autre file. Ces liaisons sont distantes entre elles de 96 mètres environ.

Éclairage électrique des stations.

Chaque station comporte dix-huit lampes à incandescence, et Burgdorf, en particulier, renferme six lampes à arc ; cet éclairage est obtenu à l'aide des transformateurs de lumière qui transforment le courant à 16,000 volts d'une phase de la ligne à haute tension, en courant à 150 volts. Les transformateurs de Burgdorf et de Konolfingen ont une puissance de 10 kilowatts, tous les autres ont une puissance de 1.5 kilowatt.

Atelier de réparations.

L'atelier de réparations situé à Konolfingen renferme un petit moteur triphasé qui actionne plusieurs machines-outils (perceuses, tour, etc.). Le milieu de l'atelier sert de remise et comporte trois voies dont une possède une fosse pour l'inspection, le nettoyage et les réparations de l'équipement électrique.

Matériel et traction.

Les trains de voyageurs sont actionnés par des voitures automobiles ; les trains de marchandises comportent des locomoteurs électriques.

Voitures automobiles. — Les voitures automobiles ont un aspect extérieur analogue aux voi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tures ordinaires des chemins de fer suisses. Elles renferment 66 places et peuvent remorquer à la vitesse unique de 36 kilomètres à l'heure un wagon de 20 tonnes.

L'ensemble du train peut transporter 140 voyageurs. Dans le cas de fêtes par exemple, deux trains semblables peuvent être couplés de manière à assurer le transport de 280 voyageurs.

Deux plates-formes, à l'avant et à l'arrière des voitures automobiles, servent de postes de direction. Sur le toit se trouvent quatre archets et sous le châssis on a disposé l'équipement électrique. Cet équipement comprend principalement deux résistances de démarrage et quatre moteurs triphasés de 60 chevaux à 600 tours suspendus par des ressorts et reliés aux quatre essieux qu'ils actionnent par engrenages. Chaque moteur est renfermé dans une caisse en fonte fermée par des couvercles qui permettent la vérification du graissage. Ce graissage peut être observé de l'intérieur de la voiture ; il est assuré par des bagues contrairement à ce qui a lieu en général pour les moteurs disposés entre les roues des locomoteurs.

Le courant recueilli par les archets se rend au *controller* traverse l'ampèremètre et arrive aux moteurs qui sont protégés par des plombs de sûreté disposés sur chaque phase.

Le *rotor* est en relation avec une résistance de démarrage particulière à chaque moteur.

Le fonctionnement du *controller* pour la mise en marche est très simple. (*Voir* fig. 4.)

Par un quart de tour dans le sens voulu, le conducteur ferme le circuit et met en parallèle les quatre moteurs. En continuant à tourner la manette dans le même sens, il retire ensuite successivement du circuit les résistances de démarrage et le moteur atteint graduellement sa vitesse de régime, l'arrêt a lieu par la suite des opérations inverses.

Le changement de marche s'obtient à l'aide d'un commutateur qui change le sens de rotation du champ tournant.

Enfin le *controller* porte encore un interrupteur rapide qui permet de supprimer instantanément, en cas de nécessité, l'arrivée du courant.

L'abri renferme les instruments nécessaires à la mesure du courant.

Freinage. — Le freinage est obtenu par un frein Westinghouse auquel est adjoint un frein à main commandant seize sabots. L'air du Westinghouse est comprimé dans un réservoir en tôle placé sous la voiture à l'aide d'un petit moteur triphasé de quatre chevaux attaquant par engrenages une pompe de compression. Le courant est fourni à 100 volts par un transformateur statique 1,750/100 volts, 18 kilowatts, situé sous la voiture, tandis que le moteur et la pompe sont placés dans un réduit spécial disposé au milieu du locomoteur. Un interrupteur placé sous la main du machiniste permet d'envoyer à volonté le courant dans le moteur. Un interrupteur automatique situé dans la chambre du moteur peut couper le circuit quand la pression du réservoir d'air atteint une valeur trop considérable.

En marche, le freinage est produit sur les pentes par les moteurs eux-mêmes sans qu'aucune manipulation soit nécessaire. En effet, quand le nombre de tours des moteurs devient trop considérable, par suite d'une vitesse trop grande de la voiture, ceux-ci se transforment en génératrices et débitent sur le réseau en absorbant une quantité d'énergie mécanique.

Éclairage et chauffage.

L'éclairage et le chauffage des voitures est assuré également par le transformateur statique qui alimente la pompe.

L'éclairage comprend dix lampes à incandescence et six lanternes-signal. Des interrupteurs individuels permettent d'éclairer ou d'éteindre les lampes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

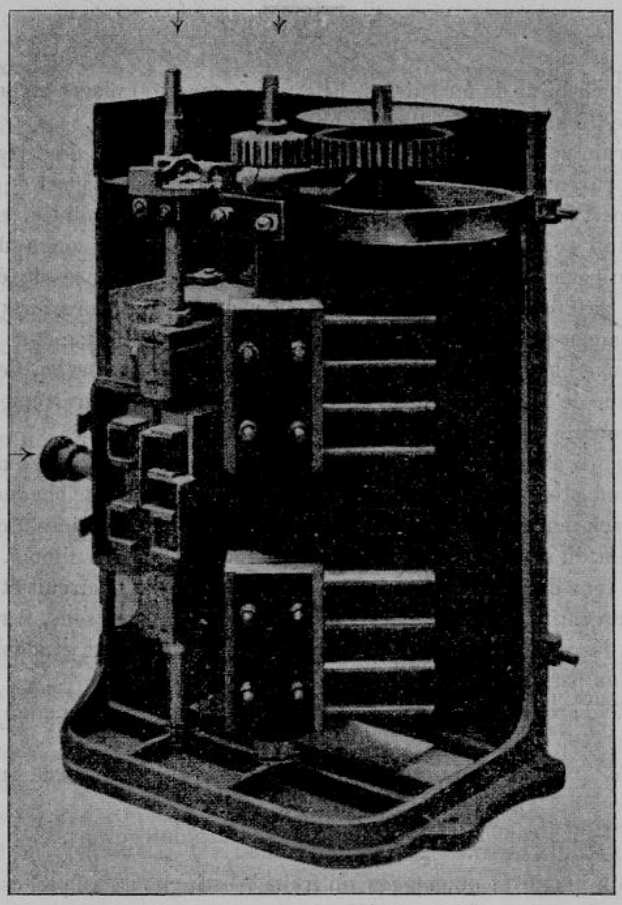


Fig. 4. — « Controller ».

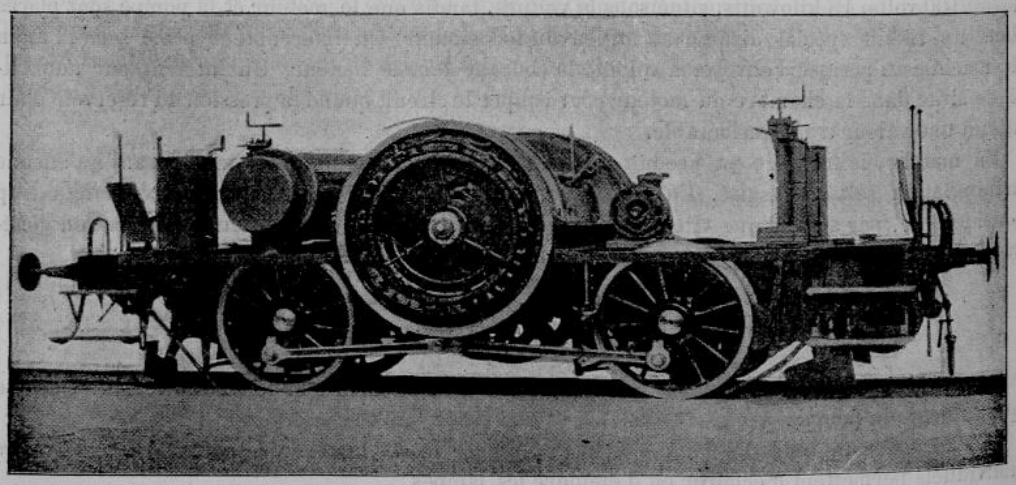


Fig. 5. — Locomotive triphase (caisse enlevée).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chauffage est obtenu à l'aide de quatorze « corps de chaleur » placés sous les banquettes et constitués par des résistances. Des interrupteurs sont placés à la portée des voyageurs. La température ainsi obtenue est très agréable et l'expérience a montré que la durée et la bonne conservation des résistances étaient très acceptables.

La chute de tension du réseau au démarrage fait considérablement baisser l'éclat des lampes, tandis qu'à la mise en vitesse les filaments sont trop poussés à l'incandescence. Il en résulte un charbonnage du verre et une usure prématurée des lampes.

Les données principales des voitures automobiles sont consignées dans le tableau ci-après :

Nombre de places	66
Dont 2e classe	16
Et 3e classe	50
Nombre d'essieux	4
Distance entre deux essieux	2.20 mètres.
Distance d'axe en axe des bogies.	9.50 —
Longueur entre les tampons extrêmes	16.30 —
Nombre de moteurs.	4
Puissance par moteur	80 chevaux.
— totale	240 —
Tension d'un moteur	750 volts.
Nombre de tours	600
Raison de l'engrenage	1 : 3
Vitesse de marche	36 kilomètres à l'heure.
Tare totale	32 tonnes.
— par place	485 kilogrammes.
Poids de la voiture seule	22 tonnes.
— de l'équipement électrique	10 —
— d'un moteur	1.500 kilogrammes.

Locomoteurs électriques.

Les locomotives électriques (fig. 5) comportent deux essieux pouvant supporter chacun une charge maximum de 15 tonnes. Le châssis, les boîtes à graisse, la suspension et le mécanisme du frein sont tout à fait semblables à ceux d'une locomotive à vapeur. Ces locomoteurs sont actionnés par deux moteurs triphasés tournant à 300 tours, de 150 chevaux chacun, placés aux extrémités d'un arbre commun tournant dans un palier fortement boulonné au cadre. Les paliers des moteurs, particulièrement larges et solides, sont graissés au moyen de bagues. Sur l'arbre sont montés fous deux pignons massifs qui peuvent être accouplés avec ledit arbre par un accouplement à griffe. Ces pignons peuvent attaquer deux roues dentées montées sur un arbre parallèle au premier. Une des paires des roues d'engrenages donne le rapport 1 : 1.88, ce qui correspond à une vitesse de 36 kilomètres à l'heure; l'autre donne le rapport 1 : 3.72 et correspond à la vitesse de 18 kilomètres à l'heure. La puissance est transmise aux essieux moteurs par un accouplement à bielle et à manivelle. Le diamètre des roues motrices est de 1,230 millimètres.

Le *stator* des moteurs, ainsi que les paliers de l'arbre commun, est boulonné sur le châssis. Après avoir enlevé le couvercle qui dissimule le moteur, on peut retirer aisément la partie tournante; le *stator* est aussi facilement démontable. Les bagues de graissage sont accessibles de l'intérieur de l'abri.

Pour le démarrage, les deux moteurs sont accouplés avec une résistance commune à l'aide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un *controller* tout à fait semblable à celui des automobiles. Les locomoteurs utilisent un frein Westinghouse dont la pompe à air est actionnée par un petit moteur triphasé. La vitesse du train est contrôlée par un tachéomètre. Au frein Westinghouse est adjoint un frein à sabots à main.

Les instruments nécessaires au réglage de la marche, les manettes et robinets de frein, etc., sont doubles, de sorte que le conducteur peut toujours surveiller la marche sans avoir à changer la place des instruments.

Le locomoteur est complètement fermé et couvert. Sur la couverture se trouvent, comme pour les automobiles, quatre arches pour la prise du courant. Les dimensions principales des locomoteurs sont :

Nombre de tours	2
Distance entre les essieux	3.14 mètres.
— — tampons	7.80 —
Nombre de moteurs	2
Puissance d'un moteur	150 chevaux.
— totale	300 —
Voltage des moteurs	750 volts.
Nombre de tours	300
Raison de l'engrenage	1 : 3
Diamètre des roues motrices	1,230 millimètres.
Poids total	29.6 tonnes
— de l'équipement électrique	10 —
— d'un moteur	4 —
— adhérent	29.6 —
Vitesse	18 et 26 kilogrammes.

Prises de courant.

Les prises de courant sont faites, comme l'avons dit, à l'aide d'archets disposés sur la voiture. Cette disposition a été employée de préférence au trolley ordinaire parce qu'elle n'exige aucune manipulation pour les changements de sens de la marche ; on sait, en effet, que le trolley doit être déplacé à la main chaque fois que le locomoteur change la direction de sa marche.

Matériel roulant.

Le matériel roulant comprend à l'heure actuelle :

2 locomoteurs électriques	tare 29.6 tonnes.
6 automobiles à quatre essieux, série BC, 66 places	— 32 —
1 voiture de voyageurs B à 24 places	— 9.8 —
2 voitures de voyageurs BC à 55 places	— 14 —
2 — — C à 70 —	— 13.2 —
2 — — C à 40 —	— 9.65 —
3 voitures mixtes pour voyageurs, bagages et postes, séries CFZ, 20 places	— 13,2 —
Un certain nombre de wagons de marchandises.	
Une locomotive à vapeur de secours pour les trains de marchandises.	

Les voitures à voyageurs sont, comme les automobiles, équipées pour la lumière et le chauffage électrique. Le courant leur est fourni à 100 volts par le transformateur triphasé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

installé sur les locomoteurs ou sur les automobiles; les liaisons entre les voitures et les locomoteurs sont assurées par des fils doubles en cuivre, terminés par des contacts. Il est à observer que toutes les installations électriques mises à la disposition du public ne dépassent pas la tension de 100 volts, tandis que sur les tramways, par exemple, l'éclairage est pris à l'aide de lampes en série sur le fil de ligne à 300 volts.

Exploitation. — Nous noterons spécialement la régularité presque automatique de la vitesse de la marche qui assure un mouvement à peu près constant sur la ligne électrique. En fait, on observe une exactitude rigoureuse dans la durée des trajets fixée par l'horaire.

Nous appellerons également l'attention sur la facilité du démarrage. Les résistances de démarrage, ainsi que nous l'avons dit, peuvent supporter sans inconvénient de très nombreux voyages, et sauf l'altération, relative du reste, du collecteur, on peut considérer leur usure comme peu importante. Le *controller* ne renferme aucune partie délicate; d'ailleurs, l'interruption et l'arrivée du courant n'ayant lieu normalement qu'après l'introduction de la résistance de démarrage dans le circuit du *rotor*, les courts-circuits fortuits sont évités.

En somme, on peut dire, au point de vue du *controller*, que l'emploi des courants triphasés simplifie dans une mesure très notable les difficultés relatives à la mise en marche des convois, tant par la régularité progressive de l'arrivée du courant que par la rusticité du *controller* et de la résistance de démarrage qu'ils permettent d'employer.

Les indications de l'ampèremètre et du voltmètre au démarrage permettent de constater que la tension tombe brusquement à une valeur minimum, remonte ensuite rapidement au-dessus de sa valeur normale, à laquelle elle revient enfin assez nettement en oscillant autour d'elle.

L'intensité croît d'abord proportionnellement au temps jusqu'à une valeur minimum inférieure au double de sa valeur normale pour revenir ensuite progressivement à celle-ci. La durée de la mise en vitesse normale dure cinquante à soixante-dix secondes.

ANNEXE V.

Note sur le « Métropolitain électrique de Budapest ».

La ligne souterraine qui fait l'objet de cette note réunit le centre de la ville au petit bois de la ville (Varosliget). Elle a été mise en service en mai 1896.

Cette ligne, qui constitue l'amorce d'un métropolitain, est alimentée, ainsi que toutes les lignes de tramways de la capitale hongroise, par une usine centrale qui fournit l'énergie sous forme de courant continu à la tension constante de 300 volts.

Cette tension de 300 volts, que l'on trouverait aujourd'hui certainement trop peu élevée, a été imposée, croyons-nous, à l'origine par le gouvernement.

Description de la ligne.

Le tracé de la ligne souterraine part du Danube pour gagner, par une suite de courbes et de contre-courbes à rayons extrêmement réduits (40 mètres), l'extrémité sud d'Andrassy-Strasse, que la ligne suit en alignement droit dans l'axe même de la chaussée. La longueur totale de cette ligne est de 3.250 kilomètres à double voie normale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La rampe la plus forte est de 20 millimètres, mais une courbe de 40 mètres de rayon se trouve en rampe de 18 millimètres.

Dans le tracé suivi de nombreux égouts sillonnant le sous-sol de la chaussée, on a été amené à exécuter la ligne avec le moins de hauteur possible, de façon à passer au-dessus de l'extrados de la voûte de ces égouts; la hauteur laissée libre de cette façon, entre le dessus du rail et le dessous de la charpente en fer qui soutient la chaussée, est de 2.750 mètres.

La largeur adoptée d'axe en axe des voies est de 3.200 mètres : la largeur totale du tunnel est de 6 mètres. Des piliers espacés de 4 mètres consolident, suivant l'axe du tunnel, la charpente qui soutient la chaussée. Cette charpente est constituée par des fers à I entre lesquels sont construites de petites voûtes.

La voie est constituée par des rails Vignoles en acier de 24 kilogrammes au mètre courant, posés sur traverses métalliques et fixés par des crapauds; les joints sont croisés.

Cette voie ne sert pas de retour au courant.

Les stations, au nombre de dix, ont leurs quais à 40 centimètres au-dessus du rail; on accède de la chaussée à ces quais et réciproquement par un escalier spécial débouchant dans un kiosque installé sur le trottoir de la chaussée.

Une voie spéciale, embranchée sur la partie à ciel ouvert de la ligne, la relie au dépôt des tramways, dépôt dans lequel se fait également l'entretien du matériel roulant de la ligne souterraine électrique.

Conducteur électrique.

La tension adoptée est, on l'a vu plus haut, de 300 volts. Le retour se fait au moyen d'un conducteur indépendant de la voie, comme l'aller.

Ces deux conducteurs, constitués par des rails en acier (type Mines) de 5 kilogrammes le mètre courant, sont supendus au-dessus de la voie à une distance d'environ 1 mètre l'un de l'autre et fixés aux poutres formant la couverture du tunnel par l'intermédiaire d'isolateurs en porcelaine. Ces isolateurs sont distants de 2 mètres les uns des autres.

Des feeders en cuivre sont reliés à ces conducteurs à toutes les gares, en sorte que, comme un seul train peut, ainsi qu'on le verra plus loin, se trouver entre chaque gare, le conducteur n'a jamais à supporter une intensité de courant supérieure à celle demandée par un train, soit 250 ampères.

La section de ce conducteur étant :

$$5 \times \frac{1,000}{8} = 625 \text{ millimètres carrés,}$$

la densité, par millimètre carré, est donc de

$$\frac{250}{625} = 0.4 \text{ ampère.}$$

Les feeders sont calculés à raison de 2 ampères par millimètre carré pour le courant maximum et vont tous rejoindre deux câbles principaux partant de l'usine centrale; ces câbles ont une section de 1,000 millimètres carrés, ce qui permet de fournir un courant de 2,000 ampères à la ligne souterraine, soit une puissance totale de

$$2,000 \times 300 = 600 \text{ kilowatts,}$$

ou 815 chevaux-vapeur environ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les aiguillages souterrains des conducteurs sont établis de façon à éviter toute interruption de courant et la largeur des frotteurs (au nombre de deux par train) est calculée pour supprimer toute chance de court circuit.

Enfin, les conducteurs, en outre des éclisses ordinaires, sont réunis par un fil de cuivre rivé de 10 millimètres de diamètre.

Dans la partie de la ligne à ciel ouvert, les rails conducteurs sont remplacés par des fils de 10 millimètres supportés comme les conducteurs ordinaires de tramways, mais placés à une bien moins grande hauteur. Pour passer du rail conducteur au fil aérien, ce dernier étant plus élevé, on a disposé à l'entrée du tunnel une sorte de plan incliné formé par le rail conducteur et qui abaisse l'archet de prise de courant du train.

Usine génératrice.

L'usine centrale de production d'énergie qui dessert, ainsi qu'il est dit plus haut, les différentes lignes de Budapest, est placée dans la ville et à peu près à 1 kilomètre du point le plus rapproché de la ligne souterraine.

Elle comprend :

1° Trois unités de 600 chevaux (machines à vapeur horizontales compound en tandem actionnant directement une dynamo Siemens à collecteur extérieur de 300 kilowatts [1,000 ampères sous 300 volts] et tournant à 115 tours par minute);

2° Quatre unités de 300 chevaux (machines à vapeur horizontales actionnant directement une dynamo Siemens à collecteur extérieur de 150 kilowatts [500 ampères sous 300 volts] tournant à 115 tours par minute);

3° Deux unités de 80 chevaux qui actionnent par courroie deux dynamos anciennes et ne servent que de rechange ou de secours.

Soit, au total, une puissance de 3,160 chevaux et une puissance normalement disponible de 1,600 kilowatts correspondant à un débit de 5,300 ampères sous 300 volts.

Le contrôle et la manœuvre du courant sont réunis sur trois tableaux, dont un est spécialement consacré à la ligne souterraine.

Matériel roulant.

Il est uniquement composé de voitures automobiles à deux bogies d'une construction toute spéciale, en raison du gabarit réduit de la ligne.

Deux types sont en service : le premier, dans lequel les moteurs agissent sur les essieux par des chaînes, ne sera, très probablement, pas étendu; le second, dans lequel, au contraire, les moteurs calés sur les essieux les actionnent directement.

Le premier type est à roues de 600 millimètres, le second à roues de 800 millimètres.

Chaque bogie à deux essieux comprend un seul moteur pouvant développer 30 chevaux à la vitesse de 25 kilomètres à l'heure.

La caisse comporte en son milieu un seul compartiment pour les voyageurs; on y accède par une seule large porte. Il contient vingt-huit places assises et quatorze debout, soit quarante-deux places : deux des places assises s'obtiennent par un banc mobile immobilisant une des deux portes, suivant le sens de marche, la porte du côté du quai restant seule disponible, ce qui est très gênant pour l'entrée et la sortie combinées de voyageurs aux stations.

A l'avant et à l'arrière se trouve une cabine de manœuvre, le conducteur se tenant toujours dans la cabine d'avant dans le sens de la marche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Placées au-dessus des bogies, ces cabines ont leur plancher surélevé, particulièrement dans le type à roues de 800 millimètres.

Ces voitures ont une hauteur totale de 2.550 mètres ; il reste environ 150 millimètres de jeu entre les poutres du tunnel et la caisse : c'est dans cet espace qu'il a fallu loger les conducteurs et les appareils de prise de courant.

Le poids total, à vide, est de 13 tonnes ; en charge, il est de 16 tonnes, également réparti à raison de 4 tonnes par essieu dans le premier type de voiture et réparti comme suit dans les voitures à moteurs directs :

Essieu moteur.	Essieu porteur.	Essieu porteur.	Essieu moteur.
5 tonnes	3 tonnes.	3 tonnes.	5 tonnes.

à cause du poids des moteurs électriques qui est, pour chacun d'eux, de 2 tonnes.

Le poids mort par voyageur est de :

$$\frac{13.000}{42} = 310 \text{ kilogrammes environ.}$$

qui correspond sensiblement à la moyenne des poids morts par voyageur de 1re classe et de 2e classe de nos trains de banlieue parisienne.

Il y a lieu de remarquer que ces voitures paraissent plutôt lourdes et qu'il serait, croyons-nous, possible de faire plus léger.

Équipement électrique du matériel roulant.

Chaque voiture reçoit le courant au moyen de deux appareils dits « Archets », qui remplacent le trolley habituel des tramways.

L'archet se compose d'une légère traverse en bois placée horizontalement au-dessus de la voiture et perpendiculaire à l'axe de la voie. Cette traverse porte deux lames de métal fixées au-dessus d'elle-même et qui forment contact avec les deux rails ou fils conducteurs ; elle est soutenue, à chaque extrémité, par une barre verticale elle-même rappelée en l'air par un système de ressorts agissant sur un parallélogramme déformable.

Les ressorts sont disposés de façon à permettre un jeu de 600 millimètres, ce qui fait que la traverse porte-contact peut se déplacer dans le sens vertical de 600 millimètres.

Le courant capté par le porte-contact traverse deux interrupteurs de sûreté plombés et pouvant être manœuvrés de la cabine des voyageurs, arrive à l'appareil de manœuvre qui comprend à la fois un interrupteur et un inverseur, de là se rend aux moteurs qui sont montés en série deux à deux.

Le réglage se fait automatiquement de la façon suivante :

Aux bornes des induits des moteurs est prise une dérivation qui vient exciter un électro-aimant à plongeur dont la tige manœuvre un rhéostat.

Plus la vitesse est grande, plus la force contre-électromotrice des moteurs est grande pour un débit donné, et plus la différence de potentiel entre les bornes de la dérivation augmente, plus le débit devient grand dans cette dérivation. Plus la vitesse augmente, plus les résistances sont automatiquement enlevées.

La limitation de la vitesse en charge est obtenue par le fait même que les moteurs sont calculés pour tourner sous l'intensité normale à une vitesse correspondant à 25 kilomètres à l'heure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le freinage des voitures est obtenu électriquement en renversant le sens du courant dans les inducteurs, transformant alors les moteurs en générateurs, et en envoyant le courant produit dans les résistances de réglage; pour faire varier ces résistances, on emploie le même moyen que pour le réglage de la marche, mais en agissant sur l'électro-aimant à plongeur au moyen d'une dérivation que l'on peut régler à la main.

L'éclairage des voitures se fait au moyen de deux séries de trois lampes en tension montées sur deux dérivations du courant principal. Les signaux sont également éclairés électriquement et comprennent un feu rouge à l'arrière et un feu blanc à l'avant.

Installations accessoires.

Un cantonnement électrique automatique des lignes fonctionne comme suit :

En tête du quai de chaque gare est placé un signal composé de deux lampes à incandescence, l'une rouge et l'autre blanche, qui ne peuvent être allumées ensemble; chaque train, en franchissant le signal, agit sur un commutateur spécial qui allume la lampe rouge et éteint la blanche, et ce n'est qu'après avoir franchi le signal suivant que cette même voiture rallume la lampe blanche en éteignant la rouge; il est facile de se rendre compte que, de la sorte, il y a toujours un canton libre entre deux voitures.

Toute la manœuvre s'effectue sans l'intervention des agents.

Pour compléter ce système de signaux, 40 mètres avant d'arriver en gare, chaque voiture passe sur une pédale qui commande une sonnerie d'avertissement destinée à prévenir le personnel de la station.

L'éclairage des gares est obtenu au moyen de lampes à incandescence.

ANNEXE VI.

Note sur le « City South London Railway ».

Le chemin de fer électrique souterrain de Londres, qui a été ouvert à l'exploitation le 18 décembre 1890, a été décrit dans ses grandes lignes dans le *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer* (5e session, Londres 1895). Son succès auprès du public londonien a amené ses administrateurs à parfaire leur œuvre en prolongeant la ligne vers le sud, de Stokwell à Clapham Junction, station du « London Chatam Railway », et, vers le nord, de la station terminus actuelle, le Monument, près de London-Bridge, jusqu'à la Bank.

A cet accroissement de parcours correspondant une augmentation de puissance de l'usine génératrice de Stockwell et les dynamos primitivement installées ne donnant pas un rendement satisfaisant, une transformation complète de l'usine a été décidée.

La nouvelle station électrique se suffira à elle-même et les machines anciennes ne seront conservées que comme rechanges.

Les renseignements recueillis à ce sujet sont peu nombreux et se résument comme suit :

Chaudières.

Les nouvelles chaudières du type Davy-Paxman sont au nombre de neuf. Elles sont munies de l'appareil automatique Vicars pour le groupement rationnel du combustible dans le foyer et d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

système de chargement automatique par chaîne sans fin de godets élevant le combustible à l'étage supérieure de l'usine, d'où il est entraîné, par une chaîne sans fin de béches, devant des trappes correspondant à chaque foyer.

L'enregistrement automatique des charges de combustible se fait pour chaque trappe sur un cadran spécial.

Moteurs et dynamos.

Les nouvelles dynamos sont au nombre de six, quatre petites, d'environ 1.20 mètre de diamètre d'armature (hexapolaire), et deux grandes de 3.50 mètres d'armature à axe horizontal : ces dernières peuvent débiter 4,000 ampères sous 500 volts.

Les moteurs des grandes dynamos ont été fournis par la maison Marchent et Morley.

Ceux actionnant les petites dynamos viennent de la maison Willans.

Toute la partie électrique de la nouvelle installation a été confiée à l'*Electrical Construction Company*.

Les prolongements de ligne actuellement en cours de construction doivent, suivant toute probabilité, être mis en exploitation dans le courant de l'année 1900.

ANNEXE VII.

Note sur le « Waterloo & City Railway ».

Historique.

La gare de Waterloo, une des plus importantes de Londres, est située sur la rive droite de la Tamise et isolée, par conséquent de la Cité et du West-End, centre des affaires et du commerce. Depuis longtemps déjà le besoin apparaissait urgent de mettre en relation, par une voie de transport rapide, la gare terminus du « South Western Railway » avec le quartier de la « Bank » tout au moins. Le prolongement de la ligne avait été accordé, mais devant les frais nécessités par ce travail (125 millions de francs), le projet fut abandonné.

En 1891, le succès du « City & South London Railway » que l'on avait pu construire, grâce à l'emploi du bouclier « Greathead », sans intéresser la surface du sol, décida à entreprendre l'établissement d'une ligne analogue entre Waterloo et la « Bank ».

Le niveau de la gare terminus du « South Western » se trouvant à 8 mètres au-dessus de la rue, la création d'une station souterraine avec changement de voiture fut décidée.

Les pouvoirs furent donnés, pour la construction de la ligne, par le Parlement, en 1899, à MM. Galbraith & Church et à M. Greathead.

L'installation électrique complète de la ligne a été confiée à la maison Siemens de Londres.

Tracé de la ligne.

La ligne, constituée par deux tubes distincts, commence au côté sud de la ligne du South Western, passe sous Waterloo (station) en traversant à angle droit les lignes existantes avec une différence de niveau de 41 pieds (12.50 mètres). Après un parcours assez sinueux, elle passe sous la Tamise, le sommet du tunnel se trouvant à 7.50 mètres du lit du fleuve et à 15 mètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au-dessous des plus hautes eaux. La ligne suit, après cette traversée, Queen Victoria Street jusqu'à Cheapside à une profondeur de 59 pieds (18 mètres).

Il n'y a pas de station intermédiaire.

Sa longueur totale est de 2,535 mètres.

Installation électrique.

La ligne, qui fonctionne normalement depuis juillet 1898, est actionnée par l'énergie électrique fournie par l'usine génératrice de Waterloo. Le courant est amené des dynamos de cette usine à la tension de 500 volts par des câbles isolés à un tableau de distribution d'où un câble spécial le conduit à chacun des deux tunnels : ce câble est supporté par des crochets le long de la paroi du tunnel et constitue le feeder de la ligne. Le courant est amené de ce câble à la ligne en plusieurs points par des fils qui passent sous les rails et vont à un conducteur isolé électriquement et placé suivant l'axe de la voie. Le sommet de ce rail conducteur est de niveau avec les rails de roulement et est porté par les traverses.

Le train est formé de quatre voitures sur bogies : les deux voitures extrêmes sont motrices ; à certaines heures de grand trafic, cependant, le nombre des voitures non motrices peut atteindre cinq, formant ainsi avec les deux voitures motrices extrêmes un train pouvant transporter 400 voyageurs.

Chaque train possède quatre frotteurs prenant le courant sur le conducteur et le transmettant aux moteurs des voitures motrices.

Ces dernières ont un contrôleur réglant la distribution du courant aux moteurs. L'agent chargé de la conduite du train manœuvre le contrôleur de tête.

Les deux contrôleurs sont disposés de façon à ce que l'on ne puisse en manœuvrer qu'un à la fois.

Les feeders et rails conducteurs sont indépendants, de sorte qu'une avarie survenant sur l'une des voies n'empêche pas l'autre de fonctionner.

Le courant est ramené à l'usine par les rails de roulement qui sont joints électriquement et connectés transversalement en parallèle.

Usine génératrice.

L'usine génératrice, placée, ainsi qu'il est dit plus haut, à Waterloo (station), comprend : une chambre de chaudières, une chambre de machines, un atelier de réparations et des bureaux.

Les chaudières, au nombre de cinq, proviennent de la maison Navey Paxman et C°, de Colchester. Elles sont timbrées à 160 livres par pouce carré (11.25 kilogrammes par centimètre carré) et présentent une surface de chauffe de 1,180 pieds carrés (109 mètres carrés).

Six machines à grande vitesse compound, à trois cylindres, construites par Belliss et Morcom, de Birmingham, sont couplées directement aux dynamos génératrices.

Ces machines, tournant à 385 tours par minute, développent chacune 360 chevaux.

Les dynamos construites par Siemens sont bipolaires avec armatures en tambour. Elles sont compound et peuvent donner 500 volts à vide et 530 en charge. Le nombre de tours de l'inducteur en série est réglé par un commutateur.

Elles sont munies de balais en charbon.

Un lourd volant pesant 6 tonnes est placé entre le moteur et la dynamo.

Trois pompes sont affectées à l'alimentation des chaudières, deux sont commandées électriquement ; la troisième, à vapeur, est du type Worthington.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Trois pompes à air, servant à l'alimentation des réservoirs des voitures, sont également disposées dans la salle des machines ; les réservoirs sont chargés à 100 livres par pouce carré (7 kilogrammes par centimètre carré), et leur pression peut sans inconvénient descendre à 70 livres (5 kilogrammes environ par centimètre carré).

Tableau de distribution.

Ce tableau, placé sur un des côtés de la chambre des machines, est disposé pour six dynamos compound et deux feeders, ainsi que pour l'éclairage des stations et des tunnels.

Chaque dynamo a ses instruments et un interrupteur sur un panneau.

Un septième panneau est réservé aux feeders et aux voltmètres.

La distribution du courant s'effectue par trois barres principales, deux positives et une négative.

Le courant nécessaire à l'éclairage des stations et des tunnels est pris sur les barres principales du tableau, ou plutôt sur des barres secondaires reliées aux barres principales.

Un dispositif spécial opère automatiquement la disjonction des dynamos avec la ligne en cas de court-circuit, mais laisse ces mêmes dynamos en communication avec les barres d'éclairage.

Conducteurs.

Les deux feeders principaux, chacun d'une section de $^3/_4$ de pouce carré (484 millimètres carrés environ), sont portés de l'usine génératrice à des poulies situées en face de la station-signal de Waterloo.

Chaque feeder est constitué par deux câbles réunis en parallèle. Il y a deux poulies pour chaque feeder et les fils sont portés de ces poulies aux différentes sections de la ligne.

Les deux fils de chaque feeder sont disposés de telle façon que l'un deux puisse être interrompu sans inconvénient pour l'autre.

Le feeder alimente le rail conducteur divisé en neuf sections isolées électriquement entre elles et telle que l'on peut également les isoler du circuit général pour les réparations.

A l'extrémité de la ligne du côté de la Cité, les deux feeders principaux sont réunis par un plomb fusible. En cas d'accident, ce coupe-circuit isole les deux feeders et facilite les réparations. Ce dispositif a l'avantage d'égaliser le voltage.

Le rail conducteur est en acier et a une section en forme de ⊔ renversé de 4.5 pouces carrés (29 centimètres carrés) environ. Il est isolé par des isolateurs de porcelaine à bain d'huile. Ainsi qu'il a été dit plus haut, le sommet du rail conducteur est au même niveau que les rails de roulement ; aux croisements, il y a interruption et une rampe de bois élève les frotteurs qui ne peuvent tomber entre les versants de cette rampe.

La résistance du rail conducteur avec les jonctions et les connexions au feeder a été trouvée aux essais de 0.51 ohm par 1,000 yards (environ 0.055 par 100 mètres). La résistance d'isolement est très bonne : avec le voltage complet de 500 volts, la perte à la terre a été trouvée de 0.1 ampère à 0.2 ampère.

Les rails de roulement sont du type ordinaire des rails du « South Western Railway » et ont une section de 8.7 pouces carrés (56.11 centimètres carrés). Ils sont connectés à leurs extrémités par des barres de 2 pouces sur $^1/_2$ pouce (6.45 centimètres carrés) et de 3 pieds 9 $^1/_2$ pouces (1.156 mètre) de long.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Matériel roulant.

Le train normal est constitué par quatre voitures à bogies. Les voitures motrices offrent chacune 46 places, et les voitures intermédiaires non motrices, 56, ce qui fait un total de 204 places disponibles.

Chacun des essieux des deux bogies extrêmes du train porte un moteur.

Les essieux moteurs ont des roues de 33 pouces (838 millimètres); les roues porteuses ont 30 pouces (762 millimètres).

Les armatures des moteurs sont calées directement sur les essieux : ces moteurs peuvent fournir 60 chevaux environ, équivalant à un débit de 100 ampères sous 500 volts; ils sont du type tambour.

Les inducteurs, en acier fondu, sont du type quadripolaire avec deux pôles réels et deux pôles apparents. Ils forment une boîte complètement fermée et sont placés symétriquement par rapport à l'essieu.

Une glace accessible au moyen d'une trappe permet la visite des balais sans ouvrir les moteurs. Les deux systèmes de balais sont calés à 90°.

Les roues sont en acier, avec bandages en bois dur, boulonnés et placés à force.

Les voitures sont toutes pourvues du frein Westinghouse, actionné par l'air d'un réservoir chargé à l'usine de Waterloo (station).

La carcasse générale des caisses, châssis et bogies est en acier, fers profilés, fers cornières et tôles avec remplissage en bois.

Les câbles établissant les connexions entre les deux séries de moteurs courent le long du train sur les pavillons des voitures.

Étant donné le faible gabarit des tunnels, les jeux existant entre leur paroi et les véhicules sont très réduits (12 centimètres entre le pavillon et la voûte et 56 centimètres entre le plancher et la voie) et les ressorts de suspension ont une flexibilité très limitée : il s'est même produit un incident au début de l'exploitation de la ligne, au fait de ressorts de suspension trop flexible : une voiture se trouvait accidentellement surchargée, des pièces de frein vinrent en contact avec le rail, ce qui amena un court-circuit.

Le contrôleur est du type série parallèle.

Un dispositif spécial permet d'isoler chacun des moteurs en cas d'accident.

Résultats généraux.

En résumé, la ligne de « Waterloo & City », ouverte seulement depuis un an et demi, fonctionne dans des conditions très satisfaisantes. Elle transporte, matin et soir, le flot d'hommes d'affaires et d'ouvriers qui passent leur journée aux environ de la « Bank », et son succès permet de bien augurer de celui du « Central London Railway » dont l'établissement est actuellement en voie d'achèvement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE VIII.

Note sur le « Central London Railway ».

Historique.

Cette ligne, dont l'établissement a été entrepris courant 1898 et qui sera très probablement en exploitation normale au moment où paraîtront ces lignes, répond à une réelle nécessité et permettra de transporter rapidement et économiquement aux environs de la Bank les voyageurs habitant dans la direction générale du grand axe de l'ellipse formée par le « Metropolitan Railway ».

Elle suit à très peu près la direction de l'ouest à l'est, à travers Uxbridge Road, Bayswater Road, Holborn, Newgate et Cheapside jusqu'à la Bank.

Il ne pouvait être question, lorsque l'établissement de la ligne fut décidé, de la construire au niveau du sol, à cause de l'encombrement, ou sur voie aérienne comme celle du « Liverpool Overhead Railway », très convenable pour desservir des docks, mais que le souci du bon aspect des quartiers traversés interdisait à la municipalité d'accepter.

La solution adoptée fut celle si heureusement expérimentée sur les lignes déjà établies du « City & South London Railway » et du « Waterloo & City Railway », l'établissement de la ligne en souterrain, à une profondeur suffisante pour échapper à l'enchevêtrement des canalisations de toute nature qui sillonnent le sous-sol de Londres.

La ligne est constituée par deux tunnels distincts, qui se trouvent parfois à des niveaux différents, comme à Newgate Street.

Dans les stations, le niveau des voies est à 3 mètres au-dessus du niveau courant de la ligne, ce qui permet de limiter le freinage à l'arrivée et surtout de diminuer le couple de démarrage au départ.

A chacune des stations, deux ascenseurs d'entrée, deux de sortie et deux escaliers en spirale, l'un d'entrée, l'autre de sortie, assurent la circulation rapide des voyageurs : les ascenseurs sont, naturellement, mus électriquement.

La longueur totale de la ligne, en y comprenant la partie reliant Shepherd's Bush au dépôt, est de 10 kilomètres.

Les tunnels ont normalement un diamètre de 3.50 mètres ; aux stations, et sur une longueur de 114 mètres, ce diamètre est porté à 6.40 mètres.

Ceux reliant les deux voies, notamment aux stations, ont 7.60 mètres de largeur.

La percée des tunnels a été effectuée avec une sûreté et une commodité remarquables par le procédé du bouclier Greathead, mû hydrauliquement.

Installation électrique.

L'installation électrique complète de la ligne a été confiée à la *British Thomson Houston Company*, représentant en Angleterre la *General Electric Company*.

Une usine centrale située à Shepherd's Bush, non loin de la station du « Great Western Railway », produit l'énergie sous forme de courant alternatif triphasé transmis sous 5,000 volts à quatre sous-stations : Notting Hillgate, Davies Street, Post Office et Marble Arch (cette dernière ne devant fonctionner que lorsque le service à deux minutes sera établi). Le courant est transformé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans ces sous-stations en alternatif triphasé sous 316 volts, par des transformateurs statiques, puis en continu, sous 500 volts, par des convertisseurs rotatifs alimentant la ligne.

Les sous-stations de transformation sont reliées entre elles et à la station centrale de Shepherd's Bush par des câbles isolés au papier sous plomb et posés sur des consoles réparties le long des tunnels.

Le courant continu sortant des convertisseurs est transmis par un troisième rail posé au milieu de la voie et sur lequel prennent contact les frotteurs des locomoteurs.

Les deux rails de roulement en forme de pont pèsent 49,606 kilogrammes au mètre courant et sont posés sur longrines; néanmoins des traverses sont placées de distance en distance et supportent le troisième rail. Ces rails sont connectés tous les 75 mètres et les deux voies le sont également partout où cela est possible. L'éclissage électrique est établi par des couronnes flexibles présentant 107 millimètres carrés de section.

Le rail conducteur est en acier, en forme de ⊔ renversé, et pèse 39.685 kilogrammes au mètre courant. Il est sur isolateurs en bois créosoté et son plan supérieur est de 38 millimètres plus élevé que le niveau des rails de roulement. L'éclissage électrique est établi comme pour ces derniers.

Il est alimenté par des feeders en cuivre; des boîtes de contrôle permettent de vérifier l'alimentation et, s'il est nécessaire, de la supprimer en un point quelconque de la ligne.

Des fils pilotes très nombreux facilitent la vérification de la tension sur les diverses régions du réseau.

Usine génératrice.

Cette usine, placée, ainsi qu'il est dit plus haut, à Shepherd's Bush comprend : deux travées, l'une pour les générateurs à vapeur, l'autre pour les moteurs et les alternateurs.

Les chaudières, au nombre de seize, sont du type Babcock et Wilcox; elles offrent une surface de chauffe de 330 mètres carrés et une puissance de vaporisation de 5,450 kilogrammes de vapeur à 10.5 kilogrammes par centimètre carré à l'heure, par unité.

Chaque groupe de deux chaudières a un réservoir de vapeur.

Il convient de citer le mode d'alimentation des foyers : il consiste dans l'emploi d'une chaîne sans fin de godets qui viennent se remplir dans une fosse à l'une des extrémités du bâtiment, puis passent, suivant l'horizontale, entre les deux rangées de foyers qu'ils alimentent à la volonté d'un seul chauffeur, placé sur une plate-forme voisine.

Les grilles sont doubles, placées l'une au-dessus de l'autre, les barreaux de l'une perpendiculaires à ceux de l'autre, et toutes deux continuellement en mouvement.

De plus, chaque foyer est muni de l'appareil spécial Vicars, qui rassemble le combustible au centre du foyer.

Les mouvements des appareils ci-dessus sont obtenus électriquement.

Les moteurs, au nombre de six, sont du système Reynolds-Corliss compound à condensation, manivelles à 90° et actionnant directement les alternateurs.

Puissance normale	1,350 chevaux indiqués.
— maximum instantanée	1,950 —
Vitesse	94 tours par minute.
Variation de vitesse entre le minimum et le maximum de charge	1.75 p. c.
Consommation garantie avec un vide de 673 millimètres par cheval-heure indiqué	6.574 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Diamètre du petit cylindre	609 millimètres.
— du grand cylindre	1,168 —
Course des pistons	1,219 —
Poids du volant	45,360 kilogrammes.

Les alternateurs, d'une puissance de 840 kilowatts, débitent le courant triphasé à 5,000 volts sous une fréquence de 25. Le voltage efficace est de 3,000 volts.

Le diamètre maximum de l'induit est de 4.876 mètres. Les 32 pôles inducteurs à trois noyaux par pôle sont portés par une roue tournant au centre de l'induit.

Chaque noyau porte 192 spires pouvant être enlevées ou posées séparément. L'enroulement comporte trois séries de 64 spires chacune : dans chaque série, une extrémité est reliée à un câble et les trois extrémités restantes sont connectées ensemble.

La densité du courant calculée est de 1.55 ampère par millimètre carré.

Les bobines sont constituées avec des bandes plates de cuivre d'une section de 25.4 × 1.6 millimètre.

Le courant d'excitation sous 100 volts est commuté au moyen de deux anneaux de contact.

Le rendement des alternateurs doit être de 95 p. c. à pleine charge et de 91 p. c. à demi-charge.

Le tableau de distribution est constitué par quatre panneaux de générateurs et deux de feeders : il est en marbre et les appareils y sont montés sur ébonite.

Chaque panneau de générateur comprend :

Un commutateur simple à interruption à trois pôles;
Trois ampèremètres ;
Un transformateur de station de 5000/100 volts pour voltmètre;
Un interrupteur de champ ;
Une roue de régulation de champ ;
Un ampèremètre d'excitation ;
Derrière le panneau, un rhéostat ininflammable.

Chaque panneau de feeders porte un commutateur tripolaire et trois ampèremètres.

Un autre panneau sert à la synchronisation ; il porte :

Un voltmètre placé entre les barres générales;
Deux voltmètres pour indiquer le voltage des générateurs ;
Deux commutateurs simples à huit directions pour connecter les voltmètres spéciaux sur les bornes des générateurs;
Un commutateur simple de voltmètre à trois directions.

Le tableau d'excitation porte quatre panneaux de générateurs et un voltmètre.

A signaler le commutateur à haute tension de M. Parshall. Ce commutateur, à double interruption, est combiné de telle façon que les deux contacts, montés sur ébonite, sont placés de part et d'autre du tableau, de sorte qu'il ne peut se produire d'arc à la rupture.

Sous-stations.

Les sous-stations de transformation sont établies au bas des puits d'ascenseurs des stations correspondantes, chacune dans deux chambres circulaires de 7 mètres de diamètre et de 4.55 mètres de hauteur.

Dans l'une des deux chambres se trouvent les transformateurs statiques, les appareils de souf-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

flage et de ventilation et les tableaux de haute tension et du courant transformé ; dans l'autre, les convertisseurs et les tableaux.

Une sous-station comprend essentiellement :

1° Huit transformateurs statiques abaissant le voltage du courant triphasé envoyé de l'usine de 5,000 à 316 volts ;

2° Un convertisseur rotatif destiné à transformer le courant alternatif de bas voltage en courant continu qui est envoyé dans la ligne sous 500 volts (« Post Office » et « Marble Arch » ont chacune deux convertisseurs) ;

3° Un tableau de distribution.

Les transformateurs statiques construits par l'*Union Elektricitäts-Gesellschaft* ont une puissance utile de 300 kilowatts. Le rendement est de 98 p. c. à pleine charge et de 97 p. c. à demi-charge ; la régulation prend 1.7 p. c. et la perte dans les noyaux est de 1.2 p. c. La température maximum ne doit pas dépasser 21°.

Les convertisseurs ont une puissance de 900 kilowatts et tournent à 250 tours par minute : leur rendement est de 95 p. c. à pleine charge et de 93 p. c. à demi-charge.

Chaque convertisseur a 12 pôles et une armature enroulée en tambour. Le courant triphasé y entre par trois anneaux de contact qui sont reliés à l'armature en dix-huit endroits. Le courant continu sort du collecteur par les balais en douze points.

Ces convertisseurs peuvent démarrer par eux-mêmes et le champ est alors excité en série par les conducteurs du courant continu ; mais il y a inconvénient à faire démarrer les convertisseurs par le courant triphasé lorsque la charge est élevée : les réactions du champ inducteur tendent à abaisser le voltage général et à réduire le débit maximum du matériel : pour obvier à cet inconvénient, on peut, par l'intermédiaire d'un rhéostat de démarrage, connecter le transformateur aux barres du courant continu et le faire démarrer comme moteur continu.

Dépôt et atelier de réparations.

Le dépôt et l'atelier de réparations sont adjacents à l'usine centrale et forment deux travées distinctes. Le dépôt est disposé de façon à pouvoir y remiser les trains complets sans découpler les voitures.

Locomoteurs.

La remorque des trains composés normalement de sept voitures est faite par des locomotives électriques symétriques et disposées pour permettre au conducteur la surveillance facile de la voie.

L'emploi de locomoteurs spéciaux a été motivé par la difficulté d'obtenir le jeu nécessaire entre les moteurs et la voie dans les voitures automotrices.

Ces locomoteurs, qui ont été construits par la *General Electric Company*, sont caractérisés par les données ci-après :

Longueur totale	9.00 mètres.
Hauteur	2.35 —
Écartement des essieux d'un bogie	1.75 mètre.
— des pivots des deux bogies	4.50 mètres.
Nombre des roues motrices (toutes)	8
Diamètre des roues	1.016 mètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Poids sur chaque roue	5 tonnes.
— total du locomoteur	42 —
— de chaque moteur	4 —
Effort de traction au démarrage	6,350 kilogrammes.
— à la vitesse de 36 kilomètres	3,630 —

Au centre du locomoteur est placée la cabine du conducteur qui a sous la main le contrôleur série parallèle avec souffleur magnétique.

Une petite dynamo auxiliaire actionne une pompe qui comprime l'air nécessaire au fonctionnement du frein Westinghouse dont tout le train est muni.

Deux disjoncteurs, l'un à main, l'autre automatique, permettent de rompre le courant dans le cas d'une trop forte intensité.

Les moteurs sont d'un type G. E. 56, spécialement étudié par la *General Electric Company* en vue du service à effectuer.

Ils sont établis pour développer au moins 65 chevaux à la jante des roues, pour la vitesse de 43 kilomètres à l'heure et avec une consommation n'atteignant pas 125 ampères sous 500 volts.

La densité du courant dans les enroulements doit être au plus de 2.35 ampères par millimètre carré pour toute vitesse supérieure à 24 kilomètres à l'heure.

Le rendement à pleine charge est de 92 p. c.

Voitures.

Chaque train, ainsi qu'il est dit plus haut, se compose normalement de sept voitures :

1 voiture de 1re classe ordinaire ;
1 — d° — de « fumeurs » ;
3 — 2e — ordinaires ;
2 — d° — de « fumeurs ».

Le train ainsi constitué offre 336 places.

Les voitures qui ont 10 mètres de longueur environ sont très luxueuses et sont pourvues d'un éclairage électrique très puissant.

Dans chaque direction les trains doivent s'espacer à intervalles de deux minutes et demie ; cet intervalle sera réduit à deux minutes lorsque le trafic l'exigera.

ANNEXE IX.

Note sur le chemin de fer électrique de Düsseldorf à Crefeld.

Cette ligne à voie normale, unique sur la plus grande partie de son parcours, mais construite en vue d'un doublement probable, relie deux villes manufacturières très importantes, distantes l'une de l'autre de 22 kilomètres environ : Düsseldorf, située sur la rive droite du Rhin, et Crefeld, située sur la rive gauche.

De Düsseldorf, la ligne traverse le Rhin en double voie, sur un pont de chaussée suffisamment large pour offrir de chaque côté de la voie ferrée une voie charretière et un large trottoir pour piétons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'Oberkassel, village situé en face de Düsseldorf, à Crefeld, la voie est unique, sauf en quelques endroits où sont établis des garages.

La voie est établie pour recevoir le matériel roulant, voitures et wagons, des chemins de fer de l'État prussien; mais comme les locomotives à vapeur ne circulent jamais sur cette ligne, les rails employés, du type Vignoles, ne pèsent que 27.5 kilogrammes par mètre courant.

Dans les rues des localités desservies, le rail Phénix employé pèse 42 kilogrammes.

La construction de la ligne a été entreprise vers le milieu de 1897, la mise en exploitation date du 25 décembre 1898.

En raison de l'existence d'une ligne à vapeur voisine de la nouvelle ligne sur une notable partie du parcours, il a fallu, pour pouvoir soutenir la concurrence, étudier le profil de façon à réaliser une vitesse commerciale assez élevée, 40 kilomètres à l'heure environ, et c'est là, du reste, le caractère propre du chemin de fer électrique de Düsseldorf à Crefeld, le premier en Europe dont l'exploitation se fasse à grande vitesse.

La déclivité maximum est de 2.5 p. c.

La traction est faite au moyen de voitures automotrices prenant le courant à 600 volts sur deux conducteurs aériens de 9 millimètres de diamètre ; cette canalisation est divisée en sections, alimentées par un feeder de 100 millimètres carrés allant d'un bout à l'autre de la ligne.

L'usine génératrice, située à Oberkassel, est de beaucoup plus importante que ne l'exigeraient les seuls besoins de la traction des voitures ; elle est à même d'alimenter en énergie les nombreuses usines avoisinantes.

Deux moteurs à vapeur tandem compound, à condensation de 270 chevaux chacun, actionnent directement deux dynamos à courant continu, à enroulement en dérivation, débitant 330 ampères sous 600 volts.

Un seul groupe fonctionne normalement, le second constitue la réserve.

Un convertisseur rotatif de 2,400 watts fournit du courant sous 110 volts pour l'éclairage de l'usine.

Le groupe thermique est du type de la Société Hohenzollern, de Düsseldorf; toute la partie électrique a été fournie et installée par l'*Elektrizitäts-Aktiengesellschaft* de Francfort-sur-Mein.

Les voitures faisant le parcours de la ligne totale sont à deux bogies, ayant chacun un essieu armé d'un moteur de 35 à 40 chevaux à action directe. Ces moteurs sont à quatre pôles, dont deux conséquents. La longueur totale de chaque voiture, qui peut contenir 34 personnes assises et 16 debout, est de 12.400 mètres.

Le freinage est assuré par un frein à main, un frein à air et un frein électrique.

Les voitures de remorque et les wagons sont à deux essieux, ces véhicules ont un frein à main et un frain à air.

L'éclairage des voitures est assuré par des lampes à incandescence de 16 bougies.

A Düsseldorf et à Crefeld, pour les services locaux, on utilise des voitures automotrices de trente places à deux essieux munis chacun d'un moteur de 20 chevaux et des voitures de remorque non fermées de quarante places.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE X.

Note sur le chemin de fer électrique de Berlin à Zehlendorf.

L'Administration des chemins de fer de l'État prussien a étudié pour la ligne de Berlin à Tehlendorf, soit pour un parcours de 12 kilomètres, un projet de traction électrique des trains, actuellement en voie d'achèvement.

Description.

L'énergie, empruntée à une station de tramways voisine dont a augmenté la puissance effective par l'adjonction d'une batterie volante, est transmise, sous forme de courant continu de tension variant de 550 à 600 volts, à des voitures automotrices remorquant des voitures ordinaires de banlieue, par l'intermédiaire d'un rail latéral et d'un frotteur fixé aux voitures automotrices.

Les voitures de tête et de queue de chaque train sont automotrices : ce sont des voitures de troisième classe modifiées ; le premier compartiment est aménagé pour le conducteur ; le deuxième sert de fourgon et les autres compartiments restent à la disposition du public.

La rame n'a pas à se déformer aux terminus et le conducteur seul change de place.

Le train complet est constitué par neuf voitures à trois essieux, type ordinaire de banlieue.

Son poids total est de 210 tonnes.

Les voitures automotrices ont chacune deux moteurs électriques de 100 chevaux montés directement sur les essieux extrêmes : ces moteurs sont du type ordinaire de tramways, complètement fermés, a quatre pôles dont deux conséquents.

Les essieux porteurs sont chargés en ordre de marche, à raison de 10 tonnes chacun.

Une canalisation spéciale réduite au strict nécessaire relie les deux voitures automotrices de chaque train, et permet, s'il en est besoin, d'employer les quatre moteurs comme frein.

Un combinateur permet la mise en série des moteurs pour le démarrage et le réglage de la vitesse à l'aide de résistances de démarrage et de shunts d'inducteurs.

Outre le freinage électrique, toutes les voitures sont munies de freins électromagnétiques et du frein Westinghouse.

Le rail conducteur, du type Vignoles, est protégé sur toute sa longueur par deux pièces de bois latérales.

Le frotteur de prise de courant est constitué par un patin en fonte glissant sur le rail et fixé à la boite à graisse de l'essieu central.

Exploitation.

Le trajet simple entre les deux stations extrêmes durera vingt-sept minutes, y compris les arrêts aux quatre stations intermédiaires. La vitesse moyenne des trains sera de 40 kilomètres à l'heure.

L'Administration pense réaliser par l'emploi de la traction électrique une économie importante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XI.

Note sur la traction électrique des chemins de fer italiens.

La traction par l'électricité, sur les réseaux de chemins de fer italiens, présente un intérêt particulier, l'Italie n'étant pas un pays producteur de charbon, celui-ci s'y trouve à un prix élevé; d'autre part, les chutes d'eau sont nombreuses dans ce pays, il est donc tout naturel que les compagnies de chemins de fer italiennes aient songé à utiliser l'électricité pour la traction sur certaines de leurs lignes, aussitôt que les procédés de production de transport et d'utilisation de l'énergie électrique ont été établis d'une façon certaine.

Des projets très intéressants ont été étudiés par la Compagnie des chemins de fer méridionaux et la Compagnie des chemins de fer de la Méditerranée.

Nous ne sommes pas suffisamment renseignés sur les projets de traction par courant continu et conducteur isolé de prise de courant établis par la Compagnie de la Méditerranée pour pouvoir le faire figurer dans cette note.

Les projets de la Compagnie des chemins de fer méridionaux sont très intéressants; ils comprennent l'exploitation d'une ligne ayant plus de 100 kilomètres d'étendue, au moyen d'une seule usine génératrice, et c'est la première fois que l'on ose aborder des tensions aussi élevées : 3,000 volts, entre les conducteurs de prise de courant.

Ces projets sont sur le point de passer dans la période d'exécution; ils sont exposés dans une note de MM. E. Cairo et P. Lanino, ingénieurs, lue en assemblée générale le 26 septembre 1898, à Turin. Nous résumerons cette note dans ce qui suit.

Les lignes comprises dans l'expérience de traction électrique que s'est proposé de faire la Société de l'Adriatique en collaboration avec la maison Ganz, de Budapest, s'étendent au nord de Lecco vers Sondrio et Chiavenna; elles forment un système de voies ferrées presque indépendant du reste du réseau et placé dans des conditions de trafic tout à fait spéciales.

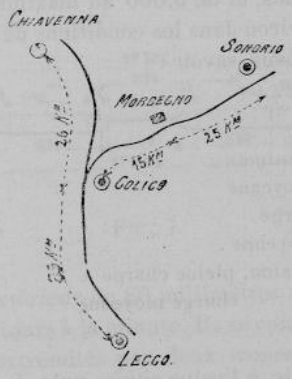


Fig. 6.

Desservant la côte orientale, ainsi que le centre du lac de Côme et les stations de Chiavenna et Sondrio, tête de ligne pour les messageries vers l'Engadine, le Bernine et la haute Valteline, cette ligne offre, à certaines époques de l'année, notamment dans les mois d'été, un trafic de voyageurs d'une grande importance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les exigences de cette ligne sont telles qu'elles imposent la nécessité d'un bon service de trains directs, rapides, avec matériel de luxe.

La Valteline et la région riveraine du lac de Côme sont, par leur nature, des pays importateurs de denrées alimentaires, la production locale étant presque exclusivement le vin, qui est exporté à peu près en totalité en Suisse; il existe en outre, le long de ces lignes, de nombreux ouvriers, notamment des filateurs et des tisserands; il en résulte qu'à côté d'un important trafic de voyageurs, on a un mouvement assez sensible de marchandises, d'où la nécessité, dans l'organisation du service électrique, d'établir des trains spéciaux relativement pesants, affectés spécialement à leurs transports.

Dans ces conditions, on a donc à assurer électriquement un service complet de chemins de fer qui, à certaines époques de l'année, présente toutes les exigences d'une ligne de première importance; en raison de la difficulté du problème, le service a été organisé sur les bases générales suivantes :

1° Séparation complète du service des marchandises de celui des voyageurs ;

2° Distinction radicale, quant à la composition et aux horaires, des trains directs faisant le service entre les stations extrêmes et les trains du service local;

3° Formation de trains d'une capacité suffisante pour les besoins à prévoir, en augmentant, dans les périodes exceptionnelles, le nombre et le poids des trains.

D'après le projet, les trains de voyageurs pèseraient 65 tonnes, dont 30 tonnes environ pour la voiture automotrice; la vitesse pourrait atteindre 60 kilomètres sur les pentes jusqu'à 10 p. m., et 30 kilomètres jusqu'à 20 p. m., ce qui correspond à une puissance égale à 300 chevaux-vapeur environ.

Les trains de marchandises marchent à 30 et à 15 kilomètres; leur véhicule automoteur est capable d'un effort de traction d'environ 5,000 kilogrammes, correspondant à la remorque de 200 tonnes utiles, soit environ quinze ou vingt véhicules.

La force motrice nécessaire pour l'exploitation des lignes de la Valteline, où peuvent circuler simultanément cinq trains de voyageurs et deux trains de marchandises, est de 2,500 chevaux-vapeur dans les conditions normales, et de 3,000 au maximum, à l'usine centrale, en supposant un rendement total de 65 p. c. environ dans les conditions de travail maximum sur la ligne; cela résulte des rendements moyens prévus, savoir :

Moteurs à pleine charge	92 p. c.
— à charge moyenne	85 —
Ligne de service, charge minimum	97 —
— — — moyenne	98.5 p. c.
Tranformateurs, pleine charge	96 p. c.
— charge moyenne	92 —
Ligne primaire de transmission, pleine charge	80 —
— — — charge moyenne	92 —
Alternateurs	92 —

La force hydraulique est fournie à l'usine située près de la station de Morbegno, à 16 kilomètres de Colico; le débit dans la période de sécheresse, sous chute utile de 30 mètres, est d'environ 12 mètres cubes; une dérivation pratiquée près du pont de Desco, route nationale du Stelvio, amène l'eau par un canal de 4,500 mètres, creusé complètement en tunnel dans la roche. L'usine se compose de trois groupes générateurs de turbines à réaction à axe horizontal, de 2,000 H. P. chacune, avec servo-moteurs pour la régulation, accouplées directement à autant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'alternateurs triphasés produisant 1,500 kilowatts à 15,000 volts, avec une fréquence de quinze périodes à la seconde; sur l'arbre commun d'une turbine et d'un alternateur est montée directement une excitatrice. La ligne primaire à 15,000 volts règne sur toute l'étendue du chemin de fer; elle passe sur des isolateurs en porcelaine à triple cloche, du type américain légèrement modifié, sur le même poteau que la ligne de service, ne s'écartant de celle-ci que dans les points où la voie est sous un tunnel, à cause des difficultés d'isolement. La tension étant de 3,000 volts sur la ligne de service, les sous-stations de transformation sont espacées d'environ 10 kilomètres, mais leur distribution est exactement réglée d'après le travail normal, de manière à obtenir le maximum d'économie sur les frais d'établissement.

Grâce à l'emploi d'un potentiel élevé, l'intensité du courant sur la ligne du service reste limitée à quelques dizaines d'ampères, et si pour conducteur on a choisi le diamètre de 8 millimètres, c'est moins la conductibilité qu'on a eue en vue que la résistance mécanique. Le fil est en cuivre laminé, non recuit, et pour éviter qu'il devienne tel en créant un point faible au voisinage des soudures, toutes les attaches sont faites à froid.

L'isolement de la ligne de service est double, c'est-à-dire qu'on monte, en contact direct avec le conducteur, des pièces isolantes robustes dans lesquelles il est fait un large emploi de l'ambroïne comme substance isolante, et qu'à leur tour ces isolateurs sont supportés par des cordes métalliques attachées à des isolateurs qui possèdent au plus haut degré des propriétés isolantes, mais qui sont mécaniquement plus faibles.

Les poteaux sont en bois, ils sont doubles et munis de tirants.

Les parafoudres de ligne sont du type américain Wurst.

Les traversées de la ligne à haut potentiel sur celle de service sont protégées par l'interposition d'un système de fils communiquant avec la voie. Sur les passages à niveau où circulent des personnes étrangères au service, par des dispositifs de détail spéciaux on pense écarter tout danger pour le public, en se basant sur ce principe que tout fil touchant le sol doit être séparé automatiquement du circuit, soit par un moyen mécanique, soit par la fusion des coupe-circuits en déterminant d'une façon sûre un court-circuit avec la voie.

La prise de courant par les deux conducteurs isolés se fait au moyen de deux rouleaux de contact en aluminium, montés sur un même arbre en buis enduit de substances isolantes, disposés comme sur la figure 7.

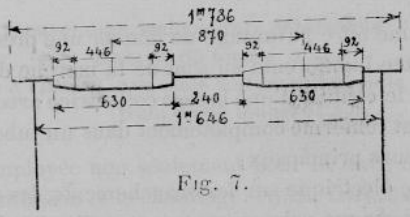


Fig. 7.

Ces rouleaux ont un diamètre extérieur de 80 millimètres et, par conséquent, à la vitesse de marche de 60 kilomètres, font 400 tours à la minute. Ils se composent d'un cylindre central large de 446 millimètres, terminé à ses extrémités par deux troncs de cônes de 92 millimètres, qui entrent en action au passage sur les aiguilles. La génératrice de contact mesure ainsi 630 millimètres en projection axiale.

La tige de bois porte les dits rouleaux en aluminium par des coussinets sphériques isolés, et elle est à son tour supportée à son extrémité par deux parallélogrammes articulés dans des barres en bois de buis montées sur une base en fonte qui repose sur le sommet de la voiture, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'intermédiaire d'isolateurs en porcelaine à triple cloche, de construction robuste et présentant une large base d'appui. Le parallélogramme, dans sa partie inférieure près de la base, porte des roues A à secteurs dentés qui, disposés tous dans le même plan vertical que lui, le rendent déformable librement dans le sens vertical, mais rigide dans le sens horizontal.

Pour déplacer le rouleau de manière à l'adapter à toutes les positions, il existe deux systèmes de ressorts, l'un inférieur B, capable d'un effort d'environ 100 kilogrammes, qui sert pour les grandes déformations nécessitées par les variations sensibles de hauteur du fil de service au-dessus du plan du rail variations qui dépassent parfois 1 mètre, suivant que la ligne est à ciel ouvert ou en tunnel.

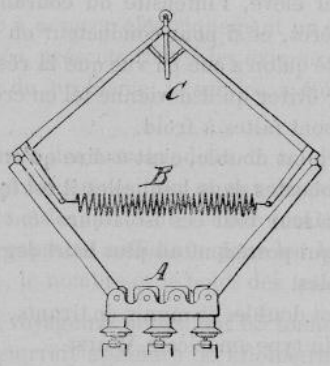


Fig. 8.

Pour l'adaption aux petites variations des hauteurs du fil, qui dépendent spécialement de la flèche de l'arc qu'il forme, étant données la fréquence de ces variations et la rapidité avec laquelle elles se succèdent aux vitesses élevées, un système de ressorts assez puissants, mais en même temps doués d'une grande inertie, ne serait pas efficace; aussi le grand parallélogramme porte-t-il à sa partie supérieure un second parallélogramme articulé C, muni d'un système plus léger de ressorts capable d'un effort de 10 kilogrammes seulement, mais agissant beaucoup plus promptement.

La forme du parallélogramme offre l'avantage de donner une pression du rouleau normale aux conducteurs et, par suite, d'être indifférente au sens de la marche du véhicule.

Le courant du rouleau, par le contact d'une brosse collectrice avec un collier en graphite, passe dans un câble à haut isolement renfermé complètement dans un tube métallique et arrive directement aux inducteurs des moteurs principaux.

Pour faciliter l'appareillage électrique sur les branchements, les conducteurs entre les stations sont doublés, de sorte que sur chaque voie courent quatre fils, les deux qui correspondent à une même phase étant maintenus à 60 centimètres l'un de l'autre sur la voie normale et s'écartant ensuite graduellement à mesure que s'écartent les voies, en sorte que le rouleau de contact passe d'un fil à l'autre sans qu'on ait besoin de pièces spéciales pour guider ou pour interrompre le courant.

Pour éviter les courts-circuits, le fil est seulement interrompu sur le cœur du branchement sur une longueur de 3 mètres, et cette interruption est obtenue par l'emploi de bâtons de buis enduits de substances isolantes spéciales.

Pour éviter toute interruption de courant, la voiture porte, à chacune de ses extrémités, un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

système de trolleys distants l'un de l'autre d'environ 10 mètres, de manière qu'il y en ait toujours un en service.

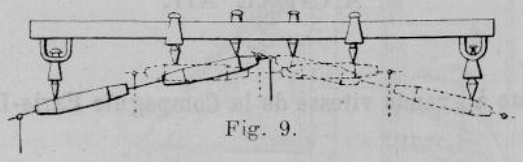


Fig. 9.

Les courts-circuits entre les conducteurs des deux phases sur les voies déviées sont évités par une disposition des pièces de contact à dénivellation, comme l'indique la figure 9. Cette disposition résout toutes les complications d'aiguilles des gares de la ligne dont nous nous occupons ici, sans excepter le double aiguillage sur trois lignes, et les bâtis de l'appareillage électrique ne dépassent en aucun cas le poids de 80 kilogrammes.

Les voitures automobiles sont, comme mécanisme, de deux types, suivant qu'elles servent pour le transport des voyageurs ou pour le transport des marchandises; les premières portent quatre moteurs de 75-150 H. P. chacune, les secondes autant de moteurs de 125-250 H. P.; ces dernières sont de véritables locomotives.

Des quatre moteurs, deux seulement fonctionnent d'une manière continue, leurs inducteurs sont à 3,000 volts; les deux autres deviennent actifs quand on veut marcher à une vitesse moyenne et qu'en même temps on veut avoir un effort de traction beaucoup plus élevé. Les inducteurs du moteur à haut potentiel sont, par suite, entièrement fixés et entièrement protégés par la masse métallique de la carcasse communiquant avec les rails par les roues; aucune partie du circuit à haute tension n'est intéressée dans le réglage de la marche et par le *controller* on agit uniquement sur l'induit du moteur principal en le faisant travailler, soit sur des résistances artificielles, soit en court-circuit, soit encore sur l'inducteur mobile du second moteur. Dans ce dernier cas, la vitesse de rotation des deux armatures mobiles est deux fois plus faible que celle du champ magnétique du moteur principal.

Le réglage de la marche à vitesse moyenne se fait en insérant des résistances voulues sur l'inducteur fixe du second moteur.

Avec un tel matériel, il est possible de monter les pentes suivantes :

Pleine vitesse (60 kilomètres à l'heure), une seule voiture automobile	pente de 25 p. m.
— — — train de 65 tonnes	— de 10 —
Vitesse moyenne (30 kilomètres à l'heure), une seule voiture automobile . . .	— de 65 —
— — train de 65 tonnes	— de 30 —

L'énergie électrique est employée non seulement pour la force motrice sur les véhicules, mais aussi pour l'éclairage, la ventilation et le chauffage. Ainsi, tout le service d'éclairage des stations des lignes en question est fait électriquement avec les lampes à arc ou à incandescence, suivant leur importance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XII.

Locomotive électrique à grande vitesse de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.

DESCRIPTION.

La traction électrique sur les chemins de fer ne sera pratiquement possible qu'en utilisant sur les électromoteurs portés par les trains l'énergie électrique produite dans des usines génératrices fixes et transmise aux locomoteurs par des conducteurs isolés placés le long des voies.

On sait que c'est en se basant sur l'emploi de conducteurs que la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a établi le projet de traction électrique sur la ligne de Chamonix, qui est actuellement en exécution.

Des expériences de locomotion à grande vitesse faites dans ces conditions auraient été extrêmement coûteuses, parce que pour effectuer un parcours tel que celui de Paris à Melun, aller et retour, il aurait fallu construire, à titre provisoire, plusieurs puissantes usines génératrices et installer un conducteur isolé de grande section, de près de 100 kilomètres de développement.

Par suite des considérations qui précèdent, on a été conduit à séparer en deux parties bien distinctes l'étude de la traction électrique à grande vitesse, la première ayant pour objet la recherche des meilleures dispositions à donner aux électromoteurs et à leurs appareils de manœuvre, la seconde relative à l'établissement des conducteurs électriques le long des voies et à la forme des appareils de prise de courant.

C'est afin de résoudre la première partie du problème, de beaucoup la plus difficile, en s'affranchissant des sujétions qu'aurait causées l'établissement d'un conducteur à titre provisoire, que la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée décida en 1893 la construction d'une locomotive électrique à grande vitesse, à laquelle l'énergie électrique serait fournie par une puissante batterie d'accumulateurs placée dans un grand fourgon spécial attelé derrière la locomotive en guise de tender.

Cette locomotive électrique E-1 a été terminée le 14 septembre 1897 et la batterie d'accumulateurs nécessaire à sa marche a été complètement installée dans le fourgon le 5 mai 1898.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE E-1.

La locomotive électrique E-1 est montée sur trois essieux dont les roues ont toutes le même diamètre au roulement : 1.100 mètre. L'essieu d'avant est seulement porteur ; ses fusées sont intérieures ; ses boîtes à huile sont munies de plans inclinés permettant un déplacement latéral de 15 millimètres de part et d'autre de la position moyenne.

Les deuxième et troisième essieux sont moteurs ; leurs fusées sont extérieures ; ils sont indépendants l'un de l'autre et ne peuvent subir aucun déplacement latéral.

La distance d'axe en axe des essieux moteurs est égale à 2.200 mètres. La distance d'axe en axe des essieux extrêmes est égale à 6 mètres.

Les essieux moteurs sont actionnés chacun directement par un électromoteur à courant continu dont la disposition spéciale sera décrite plus loin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

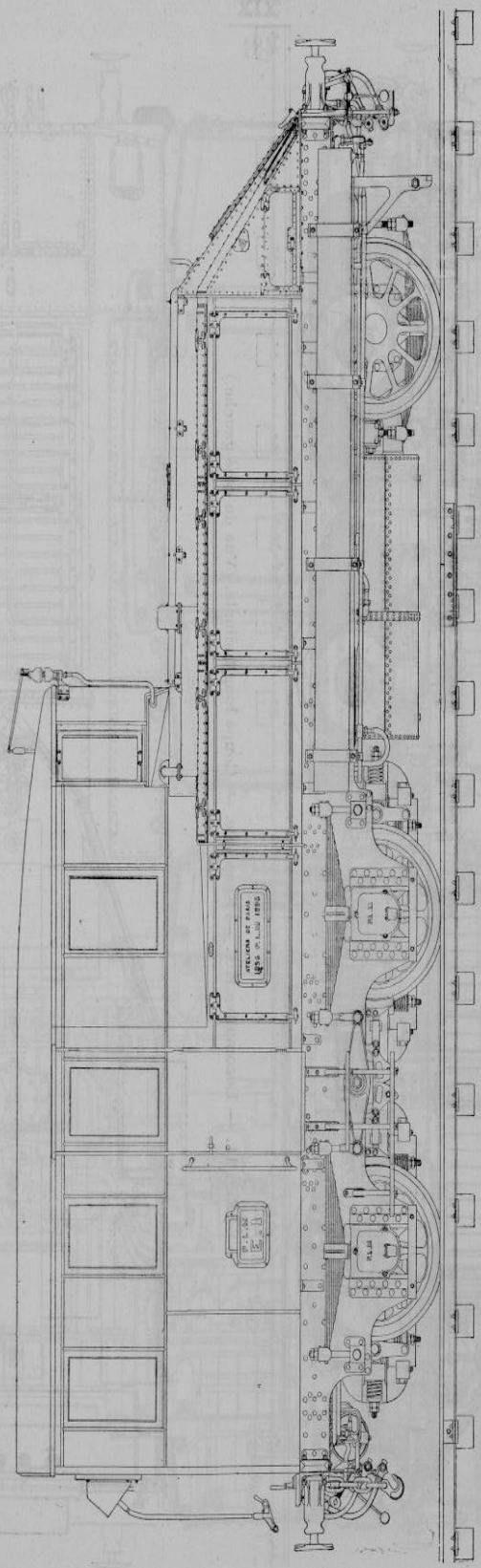


Fig. 10. — Locomotive E. — Ensemble. — Élévation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

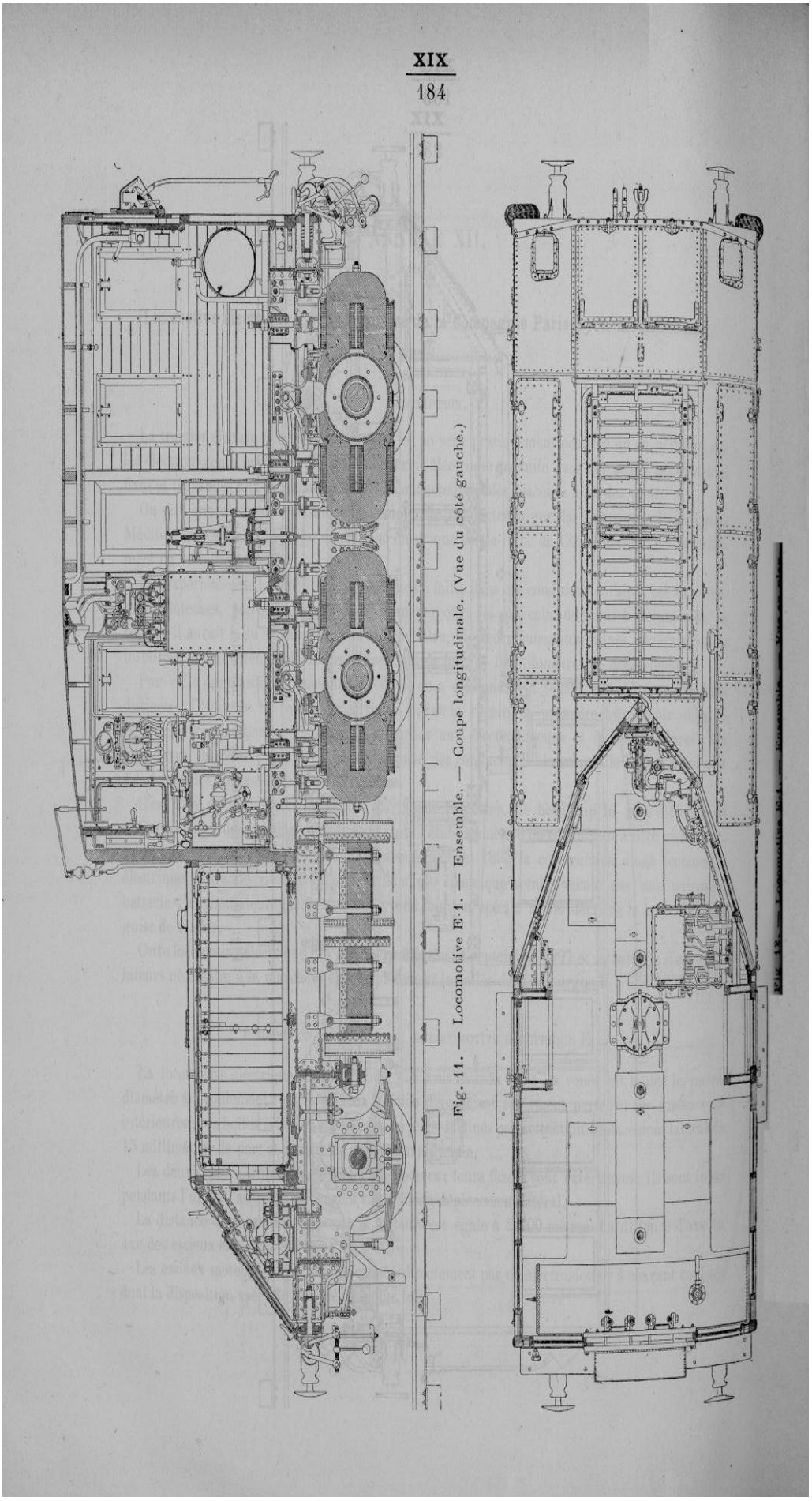


Fig. 11. — Locomotive E-1. — Ensemble. — Coupe longitudinale. (Vue du côté gauche.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

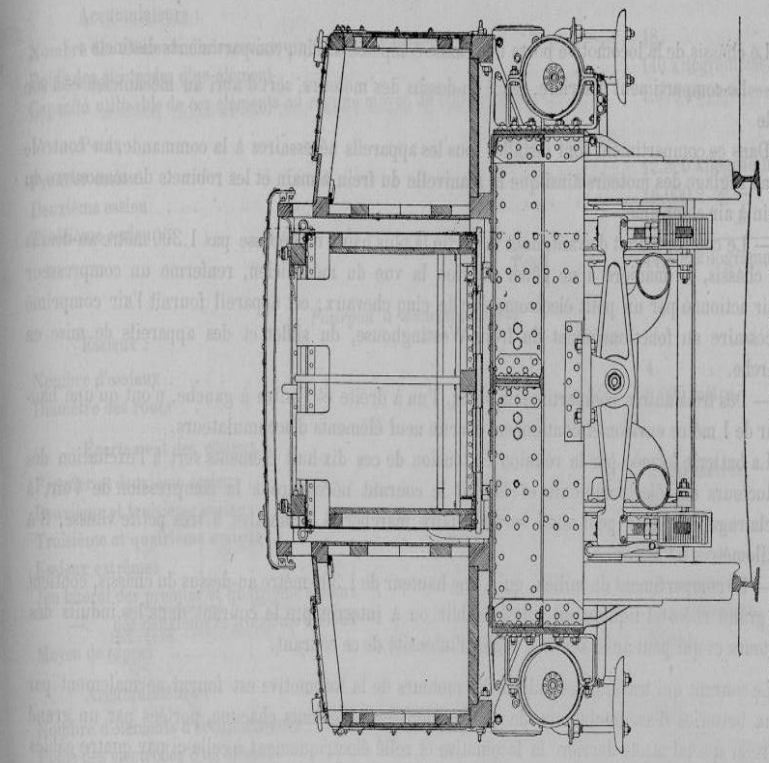


Fig. 14. — Coupe transversale à l'avant des réservoirs du rhéostat.

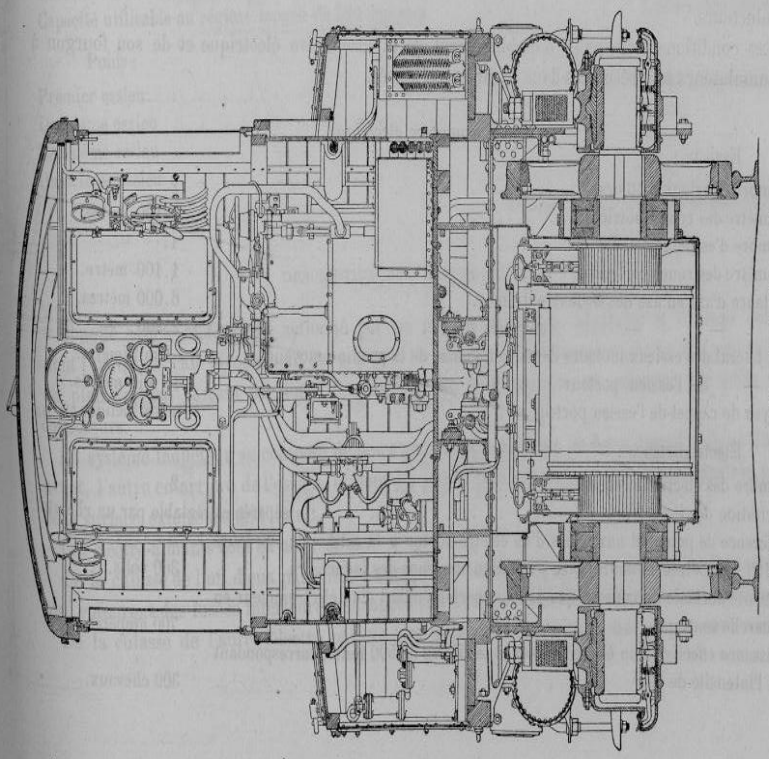


Fig. 13. — Coupe par l'axe du deuxième essieu.

Fig. 13 et 14. — Locomotive E-1. — Ensemble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le châssis de la locomotive porte une caisse composée de cinq compartiments distincts :

— Le compartiment d'arrière, placé au-dessus des moteurs, sert d'abri au mécanicien et à son aide.

Dans ce compartiment sont installés tous les appareils nécessaires à la commande, au contrôle et au réglage des moteurs ainsi que la manivelle du frein à main et les robinets de manœuvre du frein à air comprimé.

— Le compartiment d'avant, dont la partie la plus haute ne dépasse pas 1.300 mètre au-dessus du châssis, de manière à ne gêner en rien la vue du mécanicien, renferme un compresseur d'air actionné par un petit électromoteur de cinq chevaux ; cet appareil fournit l'air comprimé nécessaire au fonctionnement du frein Westinghouse, du sifflet et des appareils de mise en marche.

— Des trois autres compartiments, deux, l'un à droite et l'autre à gauche, n'ont qu'une hauteur de 1 mètre environ et contiennent chacun neuf éléments d'accumulateurs.

La batterie formée par la réunion en tension de ces dix-huit éléments sert à l'excitation des inducteurs des électromoteurs et fournit le courant nécessaire à la compression de l'air, à l'éclairage, etc. Elle peut aussi servir à faire marcher la locomotive à très petite vitesse, 3 à 6 kilomètres à l'heure.

— Le compartiment du milieu, qui a une hauteur de 1.300 mètre au-dessus du châssis, contient un grand rhéostat liquide qui sert à établir ou à interrompre le courant dans les induits des moteurs et qui peut aussi servir à régler l'intensité de ce courant.

Le courant qui traverse les induits des moteurs de la locomotive est fourni normalement par deux batteries d'accumulateurs de quatre-vingt-seize éléments chacune, portées par un grand fourgon spécial attelé derrière la locomotive et relié électriquement à celle-ci par quatre câbles conducteurs.

Les conditions principales d'établissement de la locomotive électrique et de son fourgon à accumulateurs sont résumées dans le tableau ci-après.

Locomotive électrique.

Essieux :	
Nombre d'essieux moteurs	2.
Diamètre des roues motrices	1.100 mètre.
Nombre d'essieux porteurs	1.
Diamètre des roues porteuses	1.100 mètre.
Distance d'axe en axe des essieux extrêmes	6.000 mètres.
— — moteurs	2.200 —
Jeu latéral des essieux moteurs de part et d'autre de la position moyenne	1 millimètre.
— de l'essieu porteur — — —	16 millimètres.
Moyen de rappel de l'essieu porteur	plans inclinés au $^1/_{10}$.
Électromoteurs :	
Nombre des électromoteurs	2.
Excitation des inducteurs	séparée et réglable par un rhéostat.
Différence de potentiel aux balais d'un électromoteur à la vitesse de 500 tours (103 kilomètres à l'heure) avec excitation moyenne des inducteurs	360 volts.
Intensité normale du courant que peut supporter l'induit d'un électromoteur en marche continue	700 ampères.
Puissance effective d'un électromoteur, à la vitesse de 500 tours, correspondant à l'intensité de 700A	300 chevaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Accumulateurs :

Nombre des éléments d'accumulateurs portés par la locomotive	18.
Poids des électrodes d'un élément	140 kilogrammes.
Capacité utilisable de ces éléments au régime moyen de 500 ampères	1,500 ampèreheures.

Poids :

Premier essieu	12,500 kilogrammes.
Deuxième essieu	16,000 —
Troisième essieu	16,000 —
Total	44,500 kilogrammes.

Fourgon à accumulateurs.

Essieux :

Nombre d'essieux	4.
Diamètre des roues	0.990 mètre.

Écartement des essieux :

Premier et deuxième essieux	2.100 mètres.
Deuxième et troisième essieux	2.900 —
Troisième et quatrième essieux	2.100 —
Essieux extrêmes	7.100 —
Jeu latéral des premier et quatrième essieux	1 millimètre.
— des deuxième et troisième essieux	17 millimètres.
Moyen de rappel	Néant.

Accumulateurs :

Nombre d'éléments d'accumulateurs	192.
Poids des électrodes d'un élément	90 kilogrammes.
Capacité utilisable au régime moyen de 500 ampères	1,000 ampèreheures.

Poids :

Premier essieu	11,500 kilogrammes.
Deuxième essieu	11,500 —
Troisième essieu	11,480 —
Quatrième essieu	11,400 —
Total	45,800 kilogrammes.

DESCRIPTION DES ÉLECTROMOTEURS.

Chaque essieu moteur est actionné par un moteur électrique bipolaire à courant continu dont l'induit est calé directement sur son axe. Ce moteur est entièrement symétrique par rapport au plan vertical passant par l'axe longitudinal de la locomotive et comporte par suite deux collecteurs.

Le système inducteur se compose de deux gros électro-aimants en fer à cheval, placés l'un en avant, l'autre en arrière de l'essieu, et dont les pièces polaires embrassent la plus grande partie de la surface extérieure de l'induit.

Ces électro-aimants sont en acier doux.

De la culasse de l'un d'eux partent des appendices terminés par des têtes munies de coussinets qui entourent des fusées intérieures ménagées sur l'essieu entre les collecteurs et les moyeux.

De la culasse de l'autre électro partent des appendices terminés chacun par une sorte de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

demi-collier concentrique à la fois à la fusée correspondante et à la partie extérieure de la tête de l'appendice en regard.

Un système de bielles, de balanciers et de ressorts à boudin applique fortement les demi-colliers sur les têtes en regard, tout en n'apportant aucun obstacle aux changements possibles d'orientation des électros autour de l'axe de l'essieu.

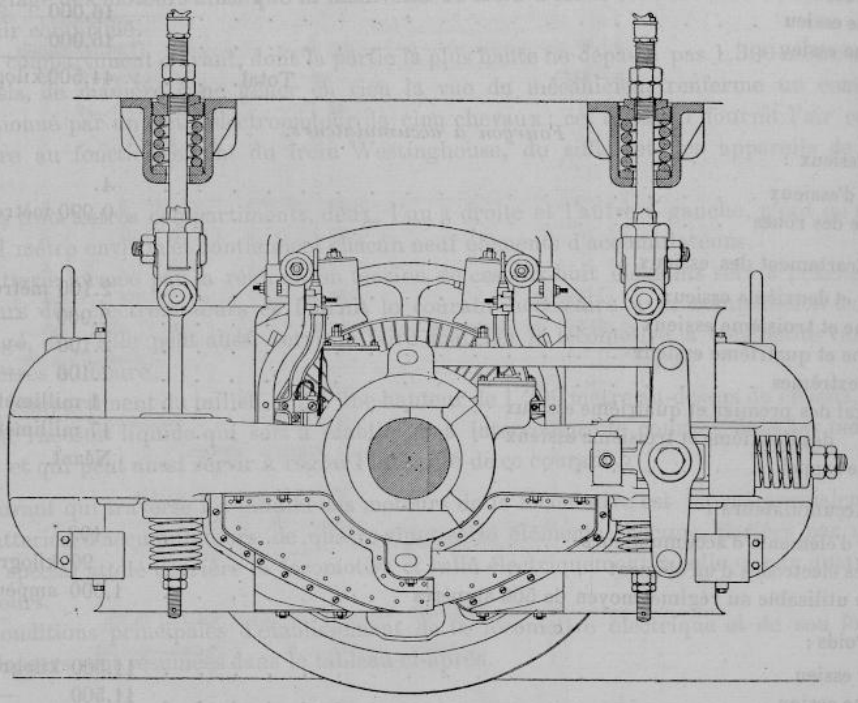


Fig. 15.

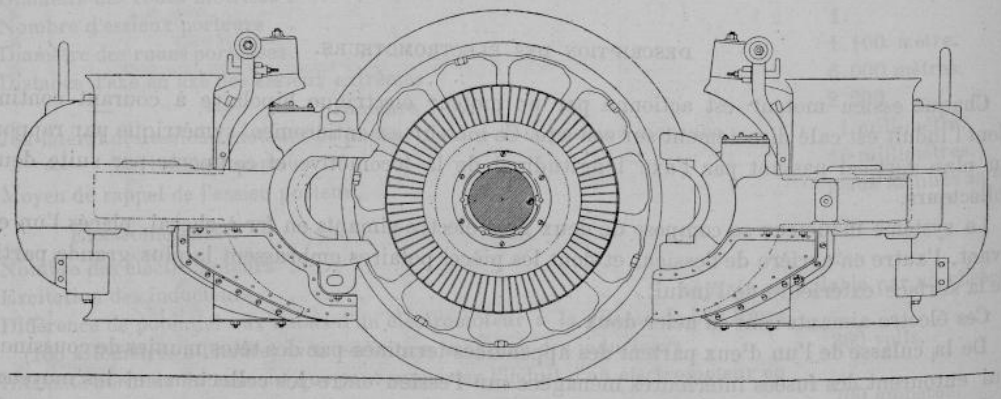


Fig. 16.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

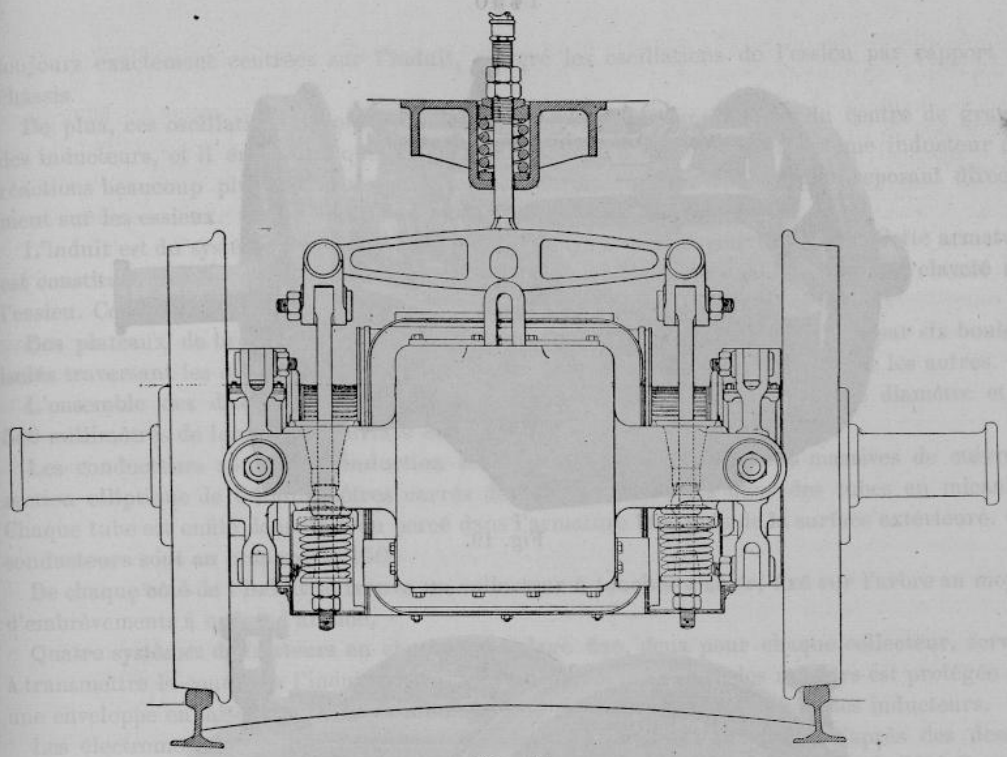


Fig. 17.

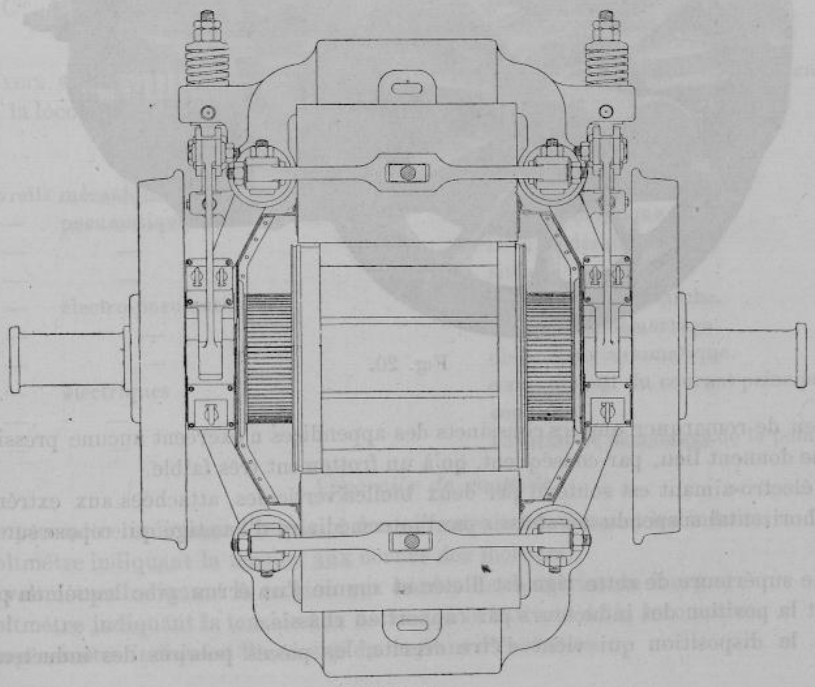


Fig. 18.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

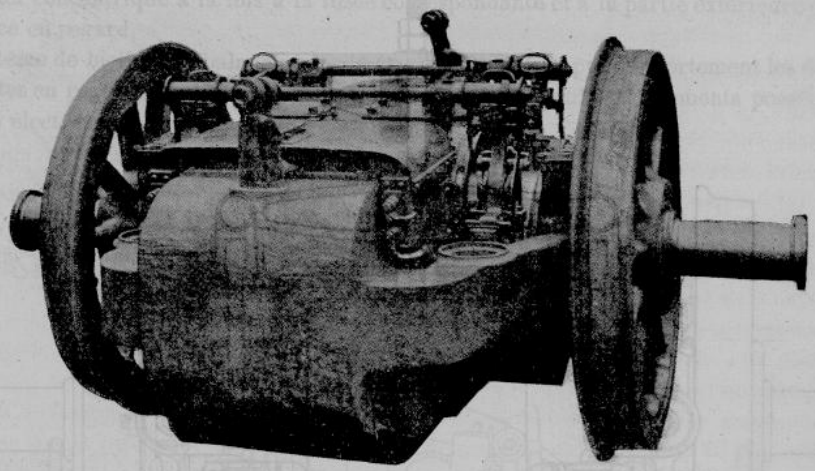


Fig. 19.

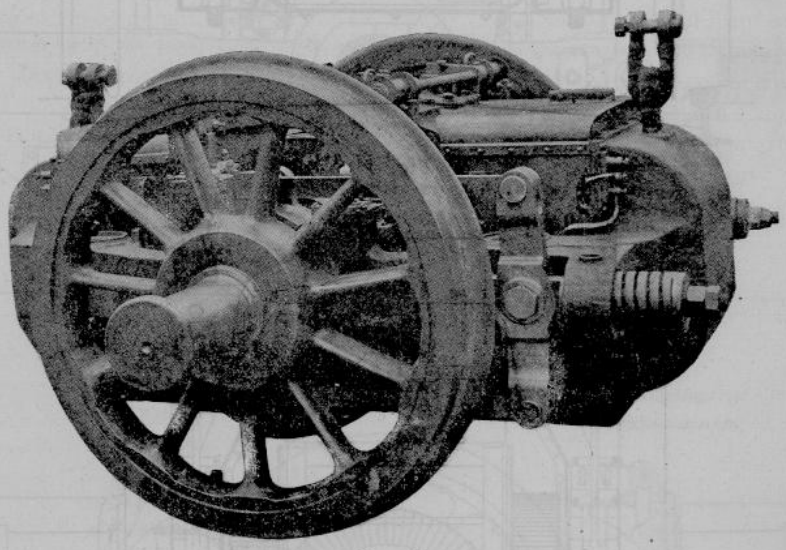


Fig. 20.

Il y a lieu de remarquer que les coussinets des appendices n'exercent aucune pression sur les fusées et ne donnent lieu, par conséquent, qu'à un frottement très faible.

Chaque électro-aimant est soutenu par deux bielles verticales, attachées aux extrémités d'un balancier horizontal suspendu au châssis par l'intermédiaire d'une tige qui repose sur un ressort à boudin.

La partie supérieure de cette tige est filetée et munie d'un écrou avec lequel on peut régler exactement la position des inducteurs par rapport au châssis.

Grâce à la disposition qui vient d'être décrite, les pièces polaires des inducteurs restent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours exactement centrées sur l'induit, malgré les oscillations de l'essieu par rapport au châssis.

De plus, ces oscillations ne produisent aucun déplacement appréciable du centre de gravité des inducteurs, et il en résulte que les essieux supportent de la part du système inducteur des réactions beaucoup plus faibles qui si ce système formait un ensemble rigide reposant directement sur les essieux.

L'induit est du système Brown à conducteurs enfermés dans l'armature de fer. Cette armature est constituée par des disques minces en tôle de fer empilés sur manchon en bronze claveté sur l'essieu. Ces disques sont séparés les uns des autres par une mince feuille de papier.

Des plateaux de bronze, solidaires de chaque moitié du manchon et réunis par six boulons isolés traversant les disques, maintiennent ceux-ci fortement serrés les uns contre les autres.

L'ensemble des disques en tôle forme un cylindre de 690 millimètres de diamètre et de 540 millimètres de longueur à surface extérieure complètement lisse.

Les conducteurs soumis à l'induction sont constitués par des barres massives de cuivre à section elliptique de 64 millimètres carrés de section enfermées dans des tubes en micanite. Chaque tube est enfilé dans un trou percé dans l'armature très près de la surface extérieure. Ces conducteurs sont au nombre de 150.

De chaque côté de l'induit se trouve un collecteur à touches d'acier, fixé sur l'arbre au moyen d'embrèvements à queue d'aronde.

Quatre systèmes de frotteurs en charbon, à calage fixe, deux pour chaque collecteur, servent à transmettre le courant à l'induit. Enfin, toute la partie inférieure des moteurs est protégée par une enveloppe en laiton, disposée de manière à ne pas gêner les oscillations des inducteurs.

Les électromoteurs de la locomotive électrique E-1 ont été construits d'après des dessins d'ensemble fournis par la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée dans les ateliers de MM. Sautter-Harlé et Cie, à Paris.

APPAREILS DE MANŒUVRE ET DE CONTRÔLE.

Les divers appareils de manœuvre et de contrôle mis à la disposition du mécanicien pour conduire la locomotive électrique E-1 peuvent être classés de la manière suivante :

Appareils de manœuvre.

Appareils mécaniques	frein à main.
— pneumatiques	frein automatique.
— —	frein modérable.
— —	sifflet.
— électro-pneumatiques	changement de marche.
— —	rhéostat de démarrage.
— —	disjoncteur automatique.
— électriques	commutateur du courant principal.
— —	coupleur.
— —	rhéostat de démarrage de la pompe à air

Appareils de contrôle.

Un ampèremètre indiquant l'intensité du courant total traversant les induits.
Un voltmètre indiquant la tension aux bornes des moteurs.
Deux voltmètres indiquant la tension aux bornes des batteries du fourgon.
Un voltmètre indiquant la tension aux bornes de la batterie de la locomotive.
Un ampèremètre indiquant l'intensité du courant d'excitation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un ampèremètre indiquant l'intensité du courant qui alimente le moteur de la pompe.

On voit, par l'énumération qui précède, qu'indépendamment des freins automatique et modérable et du sifflet, l'air comprimé est nécessaire au fonctionnement de l'appareil de changement de marche, du rhéostat de démarrage et du disjoncteur automatique.

Les appareils de contrôle, ainsi que les freins à main et à air comprimé et le sifflet, ne présentent rien de particulier.

CHANGEMENT DE MARCHE.

L'appareil de changement de marche est manœuvré au moyen d'un levier A qui peut occuper trois positions :

Lorsque ce levier est incliné en avant et à fond de course, il appuie sur la tige d'une soupape *a* qui envoie de l'air comprimé dans deux des cylindres d'un commutateur pneumatique à mercure, lequel établit le courant d'excitation des inducteurs dans le sens voulu pour la marche en avant.

Lorsque le levier est incliné en arrière et à fond de course, il appuie sur la tige d'une deuxième soupape *b* qui envoie de l'air comprimé dans les deux autres cylindres du commutateur pneumatique à mercure, lequel établit le courant d'excitation des inducteurs dans le sens voulu pour la marche en arrière.

Lorsque le levier est vertical, il n'appuie sur aucune des deux soupapes et celles-ci mettent les cylindres du commutateur pneumatique à mercure en communication avec l'atmosphère, et le courant d'excitation des inducteurs est coupé.

La figure 21 montre clairement la disposition du commutateur pneumatique à mercure.

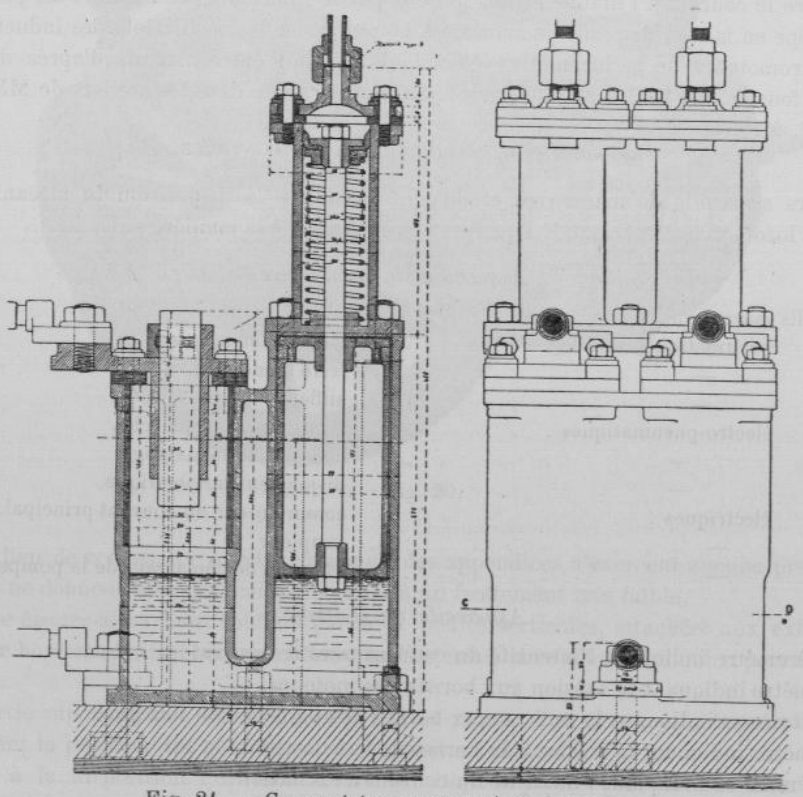


Fig. 21. — Commutateur pneumatique à mercure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet appareil présente ceci de particulier que la fermeture et la rupture du courant d'excitation s'opèrent au moyen d'un bain de mercure dont on fait varier le niveau au moyen de plongeurs actionnés par des pistons sur lesquels agit l'air comprimé.

Lorsqu'on élève le niveau du mercure, le circuit d'excitation est fermé.

Lorsqu'on veut ouvrir le circuit d'excitation on laisse échapper l'air comprimé et des ressorts convenablement disposés font remonter les plongeurs, ce qui a pour résultat d'abaisser le niveau du mercure.

Comme le fonctionnement du commutateur pneumatique exige une ou deux secondes, on risquerait, en portant trop vivement le levier de changement de marche de la position avant à la position arrière ou inversement, de mettre en court-circuit la batterie de la locomotive, ce qui aurait de graves inconvénieuts.

Pour éviter toute chance d'accident provenant d'une manœuvre trop rapide du levier, un verrou électrique *e* placé sur le guide du levier, et actionné par un courant dérivé pris aux bornes des inducteurs, empêche le levier de dépasser la position verticale tant que le courant d'excitation n'est pas coupé.

RHÉOSTAT DE DÉMARRAGE.

Ce rhéostat, intercalé dans le circuit des induits des moteurs, permet de faire varier, d'une façon continue, l'intensité du courant et de l'annuler tout à fait sans production d'étincelles.

Il est constitué par une cuve rectangulaire BB en tôle de fer d'une capacité de 2 mètres cubes environ, placée dans le compartiment du milieu, en avant de l'abri du mécanicien; cette cuve repose sur des tasseaux en bois et caoutchouc et est, par suite, complètement isolée. Dans l'intérieur sont rangées vingt lames de plomb disposées verticalement à la façon des électrodes d'un accumulateur et séparées les unes des autres par un intervalle de 10 centimètres.

Dix de ces lames communiquent entre elles et avec l'une des sections du circuit; les dix autres lames communiquent entre elles et avec la deuxième section du circuit.

Un réservoir en tôle CC, isolé, est suspendu sous le châssis au-dessous de la cuve rectangulaire et communique avec cette dernière au moyen de deux gros tuyaux D de 15 centimètres de diamètre qui pénètrent jusqu'au fond du réservoir; de l'eau, contenant en dissolution une certaine quantité de carbonate de soude, remplit le réservoir intérieur et le fond de la cuve, sans toutefois atteindre le bas des lames de plomb.

Au réservoir est adapté un tuyau sur lequel est monté un robinet à trois voies E, dit robinet de manœuvre, qui permet de mettre le réservoir en communication soit avec l'atmosphère, soit avec un deuxième robinet à soupape, F. En appuyant sur le levier de ce dernier robinet on met en communication le réservoir inférieur du rhéostat avec le réservoir d'air comprimé de la locomotive, lorsque le robinet de manœuvre a été préalablement mis dans la position convenable, c'est-à-dire lorsque sa poignée est horizontale.

Lorsque cette communication est établie, l'air comprimé pénètre dans le réservoir et refoule l'eau dans la cuve rectangulaire; dès que le niveau de la solution de carbonate de soude atteint le bas des lames de plomb, le courant est établi et son intensité augmente rapidement en même temps que monte le niveau de la solution de carbonate de soude.

Lorsque le niveau est près d'atteindre le haut des lames de plomb, la solution baigne le bas d'une lame auxiliaire en plomb, ce qui a pour effet de fermer un circuit local.

Le courant qui traverse ce circuit, fait fonctionner un appareil spécial qui met en court-circuit les deux séries de lames de plomb du rhéostat et en outre allume une lampe à incandescence, dite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lampe témoin, placée devant le mécanicien ; le mécanicien est ainsi averti que la cuve est pleine et qu'il faut cesser d'appuyer sur le levier du robinet à soupape.

Lorsqu'on veut interrompre le courant, il suffit de mettre la poignée du robinet de manœuvre dans la position verticale, ce qui a pour effet de laisser échapper l'air qui remplit le réservoir placé au-dessous de la cuve. La solution de carbonate de soude descend rapidement. La lampe témoin s'éteint tout d'abord et le court-circuit est supprimé. La résistance du rhéostat augmente progressivement par suite de l'abaissement du niveau de l'eau et le courant est enfin coupé tout à fait.

Nota. — Le rhéostat liquide, dont la description précède, sert principalement à établir ou à supprimer progressivement le courant lors des démarrages ou des arrêts. On peut aussi s'en servir pour régler l'intensité du courant en arrêtant le niveau de la solution de carbonate de soude à différentes hauteurs; toutefois ce moyen de réglage de l'intensité du courant ne doit être employé que lorsqu'il est impossible de faire autrement, parce qu'il occasionne une dépense inutile d'energie.

DISJONCTEUR AUTOMATIQUE.

Cet appareil a pour but d'empêcher l'intensité du courant débité par les accumulateurs du fourgon d'atteindre une valeur exagérée, soit par suite d'une résistance anormale du train, soit par suite d'une fausse manœuvre de la part du mécanicien, soit pour toute autre cause.

Il est essentiellement constitué de la manière suivante :

Sur chacun des gros conducteurs venant des batteries du fourgon est intercalé un relai électromagnétique G réglable au moyen d'un ressort que l'on tend plus ou moins. Lorsque l'intensité du courant atteint 1,200 ampères dans l'un ou l'autre des conducteurs, le relai correspondant ferme le circuit d'un électro-aimant tubulaire qui attire vivement son armature, ce qui a pour effet de déclencher une soupape à ressort qui, dans sa position habituelle, ferme l'orifice d'un tuyau branché sur le tuyau qui relie le réservoir inférieur du rhéostat au robinet de manœuvre. L'air contenu dans le réservoir s'échappe aussitôt, l'eau qui remplissait la cuve redescend dans le réservoir et l'intensité du courant baisse rapidement jusqu'à zéro.

Lorsque le disjoncteur a fonctionné, le mécanicien peut le réenclencher de suite, s'il le juge nécessaire, en appuyant avec le pied sur un levier qui surmonte la soupape.

COMMUTATEUR DU COURANT PRINCIPAL.

Cet appareil n'est autre chose qu'un grand commutateur à deux directions, de forme spéciale, qui permet d'alimenter les électromoteurs, soit avec les batteries du fourgon, soit avec la batterie de la locomotive. Il est manœuvré au moyen d'une poignée H qui peut occuper deux positions. Lorsque la poignée est en avant, les induits des électromoteurs ne peuvent être traversés que par le courant fourni par les batteries du fourgon. Lorsque la poignée est en arrière, les induits des électromoteurs ne peuvent être traversés que par le courant fourni par la batterie de la locomotive.

COUPLEUR.

Le coupleur est une sorte de commutateur multiple qui sert à grouper de différentes manières les moteurs de la locomotive et les batteries du fourgon.

Il est manœuvré au moyen d'un levier K qui peut occuper trois positions, 1, 2, 3.

Lorsque le levier est dans la position 1, les deux batteries du fourgon sont couplées en parallèle et les deux moteurs sont couplés en série.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque le levier est dans la position 2, les deux batteries du fourgon sont couplées en série et les deux moteurs sont couplés en série.

Lorsque le levier est dans la position 3, les deux batteries du fourgon sont couplées en série et les deux moteurs sont couplés en parallèle.

RHÉOSTAT DE DÉMARRAGE DE LA POMPE A AIR.

La pompe à air est actionnée par un moteur excité en dérivation qui est gouverné par un rhéostat à manette L servant, non seulement à la mise en route, mais aussi, le cas échéant, au réglage de la vitesse de la pompe.

La manœuvre de ce rhéostat ne présente rien de particulier.

ENCLENCHEMENTS RÉCIPROQUES DES APPAREILS DE MISE EN MARCHE.

Afin d'éviter les fausses manœuvres qui pourraient avoir des conséquences désastreuses pour la conservation des appareils ou des batteries, les différents appareils de mise en marche sont enclenchés entre eux.

La figure 22 montre la disposition générale des enclenchements des appareils de mise en marche.

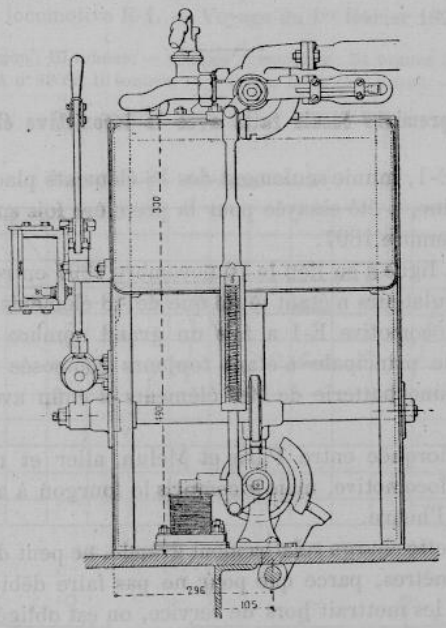


Fig. 22. — Disposition des enclenchements des appareils de mise en marche.

Les enclenchements sont disposés de telle sorte que :

Lorsque le levier de changement de marche est incliné en avant ou en arrière, c'est-à-dire lorsque les inducteurs des moteurs sont excités, on peut actionner librement le robinet de manœuvre, mais la manette du commutateur ne peut être changée de position.

Lorsque le levier de changement de marche est vertical, on peut manœuvrer le levier du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coupleur ainsi que la manette du commutateur, mais on ne peut remuer la manette du robinet de manœuvre qui occupe nécessairement alors la position verticale.

Enfin, lorsque la poignée du robinet de manœuvre est horizontale, le levier de changement de marche et le levier du coupleur ne peuvent être bougés ; il en est de même de la manette du commutateur.

ACCUMULATEURS.

Ainsi que nous l'avons dit en commençant, la batterie de la locomotive se compose de dix-huit éléments et les deux batteries du fourgon se composent chacune de quatre-vingt-seize éléments.

Ces éléments, qui sont contenus dans des bacs en bois imprégné doublés de plomb et de celluloïd établis par la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, ont été construits par la Société des accumulateurs Fulmen, sur un type spécial, en vue des régimes de décharge extrêmement élevés qu'ils ont à supporter.

Les électrodes négatives sont enveloppées dans des sacs en celluloïd perforé ; les électrodes positives sont enveloppées dans des sacs en celluloïd perforé garnis d'une toile d'amiante à l'intérieur.

Les électrodes positives et négatives sont séparées les unes des autres par des baguettes carrées en celluloïd qui maintiennent rigoureusement les intervalles.

Les bacs sont entièrement découverts afin de permettre un contrôle facile de l'état des électrodes et de la densité du liquide.

Résultats des premiers essais faits avec la locomotive électrique E 1.

La locomotive électrique E-1, munie seulement des 18 éléments placés dans les compartiments latéraux à l'avant de la cabine, a été essayée pour la première fois sur les voies de l'atelier des machines de Paris le 14 septembre 1897.

Son premier voyage sur la ligne a eu lieu le 26 novembre 1897 entre Paris et Villeneuve-Saint-Georges, le fourgon à accumulateurs n'étant muni que de 48 éléments.

Depuis cette époque, la locomotive E-1 a fait un grand nombre de voyages, d'abord entre Paris et Brunoy, la batterie principale n'étant toujours composée que de 48 éléments, puis entre Paris et Melun avec une batterie de 100 éléments et enfin avec la batterie complète de 192 éléments.

La charge maximum remorquée entre Paris et Melun, aller et retour, a été jusqu'ici de 147 tonnes (non compris la locomotive, mais y compris le fourgon à accumulateurs), à la vitesse moyenne de 45 kilomètres à l'heure.

La vitesse moyenne, avec cette charge relativement grande, ne peut dans les conditions actuelles dépasser beaucoup 45 kilomètres, parce que pour ne pas faire débiter aux accumulateurs un courant trop intense, ce qui les mettrait hors de service, on est obligé de marcher au cran 2 du coupleur, c'est-à-dire de maintenir les électromoteurs couplés en série.

En marchant avec les électromoteurs couplés en parallèle, on atteint facilement en palier la vitesse de 100 kilomètres à l'heure avec une charge remorquée de 100 tonnes (non compris la locomotive, mais y compris le fourgon à accumulateurs), et on a reconnu qu'à cette vitesse les électromoteurs se comportaient parfaitement bien et qu'il serait possible de marcher beaucoup plus vite si la différence de potentiel utile, aux bornes des accumulateurs, ne baissait pas notablement lorsqu'on force le débit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

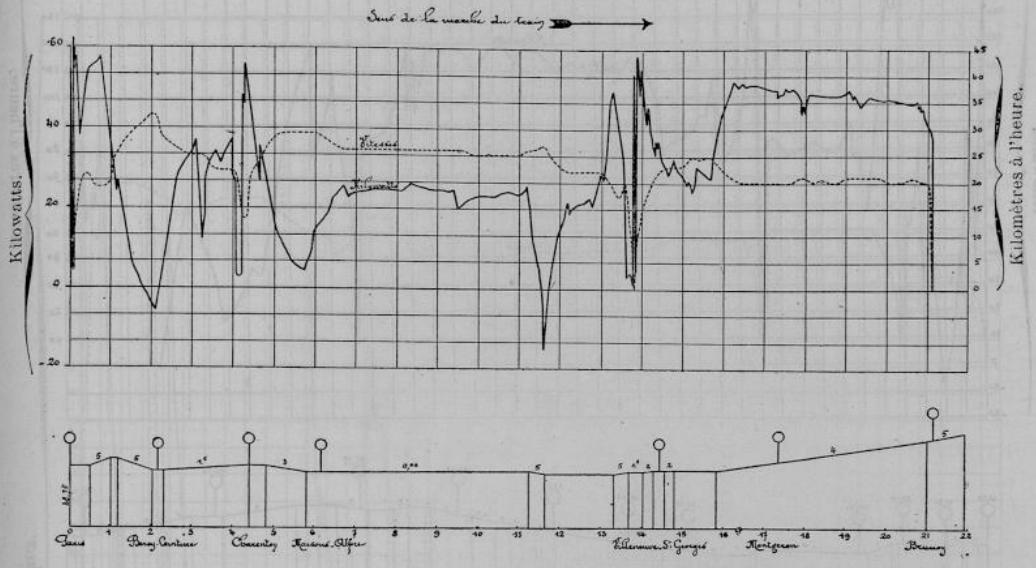


Fig. 23. — Essais de la locomotive E-1. — Voyage du 1er février 1898 de Paris à Brunoy.

Poids de la machine et de son fourgon : 67 tonnes. — Charge remorquée : 54 tonnes (Dynamomètre n° 2, 16 tonnes, — D Dif.-n° 5836, 11 tonnes, — AA n° 12069, 16 tonnes, — D Dif.-n° 5869, 11 tonnes). — Énergie dépensée : 30,430 kilowattheures.

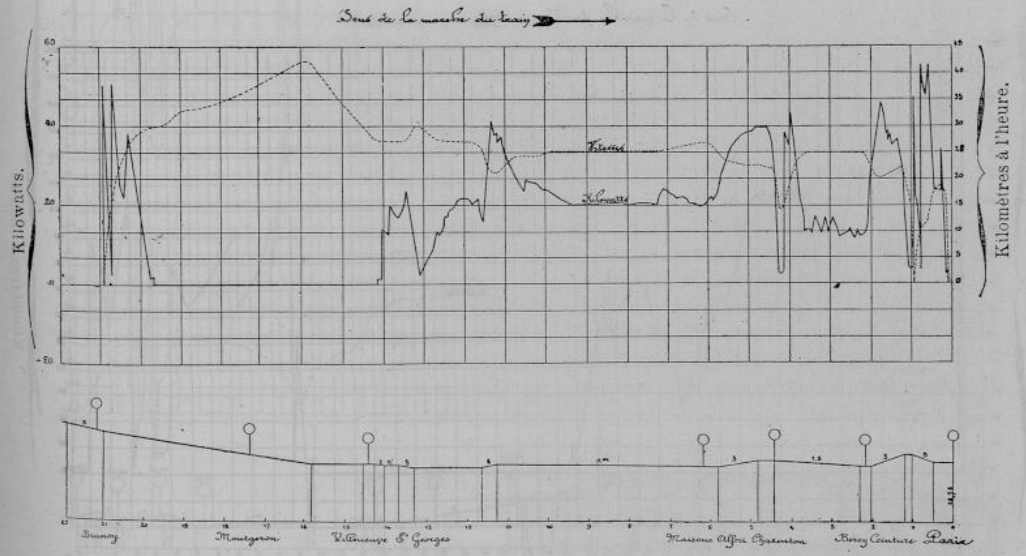


Fig. 24. — Essais de la locomotive E-1. — Voyage du 1er février 1898 de Brunoy à Paris.

Poids de la machine et de son fourgon : 67 tonnes. — Charge remorquée : 54 tonnes (Dynamomètre n° 2, 16 tonnes, — D Dif.-5836, 11 tonnes, — AA-n°12039, 16 tonnes. — D Dif.-n° 5830, 11 tonnes). — Énergie dépensée : 16,430 kilowattheures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

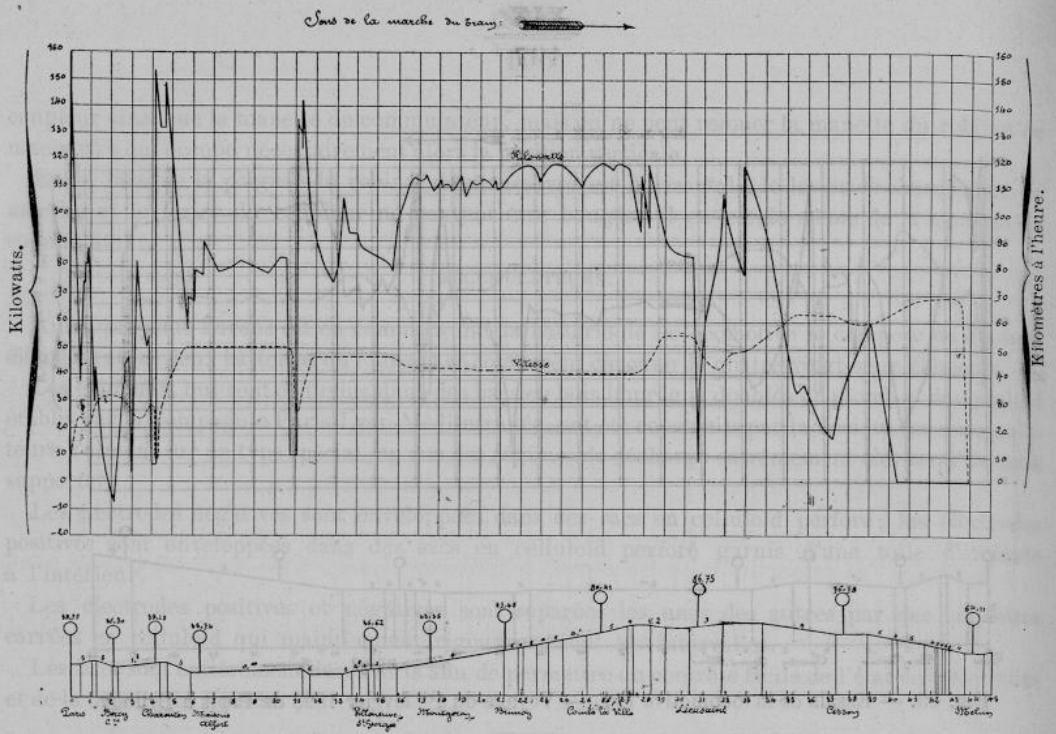


Fig. 25. — Essais de la locomotive E-1. — Voyage du 18 mars 1898 de Paris à Melun.

Poids de la machine et de son fourgon : 74 tonnes. — Charge remorquée : 54 tonnes (Dynamomètre n° 2, 16 tonnes, — DDif.-5734, 11 tonnes, — AA-12025, 16 tonnes, — DDif.-16936, 11 tonnes). — Energie dépensée : 80,890 kilowattheures.

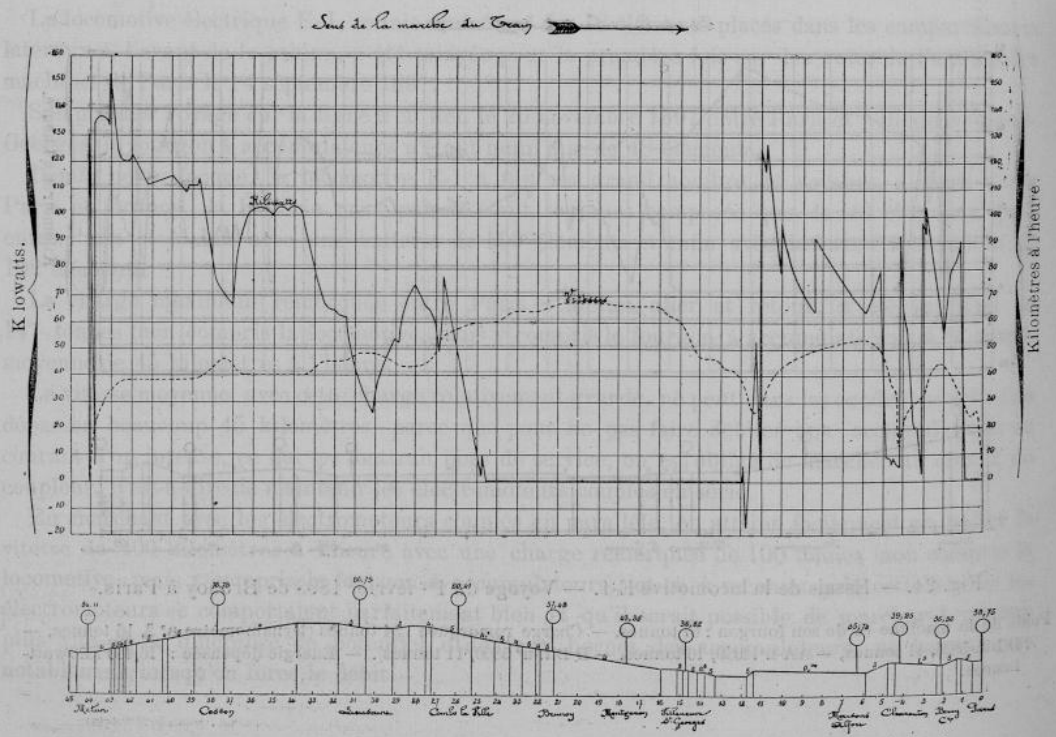


Fig. 26. — Essais de la locomotive E-1. — Voyage du 18 mars 1898 de Melun à Paris.

Poids de la machine et de son fourgon : 74 tonnes. — Charge remorquée : 54 tonnes (Dynamomètre n° 2, 16 tonnes. — DDif.-5734, 11 tonnes, — AA-12025, 16 tonnes, — DDif.-16936, 11 tonnes). — Énergie dépensée : 60,230 kilowattheures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

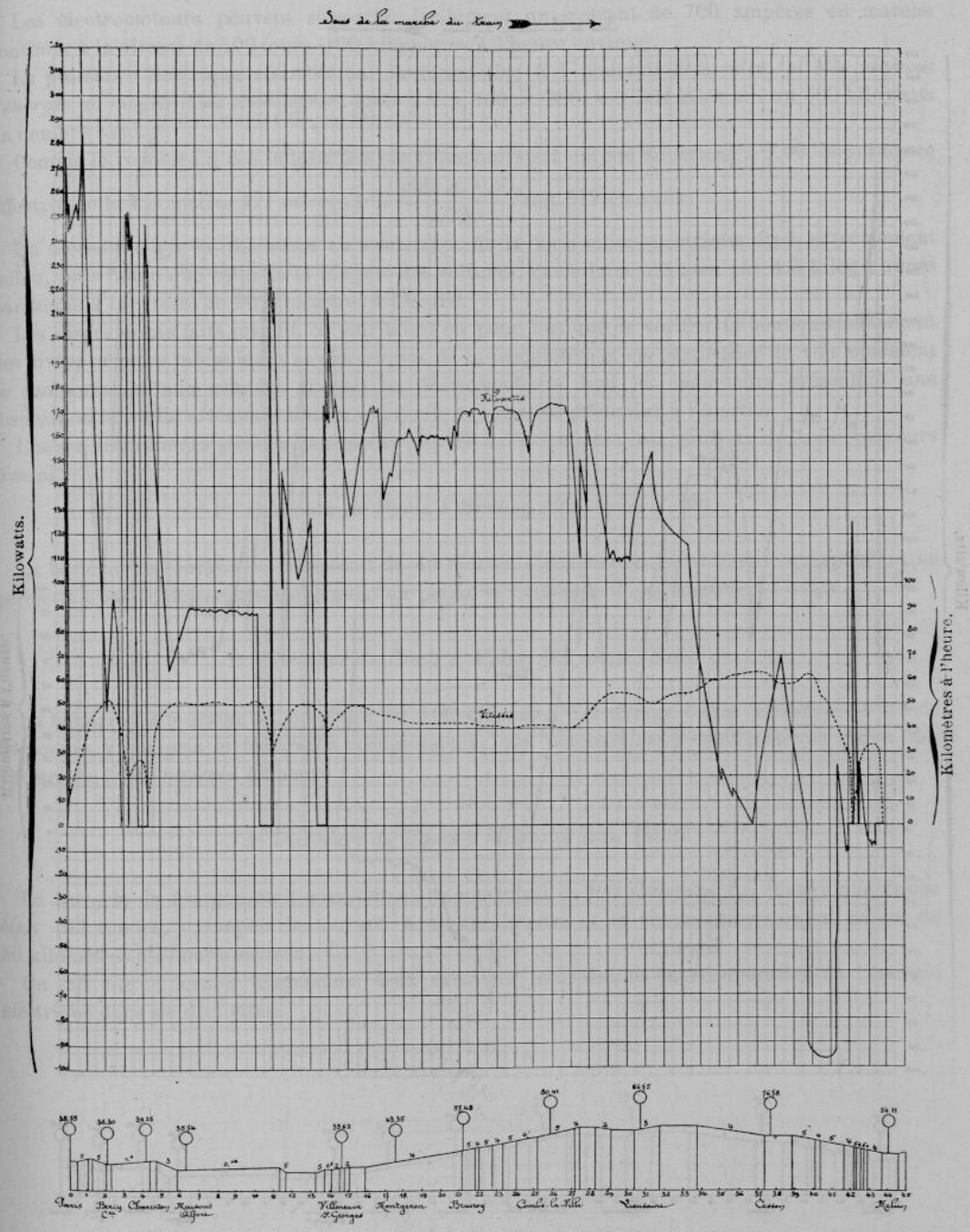


Fig. 27. — Essais de la locomotive E-1. — Voyage du 8 juin 1898 de Paris à Melun.

Poids de la machine et de son fourgon : 90 tonnes. — Charge remorquée : 102 tonnes. (Dynamomètre n° 2, 16 tonnes, — deux fourgons DDif., 22 tonnes, — quatre voitures AA, 64 tonnes). — Énergie dépensée : 112,340 kilowattheures.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

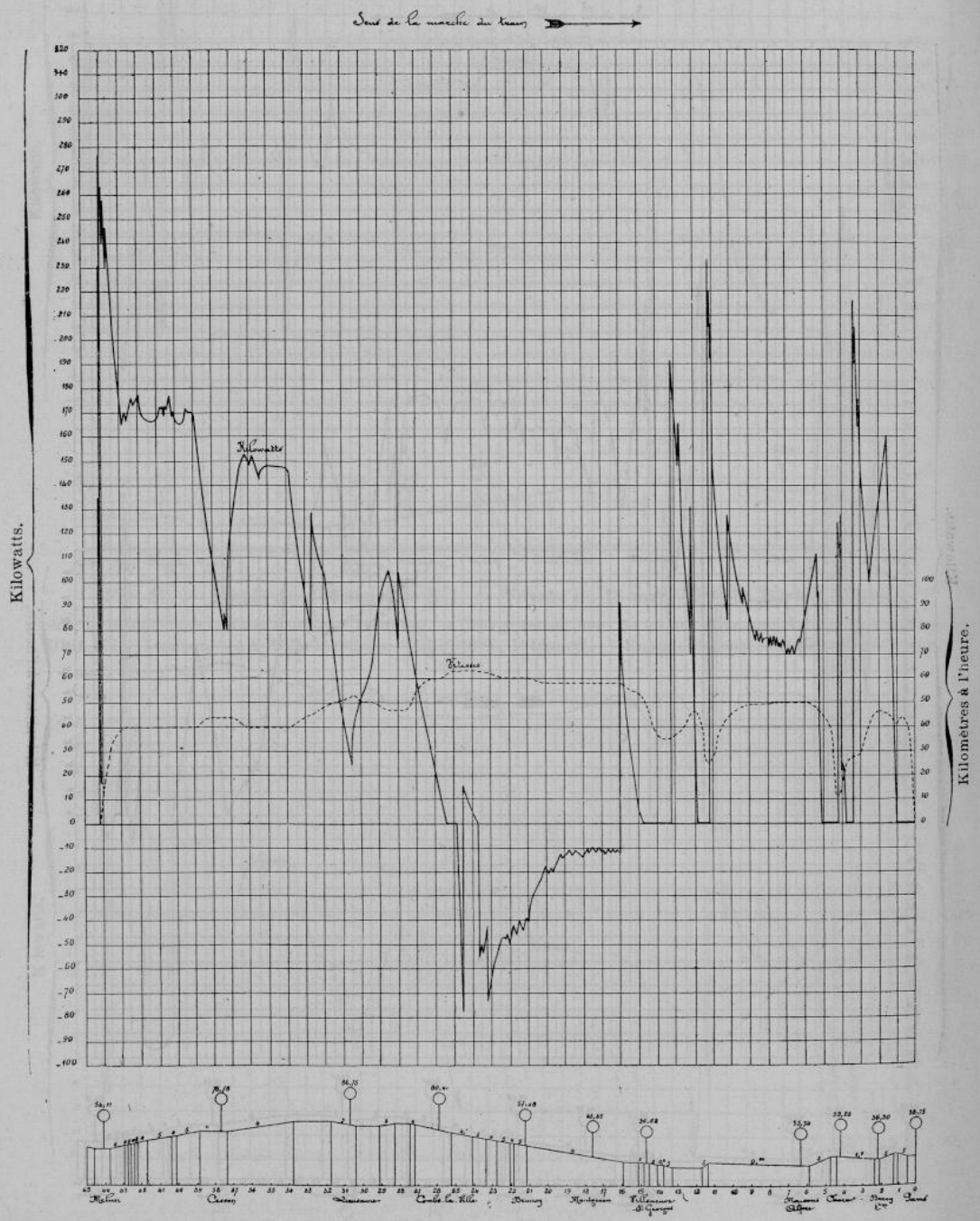


Fig. 28. — Essais de la locomotive E-1. — Voyage du 8 juin 1898 de Melun à Paris.

Poids de la machine et de son fourgon : 90 tonnes. — Charge remorquée : 102 tonnes. (Dynamomètre n° 2, 16 tonnes. — deux fourgons DDif., 22 tonnes, — quatre voitures AA, 64 tonnes.) — Énergie dépensée : 88,520 kilowattheures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les électromoteurs peuvent supporter facilement un courant de 700 ampères en marche continue à la vitesse de 500 tours (100 kilomètres à l'heure environ).

La puissance électrique absorbée par la locomotive E-1 pourrait donc être, *si elle recevait l'énergie au moyen d'un conducteur*, égale à $2 \times 700 \times 360$, soit 504 kilowatts ou 500 kilowatts en nombre rond.

Comme le rendement des induits des électromoteurs est un peu supérieur à 0.90, la puissance effective de la locomotive E-1 est égale à $\frac{500 \times 0,9}{0,736}$, soit 611 chevaux.

On a constaté que la résistance au roulement de la locomotive électrique était extrêmement faible, plus faible que celle de la plupart des voitures, car elle ne dépasse pas 4.5 kilogrammes par tonne à la vitesse de 90 kilomètres à l'heure.

Les divers essais faits jusqu'à ce jour n'ont eu pour but que de vérifier le bon fonctionnement des divers organes mécaniques et électriques de la locomotive et en particulier de voir comment se comportaient aux grandes vitesses les électromoteurs dont les inducteurs présentent une disposition nouvelle atténuant dans une grande mesure les effets dus à l'inertie.

Les six diagrammes joints à ce rapport (fig. 23 à 28) donnent les résultats de trois parcours d'essai.

1° *Parcours de Paris à Brunoy (1er février 1898).*

La batterie du fourgon se composait de 48 éléments seulement. Le voltage correspondant ne permettait pas de dépasser sensiblement en palier la vitesse de 25 kilomètres à l'heure.

2° *Parcours de Paris à Melun (18 mars 1898).*

La batterie du fourgon se composait de 100 éléments. La charge totale remorquée était de 84 tonnes y compris le fourgon à accumulateurs. On obtenait assez facilement en palier des vitesses de 50 kilomètres à l'heure.

3° *Parcours de Paris à Melun (8 juin 1898).*

La batterie du fourgon était complète et se composait de 192 éléments. La charge remorquée était 147 tonnes, y compris le fourgon à accumulateurs et la vitesse moyenne en palier de 50 kilomètres à l'heure environ.

On voit sur ce dernier diagramme deux exemples intéressants de récupération de l'énergie électrique dans les déclivités.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE XIII.

Note sur la ligne d'essais à traction électrique de Saint-Germain-Ouest à Saint-Germain-Grande-Ceinture.

Cette ligne d'un trafic restreint et dont la station initiale, Saint-Germain-Ouest, est en relations fréquentes et rapides avec Paris, était tout indiquée pour faire une application de la traction électrique des trains par conducteur, et, de fait, les indications qu'ont fournies les expériences effectuées au cours de ces dernières années sur cette fraction du réseau de banlieue Ouest ont été avantageusement utilisées lors de l'étude et de l'établissement de la ligne électrique à conducteur Invalides-Versailles.

Usine génératrice et conducteur.

L'installation comportait en principe :

Une usine centrale de production d'énergie fournissant, par l'intermédiaire d'un rail conducteur, d'abord placé au milieu de la voie sur tout le parcours, puis ramené définitivement à l'extérieur, le courant actionnant les moteurs de locomoteurs de divers types.

Le retour s'effectuait par les rails de roulement.

L'usine établie près du dépôt de Saint-Germain-Ouest comprenait deux bâtiments renfermant : le premier, une batterie de trois chaudières Niclausse, pouvant fournir chacune 2,500 kilogrammes de vapeur à l'heure ; le second abritant les moteurs à vapeur, les générateurs et les installations annexes.

Deux machines verticales à grande vitesse du système Willans de 360 chevaux chacune étaient accouplées sur une même dynamo génératrice Brown-Boveri, provenant de la *locomotive électrique Heilmann* et capable de débiter 1,085 ampères sous 450 volts.

Pour l'excitation de ce groupe, l'éclairage de l'usine et quelques utilisations accessoires, on disposait d'un groupe secondaire constitué par une machine Willans de 40 chevaux environ à 540 tours et d'une dynamo Crompton bipolaire compound du type Manchester, fonctionnant sous 110 volts.

Des dispositions avaient été prises pour pouvoir obtenir sur la ligne des courants de voltages variant entre 200 et 600 volts.

L'installation comportait, en outre, un groupe de compression d'air, pour l'alimentation des réservoirs des locomoteurs en vue de la manœuvre des freins Westinghouse.

Ce groupe reçut ultérieurement une autre destination, les locomoteurs ayant été munis de pompes à air actionnées par des moteurs électriques.

La ligne d'essai, d'une longueur de 3,500 mètres, en double voie normale, avait reçu l'application d'un rail conducteur, du type Vignoles, en acier, de 76 centimètres carrés de section, pesant 30 kilogrammes au mètre courant. Ce rail était placé, sur une partie de la voie, au centre de cette dernière et, sur une autre partie, latéralement.

Dans la gare de Saint-Germain-Ouest et sous le tunnel un conducteur aérien avait été de prime abord essayé. La difficulté d'obtenir un bon isolement, à cause du passage fréquent de locomotives à vapeur, fit renoncer à ce mode de transmission et revenir au troisième rail.

L'isolement du conducteur fut obtenu au moyen de cales en bois paraffiné ; l'éclairage électrique, au moyen de câbles en cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le retour du courant avait lieu par les rails de roulement.

Aux passages à niveau, franchis en vitesse, le conducteur était supprimé.

Locomoteurs.

Les huit essieux moteurs de la *locomotive électrique Heilmann* furent utilisés et, après transformation, servirent à constituer deux locomoteurs à quatre essieux.

L'un d'eux fut muni d'une régulation par transformateur tournant et variation d'excitation : le courant, pris sur le rail, mettait en action un moteur *shunt* à vitesse très sensiblement constante : ce moteur actionnait une génératrice dont l'excitation était fournie par le courant de la ligne et qui alimentait directement les moteurs d'essieux : la marche du train était donc réglée par l'excitation convenable de la génératrice.

L'autre locomoteur reçut un contrôleur série parallèle avec disposition spéciale étudiée en vue de diviser les courants d'intensité considérable.

Enfin, on équipa un troisième locomoteur à deux bogies de deux essieux chacun. Les deux bogies étaient munis d'un moteur à simple réduction d'engrenage, d'une puissance de 100 chevaux.

Ce locomoteur reçut deux contrôleurs série parallèle ordinaires.

Essais.

Les essais effectués à Saint-Germain ont porté sur la voie électrique et les appareils de prise de courant et sur les locomoteurs.

Ces essais très nombreux ont, ainsi qu'il est dit plus haut, fourni des indications d'une réelle valeur dont il a été tenu compte lors de l'établissement de la ligne Invalides-Versailles.

L'installation de Saint-Germain a, du reste, été récemment supprimée, l'usine génératrice ayant été, en partie, utilisée à titre provisoire pour la traction des trains automoteurs circulant actuellement entre la nouvelle gare des Invalides et le Champ-de-Mars.

ANNEXE XIV.

Note sur le chemin de fer électrique métropolitain de Paris.

La partie actuellement terminée du réseau métropolitain de Paris est constituée par la ligne souterraine de Vincennes à la porte Maillot et les embranchements de l'Étoile vers la porte Dauphine et vers le Trocadéro, qui amorcent respectivement les lignes des boulevards extérieurs nord et sud.

Les travaux d'infrastructure de la ligne à double voie normale ont été exécutés par les soins de la ville de Paris.

Sa longueur totale, entre Vincennes et la porte Maillot, est d'environ 10.500 kilomètres.

Elle offre des rampes maximums de 40 millimètres et des courbes de 50 mètres de rayon (les courbes de 30 mètres des boucles terminales de retour ne sont évidemment pas à envisager au point de vue de l'exploitation technique courante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dix-huit stations, les points terminus compris, sont réparties le long de cette ligne dont le niveau des rails est en moyenne d'environ 6,000 mètres du niveau de la chaussée.

La traction s'effectue par l'intermédiaire du courant continu, sous une tension de 550 ou de 600 volts, suivant l'intensité du trafic. Le courant est transmis de l'usine génératrice et de la sous-station dont il est fait mention ci-après aux moteurs des voitures motrices. par un troisième rail latéral sur lequel ce courant est capté par des frotteurs.

Il n'est pas employé de feeders.

Les deux rails conducteurs sont placés dans l'entrevoie, à 360 millimètres du rail de roulement le plus voisin et à un niveau supérieur de 120 millimètres à celui de la table de roulement.

Les rails conducteurs pèsent 38.750 kilogrammes au mètre courant : ceux de roulement, 52 kilogrammes.

La voie est sectionnée à chaque station par un interrupteur.

Ateliers et usine génératrice. — Sous-station.

Les ateliers de montage et de réparation sont placés près de la station terminus de Vincennes à Charonne avec embranchement sur la Ceinture.

L'usine génératrice, située à Bercy, près de la gare des grandes lignes, est constituée actuellement par une unité de 1,500 kilowatts, courant continu, sous 550 ou 600 volts (voltage de la ligne) et trois unités de 1,500 kilowatts également, en triphasé, sous 5,000 volts 25 périodes.

Le Creusot a été chargé de toutes les installations fixes, tant mécaniques qu'électriques.

Les alternateurs sont actionnés directement par des machines compound-pilon de 2,600 chevaux indiqués.

L'unité en courant continu est également constituée par une machine compound actionnant directement une dynamo.

Les chaudières alimentant ces groupes sont du type semi-tubulaire à bouilleurs.

Une sous-station placée à l'Étoile comprend neuf transformateurs statiques abaissant la tension de 5,000 volts à 600 ou 550 volts : ils ont une puissance de 250 kilowatts.

Trois commutatrices de 750 kilowatts fournissent le courant à la ligne sous la tension d'utilisation.

Une batterie de 1,800 ampèreheures avec survolteur est également installée dans cette sous-station, ainsi qu'un petit compresseur d'air pour manœuvres diverses.

Une autre sous-station placée à Bercy comprend : six transformateurs statiques et deux commutatrices et une batterie de 1,560 ampèreheures montée sur survolteurs.

En trafic ordinaire, on utilisera l'unité en courant continu.

Matériel roulant.

Il se compose de voitures motrices et de voitures ordinaires d'attelage.

Un certain nombre de voitures motrices devant faire le service de la ligne en boucle n'ont qu'un contrôleur, les autres, plus nombreuses, ont été prévues, pour le service en navette, avec deux contrôleurs.

Les voitures motrices sont de 2e classe et offrent vingt ou vingt-six places.

Les voitures d'attelage sont de 1re classe (32 places), de 2e classe (28 places) ou mixtes (32 places).

Chaque voiture motrice a, calé directement sur chacun de ses deux essieux, un moteur de 100 chevaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le contrôleur série parallèle est du système Westinghouse.

Quatre frotteurs montés sur le dessous des boîtes d'essieux sans interposition de ressorts assurent la prise de courant sur les rails conducteurs.

Trains.

Les trains composés d'une voiture motrice et de deux ou trois voitures d'attelage sont éclairés au moyen du courant de ligne par des lampes à incandescence groupées en séries de cinq. Diverses combinaisons permettent d'utiliser en même temps certaines de ces lampes comme signaux de sécurité.

L'éclairage le long des voies et dans les stations est assuré par des lampes à incandescence.

ANNEXE XV.

Note sur la ligne à traction électrique Paris-Invalides à Versailles.

Description sommaire de la ligne.

La ligne, d'un développement total de 17 kilomètres, part de la gare des Invalides, longe le quai d'Orsay en tranchée couverte et reprend au Champ-de-Mars le tracé de la ligne déjà existante des Moulineaux, dont les voies ont subi des modifications assez considérables dans la traversée de Paris.

Un peu au delà des fortifications, la ligne nouvelle se détache à gauche et gagne le coteau d'Issy, qu'elle contourne, pour aller passer sous la deuxième arche du viaduc du Val Fleury.

A quelque distance au delà de ce point, après la station de Meudon-Val-Fleury, la ligne s'engage dans un souterrain de 3.350 kilomètres de longueur sous le bois de Meudon et va sortir à Chaville au voisinage de l'Étang d'Ursine.

Elle regagne ensuite, à Viroflay, la ligne de Montparnasse à Versailles à laquelle elle se raccorde au voisinage du mur d'octroi de Versailles.

Ce raccordement, qui ne comporte aucune traversée à niveau, permet de diriger les trains venant de Montparnasse ou des Invalides, soit sur la gare des Chantiers, soit sur celle de la rive gauche.

La ligne monte d'une manière presque continue depuis les fortifications jusqu'à Versailles. En particulier, le grand souterrain de Meudon est en rampe uniforme de 8 millimètres.

Une des raisons qui ont motivé pour cette ligne l'emploi de la traction électrique a été l'existence sur son parcours du tunnel de Meudon, dans lequel on ne pouvait songer à faire circuler de nombreux trains de banlieue à vapeur.

Exploitation.

Le service normal prévu comporte trois trains à l'heure dans chaque sens; il est certain que ce nombre sera notablement dépassé les jours de fêtes.

La nouvelle ligne desservira, entre les Invalides et Versailles rive gauche, dix stations ou haltes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les trains remorqués seront de 100 tonnes en moyenne.

La durée du trajet sera de 40 minutes environ.

La remorque des trains avec le matériel ordinaire s'effectuera au moyen de locomoteurs électriques prenant le courant continu, sous une tension de 550 volts, sur un rail latéral à la voie normale, par l'intermédiaire de frotteurs.

Le retour du courant aura lieu par la voie.

Une usine centrale édifiée aux Moulineaux, vers le milieu du parcours, produira l'énergie sous forme de courants électriques alternatifs triphasés, à la tension de 5,000 volts, 25 périodes, transformés en courant continu, sous 550 volts dans trois sous-stations situées au Champ-de-Mars, à Meudon et à Viroflay. Ces sous-stations se répartissent sur la ligne, suivant les distances de 2, 7, 5 et 3 kilomètres, à compter des Invalides.

Voie électrique (fig. 29, 30 et 31).

Le courant est amené aux locomoteurs par un rail latéral isolé. Le retour se fait par les rails de la voie courante. Le rail conducteur, placé dans l'entrevoie à 600 millimètres de l'axe du rail intérieur de la voie courante et à 200 millimètres au-dessus du niveau de celui-ci, est du type à double champignon renforcé pesant 46.750 kilogrammes le mètre courant.

Les isolateurs qui servent à supporter le rail conducteur sont constitués par deux cales en bois paraffiné : la première est fixée par des tirefonds sur une traverse de la voie prolongée à cet effet ; l'autre est fixée dans la première également par des tirefonds et supporte un coussinet en fonte d'un type spécial dans lequel le rail se trouve maintenu par une cale en acier.

Le rail conducteur et les rails de la voie courante sont éclissés électriquement au moyen de connecteurs en câble de cuivre rouge dont les extrémités sont matées par des coins en acier dans des trous percés dans le rail.

Afin de permettre l'interruption locale du courant sans entraver le service en cas de réparations, les rails conducteurs sont divisés en sections de 500 mètres chacune, séparées les unes des autres par des cales en bois de gaïac épousant la forme du rail. Les extrémités des sections successives sont reliées à des boîtes de sectionnement, qui ont pour double but d'assurer en temps normal la liaison électrique des sections successives et des deux conducteurs entre eux et qui, en cas de réparations, permettent d'isoler une section du rail conducteur desservant l'une des voies, tout en laissant le courant passer par l'autre.

Dans les traversées des stations, le rail conducteur est muni de protecteurs en bois.

Dans les croisements, le rail conducteur est interrompu et reporté à gauche de la voie.

Usine centrale.

L'usine centrale édifiée, ainsi qu'il est dit plus haut, vers le milieu de la nouvelle ligne, entre la ligne de Paris-Saint-Lazare au Champ-de-Mars et la Seine, près de la station d'Issy-les-Moulineaux, occupe une superficie d'environ 3,800 mètres carrés.

Le bâtiment en fer et briques, sur radier général en béton armé, a, dans son ensemble, 111.200 mètres de longueur sur 33 mètres environ de largeur divisé, dans le sens de la longueur, en deux salles, renfermant, l'une, les générateurs, l'autre, les groupes électrogènes.

Les générateurs, au nombre de vingt-neuf, sont du type Meunier, semi-tubulaires à deux bouilleurs inférieurs ; ils sont munis de tubes démontables système Beiendorf et ont une surface de chauffe de 235 mètres carrés chacun. Le timbre de ces générateurs est de 12 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

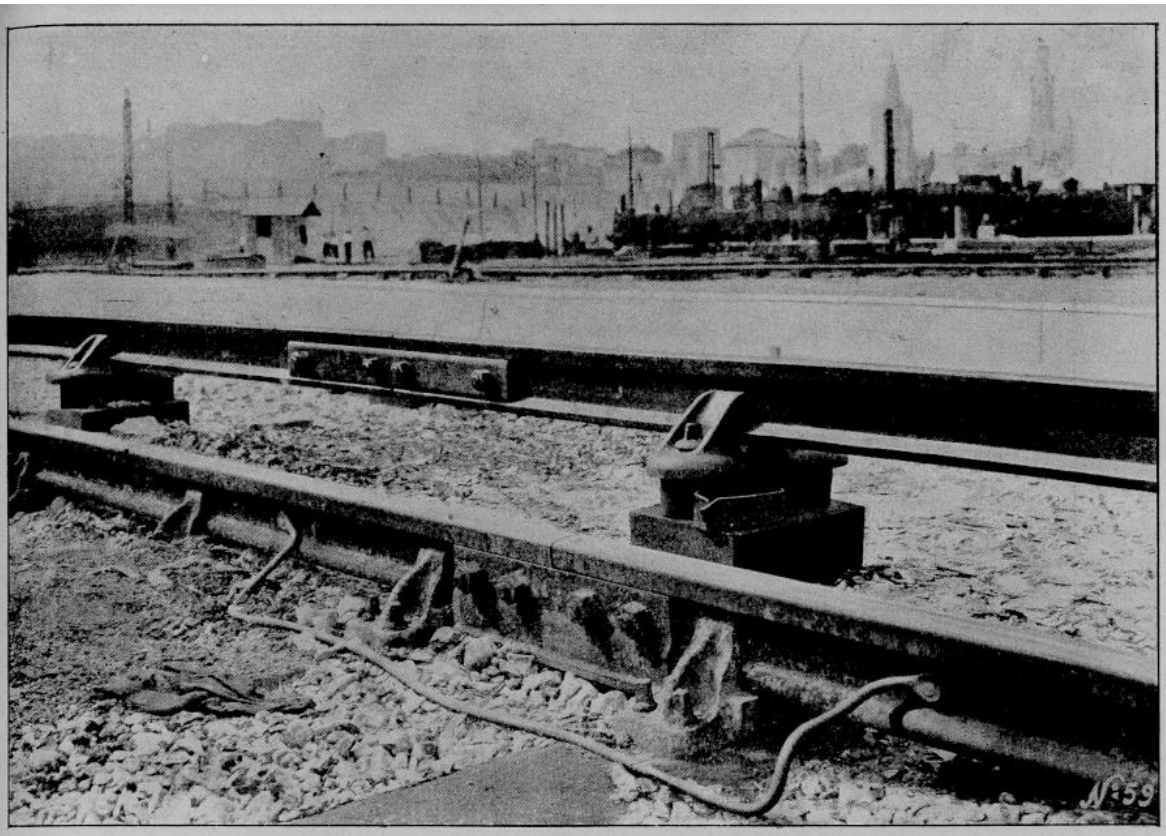


Fig. 29. — Voie électrique. — Supports et éclissages.



Fig. 30. — Voie électrique (Champ-de-Mars). — Croisement.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

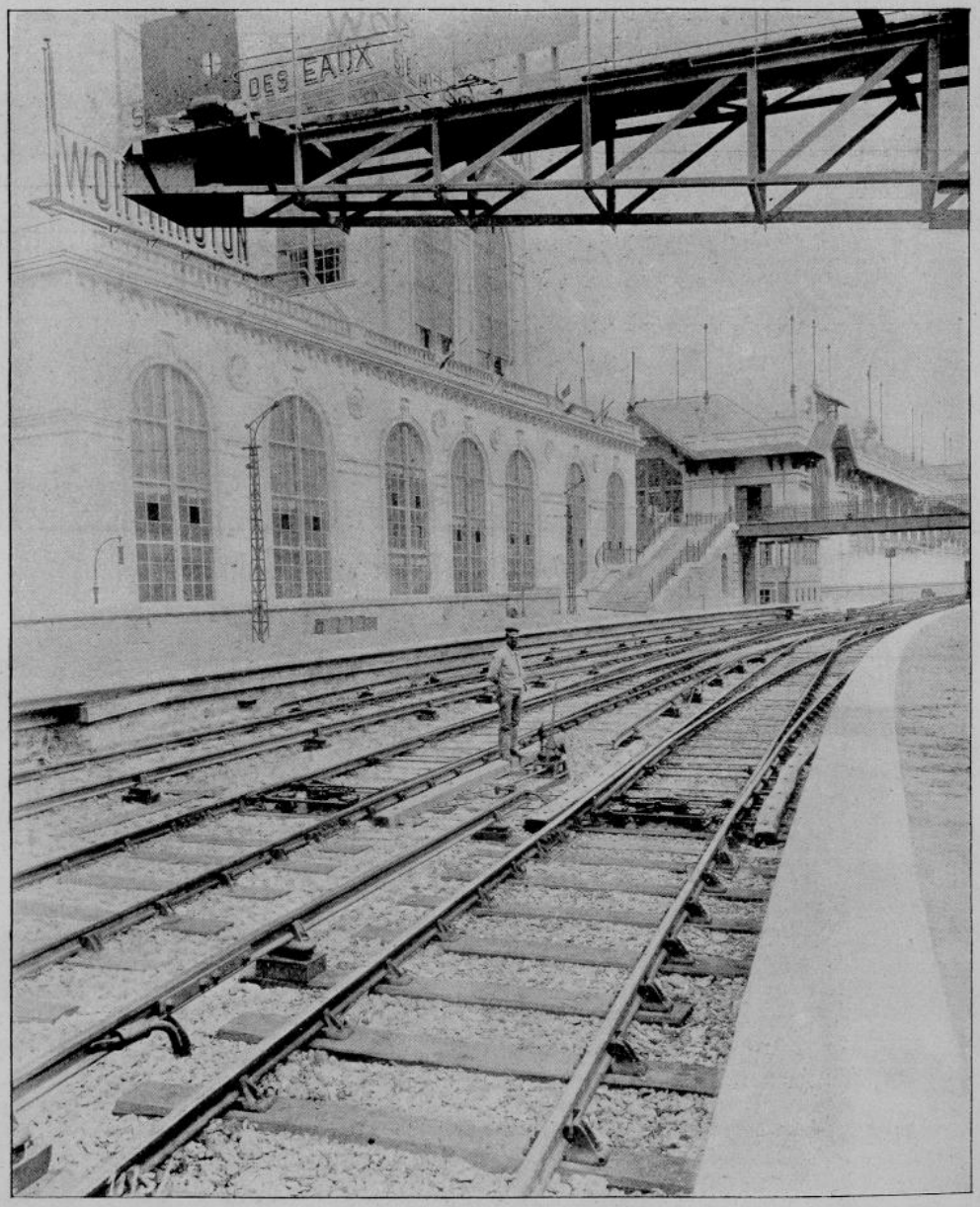


Fig. 31. — Voie électrique (Champ-de-Mars).

Imprimé chez P. Weissenbruch

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

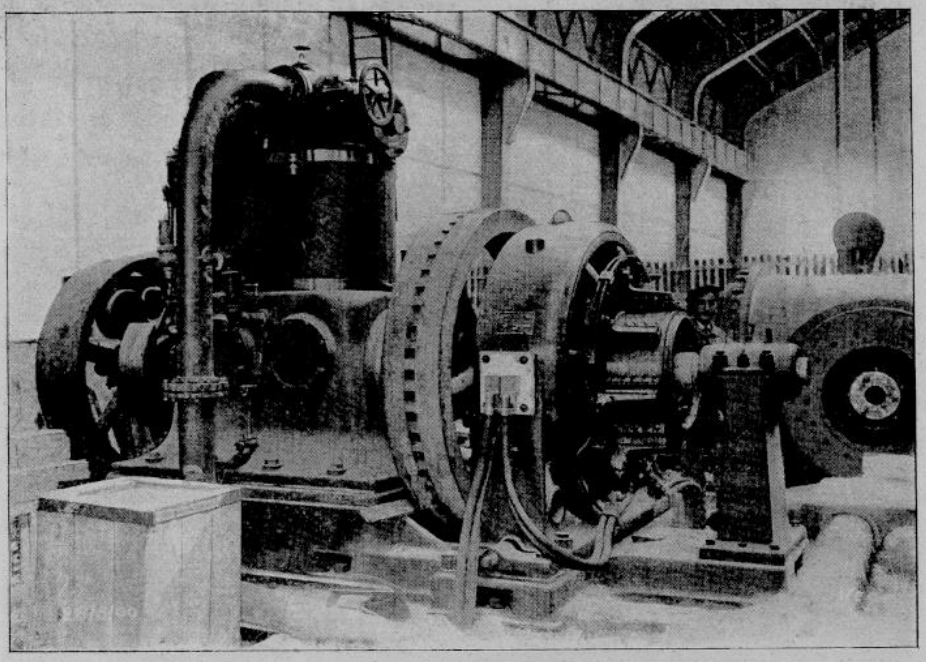


Fig. 32. — Usine centrale. — Excitatrice.

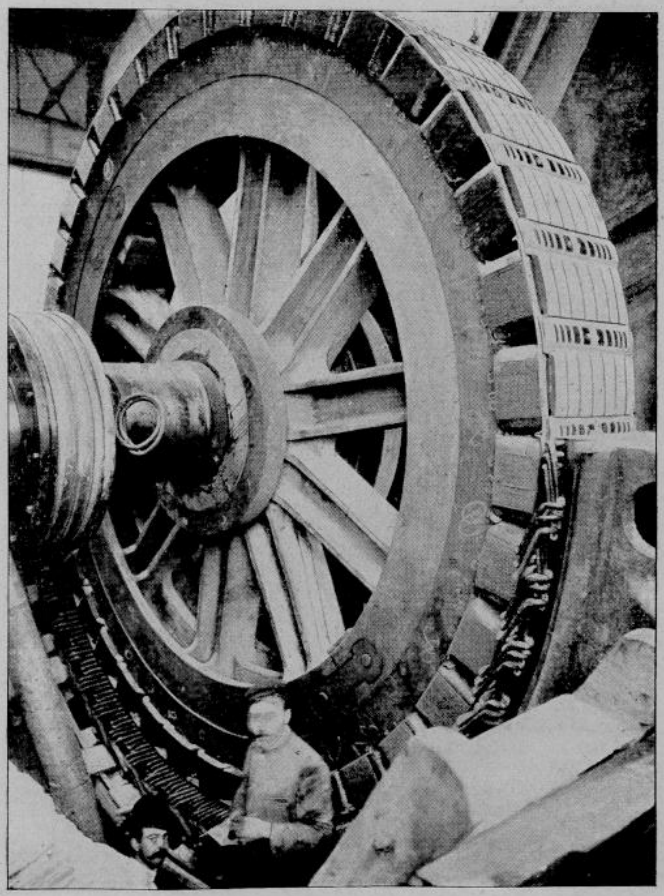


Fig. 33. — Usine centrale. — Alternateur en montage.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

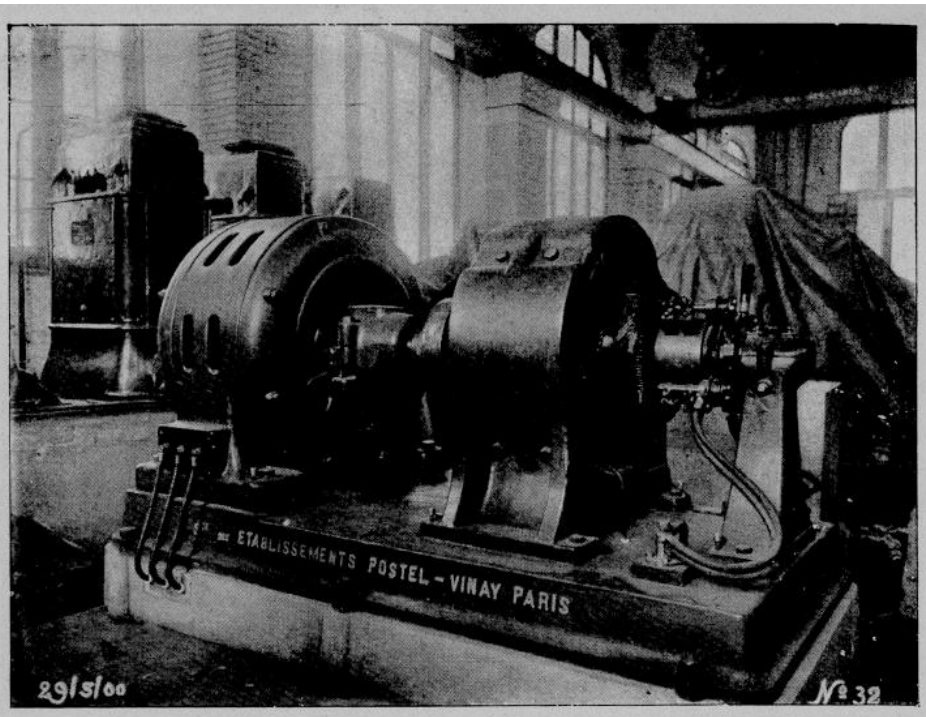


Fig. 34. — Sous-station de transformation du Champ-de-Mars. — Groupe de démarrage.

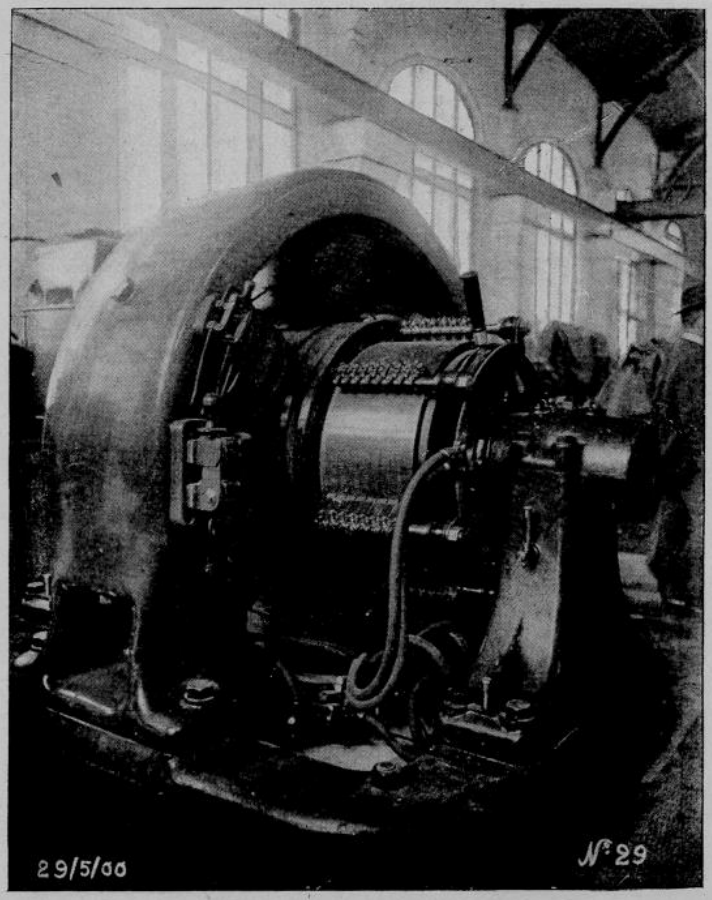


Fig. 35. — Sous-station de transformation du Champ-de-Mars. — Transformateur rotatif.

Imprimé chez P. Weissenbruch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'usine comprendra neuf groupes électrogènes de 800 kilowatts de puissance normale, pouvant développer 950 kilowatts pendant une période de trente minutes et 1,100 kilowatts par à-coups de cinq minutes.

La puissance totale d'environ 10,000 chevaux disponible à l'usine des Moulineaux est destinée à alimenter, outre la ligne à traction électrique des Invalides à Versailles, des installations diverses d'éclairage et de transport de force.

Six groupes sont constitués par des machines Corliss à triple expansion, à quatre cylindres, dont deux pour la basse pression, type Dujardin, actionnant directement des alternateurs type Westinghouse.

Les trois autres comportent des machines Corliss cross compound, type Garnier et Faure-Beaulieu, actionnant directement des alternateurs du même type (fig. 32 et 33).

L'excitation est fournie aux inducteurs des alternateurs par trois groupes de 125 kilowatts.

Ces groupes sont constitués par une machine-type Westinghouse compound, à cylindres verticaux, directement accouplée à l'excitatrice, qui est elle-même à excitation compound.

Les alternateurs sont à induit fixe et à inducteur tournant.

L'enroulement de l'induit est constitué par des bobines séparées que l'on place dans les encoches ouvertes, où on les maintient par des cales maintenues dans des rainures et que l'on connecte ensuite par des vis.

La partie mobile est constituée par un volant fondu en deux parties et portant à sa périphérie des queues d'aronde sur lesquelles viennent se fixer ces tôles qui constituent les pièces polaires. Des intervalles d'aération sont ménagés entre les paquets de tôle et correspondent, d'une part, à des trous percés dans le volant et, d'autre part, aux intervalles d'aération de l'induit. La ventilation est donc parfaite.

Les bobines inductrices, au nombre de trente-huit sont maintenues en place par des cales entre deux rainures en regard pratiquées dans deux pôles voisins.

Afin de ménager les enroulements en cas de variation de charge trop brutales, le volant n'est pas clavelé sur l'arbre. Il peut ainsi glisser en cas d'à-coup violent en laissant l'inducteur prendre un léger retard qui cesse dès que la charge est revenue à sa valeur normale.

La self-induction de ces alternateurs est très faible. Dans les conditions les plus défavorables de décalage, la chute de tension à excitation constante entre la marche à vide et la pleine charge n'est que de 14 p. c.

Le tableau de distribution ne comporte que les panneaux de réglage et de couplage des alternateurs et des excitatrices.

Les interrupteurs de couplage servent uniquement à établir le courant.

La rupture se fait par des interrupteurs automatiques manœuvrables à main, qui servent ainsi à la fois d'appareils de sécurité et d'appareils de rupture.

Les deux interrupteurs sont enclenchés de manière que l'on ne puisse pas ouvrir l'interrupteur de couplage quand l'interrupteur automatique est fermé.

Le départ des feeders se fait dans un local spécial situé dans un bâtiment annexe d'essais et de mesures.

Des câbles venant du tableau de l'usine sont amenés dans ce local, où sont placés les interrupteurs des feeders et les compteurs.

La station génératrice d'énergie est complétée par les annexes suivantes :

Un bâtiment d'administration ;

Un atelier et un magasin constituant un corps de bâtiment de 24 mètres de longueur sur 18 mètres de largeur, et desservis chacun par un pont roulant de 6 tonnes ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un bâtiment des pompes de 17 mètres de longueur sur 6.50 mètres de largeur, prévu pour cinq pompes centrifuges actionnées directement par des moteurs électriques et aspirant l'eau dans un canal d'arrivée directe de la Seine, pour la déverser dans un réservoir cimenté qui alimente la conduite générale des générateurs.

Enfin, un bâtiment des essais d'une superficie d'environ 335 mètres carrés comportant, entre autres, une salle de manipulations, une chambre de photométrie, un local pour appareils de haute tension, un autre pour la basse tension, une salle des galvanomètres, et enfin la salle des compteurs.

Canalisation à haute tension.

Les câbles à haute tension amenant le courant de l'usine centrale aux stations de transformation forment une canalisation double établie de chaque côté de la voie et enterrée à 60 centimètres environ de profondeur.

Les deux branches de la boucle sont prévues pour pouvoir transporter isolément le courant total pendant un temps indéfini et sans inconvénient pour l'isolation du câble.

Tous les kilomètres, les deux branches de la boucle sont reliées transversalement au moyen de boîtes de jonction. Ces boîtes, facilement accessibles, permettent d'interrompre sans danger le courant dans une région déterminée, de localiser ainsi les défauts et d'effectuer facilement les réparations nécessaires.

Sous-stations de transformation (fig. 34 et 35).

Trois sous-stations de transformation pour la traction sont échelonnées le long de la ligne : l'une au Champ-de-Mars, la deuxième à Meudon, la dernière à Viroflay.

Chacune de ces sous-stations comprend quatre groupes de transformation.

La tension est d'abord abaissée à 340 volts par des transformateurs statiques.

Le courant triphasé à tension réduite est transformé en courant continu à 550 volts par des commutatrices de 300 kilowatts.

Ces commutatrices sont à enroulement compound avec bobine de réaction dans le circuit.

Un régulateur de potentiel constitué par un système de deux enroulements l'un parcouru par le courant principal, l'autre par une dérivation, disposés de manière à présenter une induction mutuelle réglable, permet de faire varier la tension aux bornes triphasées des convertisseurs au cas où la tension varierait dans le primaire.

On a prévu des groupes moteurs spéciaux pour permettre le démarrage en courant continu au cas où il n'y aurait pas de courant sur la voie.

Locomoteurs électriques.

Les locomoteurs sont à deux bogies de deux essieux et sont pourvus d'un moteur par essieu. Ils comportent un poste de manœuvre à chaque extrémité. Entre ces deux postes et communiquant avec eux par des portes, est placé un fourgon à bagages.

Les dimensions principales de ces locomoteurs sont les suivantes :

Longueur totale entre tampons	13.000 mètres.
Empattement total	9.600 —
Écartement des essieux d'un bogie	2.600 —
Largeur intérieure de caisse	2.510 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Six de ces locomoteurs doivent recevoir des moteurs à action directe; les quatre autres, des moteurs à engrenage.

Ils sont prévus pour remorquer des trains de 100 tonnes à une vitesse de pleine marche de 45 kilomètres à l'heure sous 500 volts dans les conditions du tracé de la ligne des Invalides à Versailles.

Ceux pourvus de moteurs à action directe pourront atteindre la vitesse maximum de 100 kilomètres à l'heure.

Cette vitesse maximum ne sera que de 70 kilomètres pour les locomoteurs munis de moteurs à engrenages.

La durée prévue pour le démarrage est de 90 secondes en moyenne.

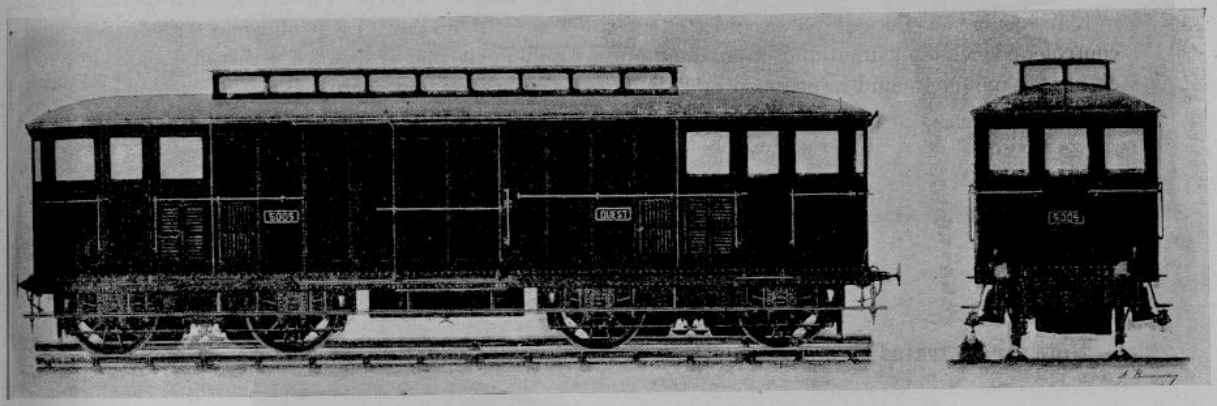


Fig. 36. — Locomoteur électrique.

Moteurs.

Les moteurs à action directe ou à engrenages présentent tous le même mode d'entraînement élastique.

L'induit, dans le cas de moteur à action directe, est fixé sur un tube creux en acier coulé d'un diamètre intérieur de 270 millimètres dans lequel l'essieu peut se déplacer. Le tube porte à l'une de ses extrémités un plateau sur lequel sont fixés trois manetons placés aux sommets d'un triangle équilatéral dont le centre est sur l'axe de l'arbre creux.

Sur la face antérieure de la roue qui se trouve du côté du plateau sont également fixés trois manetons aux trois sommets d'un triangle équilatéral dont le centre est sur l'axe de l'essieu. Au repos, les six manetons forment les sommets d'un hexagone dont les côtés sont constitués par des ressorts à boudin tendus entre les manetons successifs.

L'inducteur du moteur, qui est fixé au châssis du bogie, porte des coussinets dans lesquels peut tourner l'arbre creux, tandis que l'essieu supporte le châssis à la manière ordinaire par l'intermédiaire de ressorts à lames. Cette disposition permet donc à la fois de faire profiter le moteur de la suspension du châssis, de n'avoir comme poids non suspendu que celui de l'essieu monté et enfin de permettre un démarrage très doux. Elle ménage donc à la fois et la voie et les moteurs.

La suspension des moteurs à engrenages est analogue ; la seule différence consiste en ce que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est la roue d'engrenage qui est montée sur l'arbre creux, l'arbre du moteur qui porte le pignon denté n'ayant alors rien de spécial.

A part ce mode d'entraînement, les moteurs ne présentent rien de particulier. En raison des difficultés de moulage qu'elle présente, la carcasse des moteurs à engrenages comprend d'un seul morceau les inducteurs, les paliers inférieurs de l'arbre creux et les portées de fixation ; elle est en acier doux Robert et pèse 1,700 kilogrammes.

Appareils de manœuvre.

Les contrôleurs sont tous du type série parallèle à soufflage magnétique et permettent la mise hors circuit d'un moteur en cas d'avarie.

Les résistances de démarrage sont placées dans une caisse à l'intérieur du fourgon central.

L'air comprimé nécessaire au frein et au sifflet est fourni par une pompe électrique avec contrôleur électro-pneumatique intercalant automatiquement une résistance croissante dans le circuit du moteur quand la pression de l'air dans les réservoirs augmente.

ANNEXE XVI.

Note sur les trains légers automoteurs provisoires des Invalides au Champ-de-Mars.

En raison des retards apportés dans l'exécution de la ligne à traction électrique des Invalides à Versailles par le percement du tunnel de Meudon pratiqué en terrain très difficile, et la Compagnie de l'Ouest devant ouvrir la ligne de Courcelles au Champ-de-Mars pour l'ouverture de l'Exposition, on avait à organiser un service de navette entre les Invalides et le Champ-de-Mars, section constituant un prolongement de cette ligne et qui se trouve recouverte par des constructions de l'Exposition.

On a donc eu à ouvrir, pour le 10 avril 1900, la première section de la ligne Invalides-Versailles.

Dans le but d'organiser le service de navette sans débranchement de machines, il fut décidé d'équiper un certain nombre de trains avec moteurs électriques actionnant les essieux mêmes des voitures à voyageurs, la régulation de ces moteurs se faisant de deux postes de manœuvre aménagés à chacune des deux extrémités du train.

Vu le faible délai dont on disposait pour l'organisation de ce service, on dut employer les moteurs électriques trouvés dans l'industrie.

Chaque train est actionné par quatre moteurs donnant, à la vitesse de 35 kilomètres, un effort de traction normale de 1,200 kilogrammes et pouvant fournir au démarrage un effort de 3,000 kilogrammes environ.

Ces trains sont composés à volonté de deux à quatre voitures de deuxième classe (les voitures de première classe ayant été exclues de ce service).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

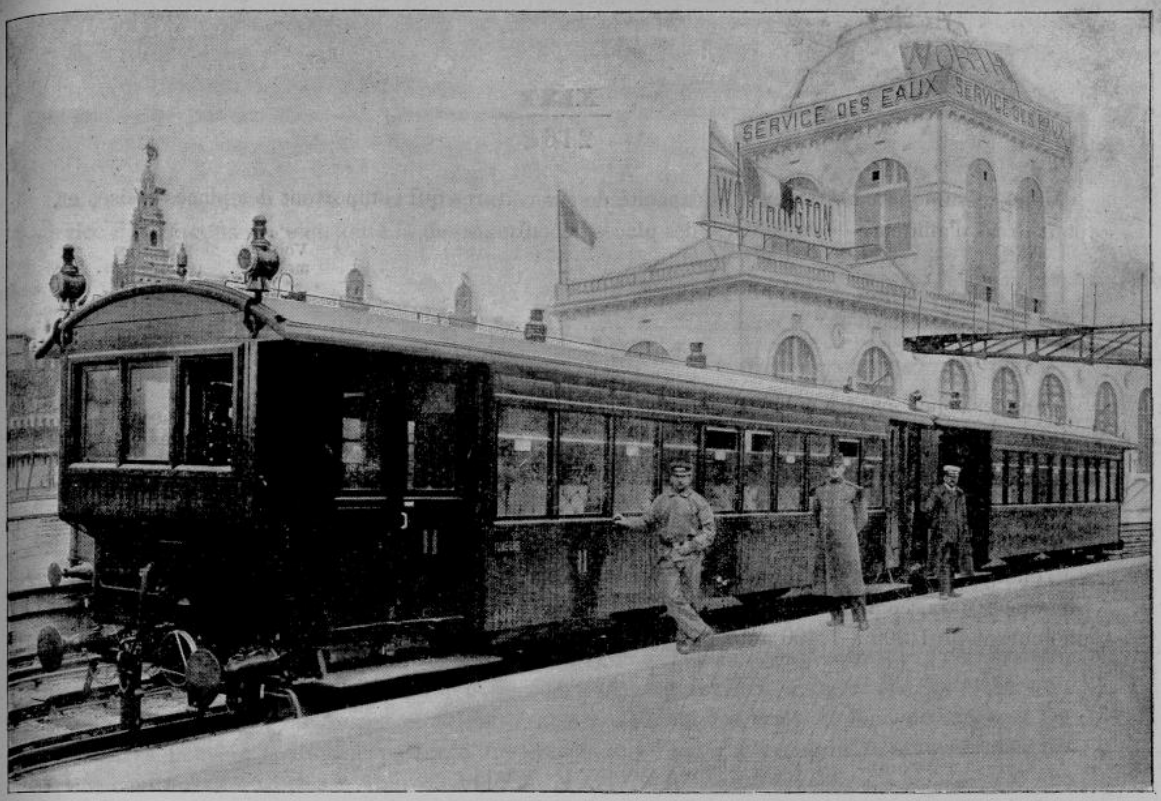


Fig. 37. — Train léger automoteur.

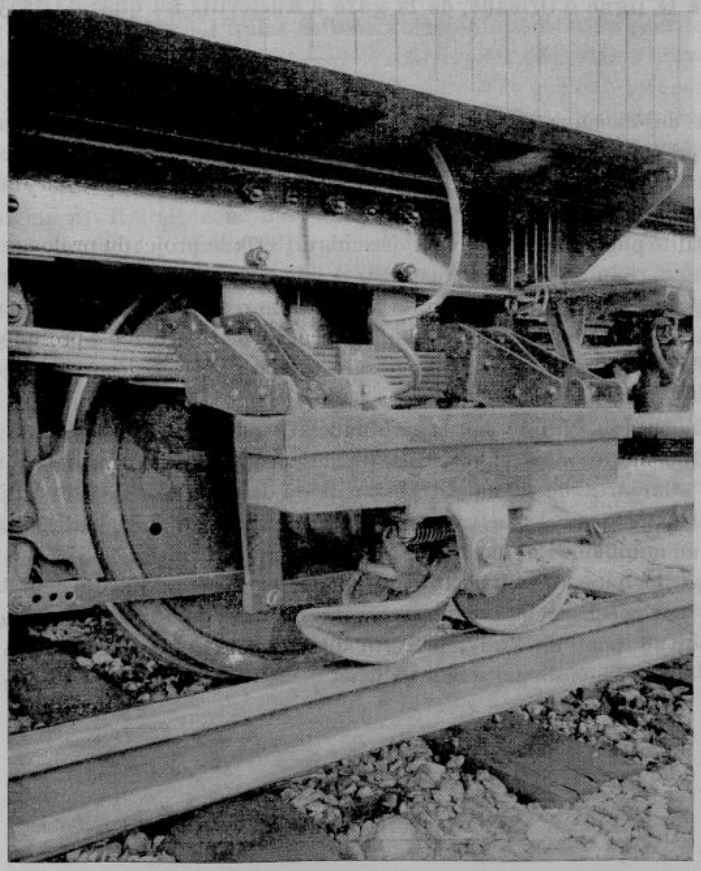


Fig. 38. — Trains légers automoteurs. — Frotteur de prise de courant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici, résumée en un tableau, la capacité de ces voitures qui comportent des places assises et, pour le cas d'affluence de voyageurs, des places debout.

	Voitures motrices.	Voitures remorquées.
Places assises	40	44
— debout	40	46
Totaux.	80	90

Dans ces conditions les poids maximums des trains sont :

Pour deux voitures (automotrices)	41.500 tonnes.
Pour trois — (dont deux automotrices)	58.000 —
Pour quatre — — —	75.000 —

Cette installation provisoire mise en service depuis le 10 avril 1900 donne entière satisfaction.

L'énergie électrique actionnant les moteurs est fournie par une usine provisoire établie au Champ-de-Mars, comportant un groupe électrogène avec batterie tampon susceptible de fournir un courant de 1,200 à 1,400 ampères sous 550 volts.

ANNEXE XVII.

Note sur les installations électriques pour la traction des trains sur le prolongement de la ligne d'Orléans, de la gare d'Austerlitz au quai d'Orsay.

La Compagnie des chemins de fer d'Orléans a utilisé, pour la construction d'une nouvelle gare, l'emplacement qui était occupé par le monument de la cour des comptes, brûlé en 1871.

Cette nouvelle gare en plein Paris se substitue comme point terminus du réseau d'Orléans à celle qui est située près du pont d'Austerlitz.

Le décret d'utilité publique fut rendu en décembre 1897 ; le projet du prolongement de la ligne d'Orléans, destiné à réunir la gare d'Austerlitz à une autre gare, qui serait construite au quai d'Orsay, est exposé dans les numéros de février et de novembre 1898 de la *Revue générale des chemins de fer et des tramways :* aujourd'hui l'exécution de ce projet est presque terminée, et au mois de juin 1900, dix-huit trains par jour faisaient déjà le service des voyageurs entre les deux gares.

La nouvelle ligne, tout entière sur la rive gauche de la Seine, est à double voie ; elle a une longueur de 4,000 mètres environ et présente des déclivités de 5 millimètres par mètre au maximum, sauf à la sortie de la gare d'Austerlitz où la pente est de 11 millimètres sur une longueur de 440 mètres pour permettre le passage des trains au-dessous de la place Valhubert ; les courbes ont au minimum 150 mètres de rayon.

La ligne longe le quai Saint-Bernard en empruntant une partie du quai bas destiné aux chargements et aux déchargements des bateaux ; elle est à ciel ouvert sur une longueur de 650 mètres jusqu'au pont de Sully, le reste du parcours est en souterrain et une station intermédiaire a été établie à la place Saint-Michel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La gare d'Austerlitz restera tête de ligne pour certains trains; elle continuera à faire seule le service des wagons-poste et toute la messagerie.

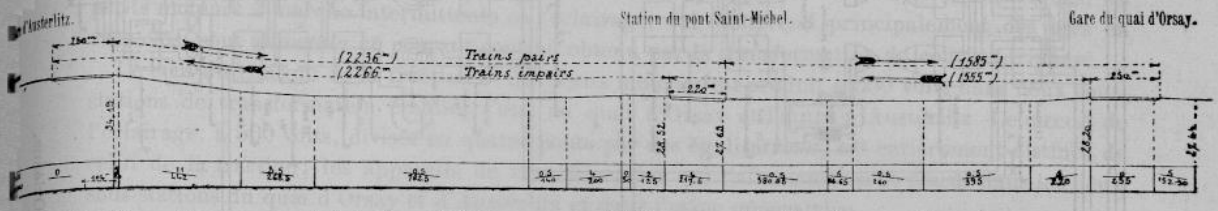


Fig. 39. — Prolongement de la ligne d'Orléans au quai d'Orsay. — Profil en long sur le prolongement.

La gare du quai d'Orsay présente quinze voies et l'installation est prévue pour permettre le raccordement de cette gare, soit avec la ligne de Sceaux, soit avec la gare des Invalides de la Compagnie de l'Ouest.

Le service de traction entre la gare d'Austerlitz et le quai d'Orsay est assuré par des locomotives électriques symétriques ; les manœuvres sont simples et rapides, avec un chariot électrique capable de transporter 50 tonnes et reliant transversalement les voies au fond de la gare ; les locomotives peuvent facilement passer d'une extrémité à l'autre d'un train et assurer ainsi un service continu.

Le nombre des trains par jour pouvant dépasser 150, on comprend qu'avec une circulation aussi intense l'emploi de locomotives à vapeur aurait rendu très difficile la ventilation de la gare du quai d'Orsay ; l'usage de locomotives électriques a supprimé toute difficulté au point de vue aérage, mais exige un changement de machine à la gare d'Austerlitz. Ce changement n'est pas un inconvénient, car presque tous les trains doivent s'arrêter à Austerlitz pour le service de la poste ou des messageries ; l'admission, dans la partie souterraine, de certains trains de luxe avec leur locomotive à vapeur ordinaire pourra d'ailleurs se faire sans que l'air soit vicié pour cela.

Indépendamment de toute considération de traction, la Compagnie était amenée à créer une grande usine électrique (750 kilowatts) pour achever la suppression de l'éclairage au gaz dans ses gares actuelles d'Austerlitz et d'Ivry et pour alimenter l'éclairage électrique et les petits moteurs du prolongement. Il était donc naturel qu'on étudiât l'extension de cette installation pour lui faire assurer la traction des trains jusqu'au quai d'Orsay.

La Compagnie d'Orléans a adopté pour la production de l'énergie nécessaire à la traction un système qui se prête à un service général de traction, d'éclairage et de transport de force ; elle a installé une usine dans la gare des marchandises d'Ivry, à 5,300 mètres du quai d'Orsay. Cette usine servira non seulement à la traction des trains entre la gare d'Austerlitz et le quai d'Orsay, mais aussi à l'éclairage, à la manœuvre des pompes d'épuisement et d'alimentation et des nombreux petits moteurs (ascenseurs, cabestans, chariots, etc.) des installations de la Compagnie entre les fortications et le quai d'Orsay sur un développement de 6 kilomètres.

Le courant triphasé a été préféré parce qu'il peut être employé directement à tous les usages avec de très grandes facilités, notamment dans le démarrage des moteurs, et parce qu'il donne le minimum de poids de conducteurs.

En choisissant pour l'usine un emplacement très largement extensible et en adoptant une distribution à haute tension, la Compagnie s'est donc réservé la possibilité de rattacher plus tard à l'usine d'Ivry d'autres applications.

L'énergie est produite sous forme de courant triphasé à 5,500 volts et 25 périodes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

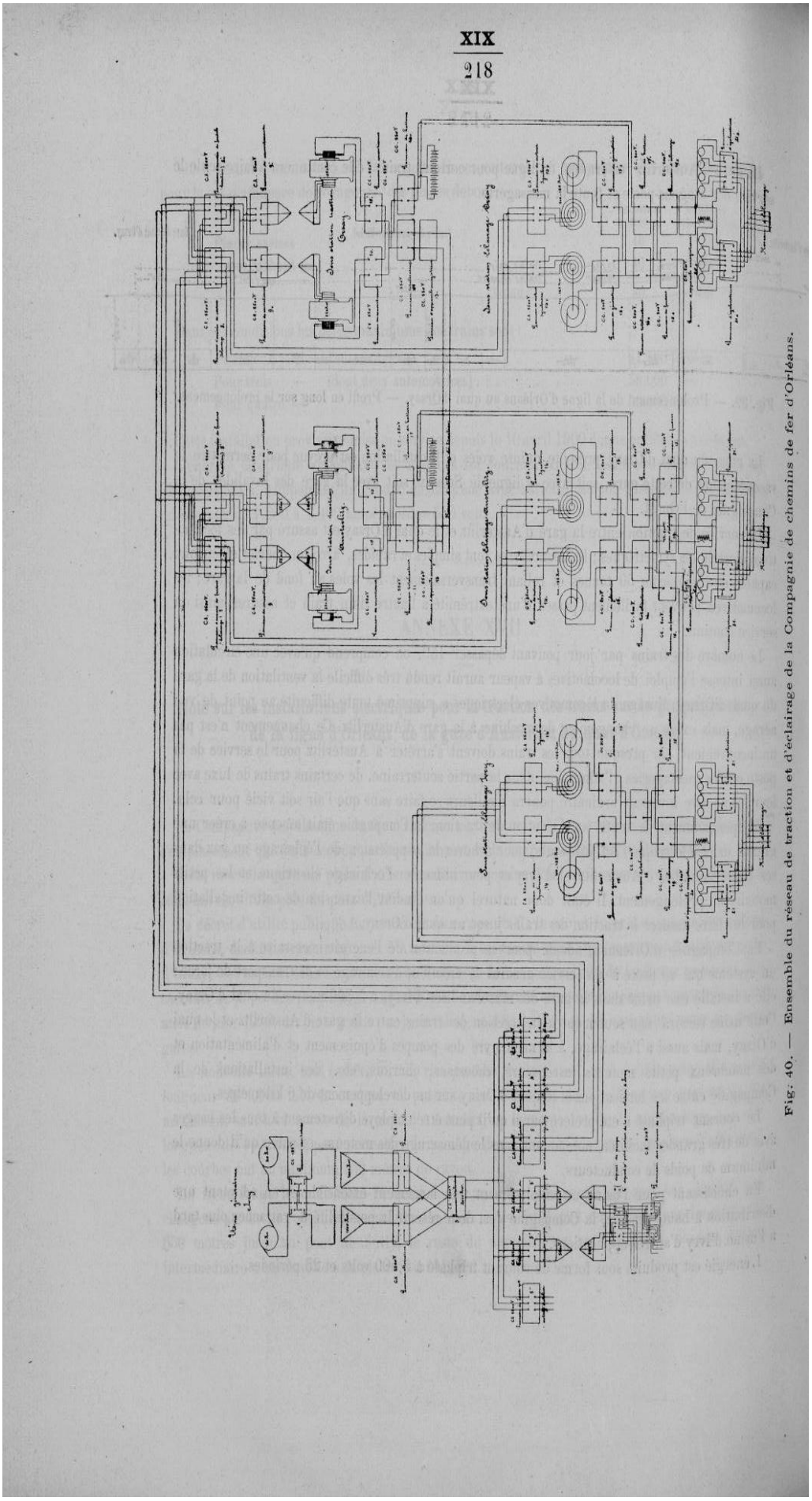


Fig. 40. — Ensemble du réseau de traction et d'éclairage de la Compagnie de chemins de fer d'Orléans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le courant primaire n'est utilisé directement avec ou sans réduction de tension que dans quelques moteurs fixes à marche régulière comme ceux des pompes. Les locomotives électriques, les petits moteurs à marche intermittente et l'éclairage, qui comprend principalement des arcs en vase clos, sont alimentés en courant continu obtenu par la transformation du courant triphasé.

Le courant continu de la traction et des petits moteurs est produit à 550 volts dans deux sous-stations de transformation établies l'une au quai d'Orsay et l'autre à Austerlitz. Le circuit de l'éclairage, à 500 volts, divisés en quatre ponts par des égalisatrices, est entièrement distinct de celui de la traction; les appareils de transformation qui l'alimentent sont placés dans les deux sous-stations du quai d'Orsay et d'Austerlitz et dans l'usine génératrice.

Chacune des deux sous-stations possède une puissante batterie d'accumulateurs montés normalement en dérivation sur le circuit de traction, mais pouvant aussi alimenter le circuit d'éclairage.

Usine génératrice.

L'usine génératrice contient deux unités à couplage direct d'une puissance de 1,000 kilowatts chacune et dont l'une sert normalement de réserve.

Machines à vapeur.

Les machines à vapeur sont du type Corliss, à triple expansion, à quatre cylindres (dont deux à basse pression) marchant à 75 tours par minute; elles développent une puissance de 12 à 1,500 chevaux indiqués à leur allure la plus économique et peuvent donner jusqu'à 1,700 chevaux. Elles sont munies de volants de 50 tonnes.

Elles peuvent marcher à volonté à condensation et à échappement libre; les condenseurs sont placés sous le sol de la salle des machines et commandés par le mouvement même du mécanisme.

Outre les machines à vapeur principales, deux petites machines spéciales à grande vitesse, système compound, l'une de 35, l'autre de 70 chevaux, sont installées pour la commande directe des excitatrices des alternateurs triphasés.

Chaufferie.

La vapeur est fournie par huit générateurs multitubulaires de 186 mètres carrés de surface de chauffe chacun.

Ces chaudières sont disposées en deux batteries.

Elles sont combinées avec un groupe d'économiseurs de 400 mètres carrés de surface de chauffe à décrassage continu des tubes et destinés à réchauffer l'eau d'alimentation au moyen des gaz encore chauds s'échappant vers la cheminée.

L'alimentation des chaudières peut se faire de deux manières différentes :

1° Au moyen des pompes attelées sur le condenseur de la machine à vapeur et commandées par le mouvement même de la machine ;

2° Au moyen de deux pompes à vapeur à action directe et à double expansion.

Matériel électrique.

Le matériel électrique de l'usine génératrice comprend deux alternateurs à courants triphasés, à couplage direct de 1,000 kilowatts chacun.

Ces dynamos sont à induit fixe et à inducteurs mobiles ; la tension efficace aux bornes est de 5,500 volts.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Elles possèdent 40 pôles et tournent à 75 tours par minute, donnant ainsi une fréquence de 25 périodes.

L'excitation est produite par deux dynamos à courant continu, l'une de 20 kilowatts, l'autre de 40 kilowatts directement couplées aux deux machines à vapeur spéciales précitées. La dynamo de 40 kilowatts peut faire le service d'excitation des deux alternateurs.

Canalisations primaires.

Les canalisations primaires sont établies en double pour éviter tout arrêt de service en cas d'avarie partielle à cette canalisation; elles sont souterraines et constituées entre l'usine et la sous-station d'Austerlitz, par deux câbles isolés et armés, sous papier, à trois conducteurs, de 75 millimètres carrés de section; entre la sous-station d'Austerlitz et celle du quai d'Orsay, la section de cuivre de ces câbles est réduite à 50 millimètres carrés.

SOUS-STATIONS.

Sous-station d'Ivry.

Cette sous-station, qui ne sert qu'à l'éclairage, se compose essentiellement de deux génératrices à courant continu de 100 kilowatts chacune, couplées directement à deux moteurs synchrones, de 125 kilowatts. Un des groupes sert normalement de réserve.

L'induit de la génératrice et les inducteurs du moteur synchrone sont calés sur le même arbre porté par trois paliers, sans aucun accouplement proprement dit entre les machines; l'ensemble tourne à une vitesse de 500 tours par minute.

Les moteurs synchrones sont du type à induit fixe, ils sont à six pôles. Les bobines inductrices sont reliées en série, et leur courant d'excitation à 500 volts est emprunté aux génératrices à courant continu. L'induit est alimenté directement sous la tension de 5,500 volts.

Les génératrices à courant continu sont également à six pôles. A l'allure de 500 tours par minute, elles donnent 500 volts aux bornes.

Le démarrage d'un groupe moteur synchrone-génératrice se fait soit au moyen du courant triphasé, soit, de préférence, en faisant fonctionner la génératrice comme moteur en l'alimentant au moyen du courant continu emprunté aux autres sous-stations d'éclairage ou aux batteries d'accumulateurs des sous-stations de traction.

La sous-station renferme en outre deux groupes d'égalisatrices pour compenser les différences de charge des différents ponts du réseau de distribution.

Sous-stations d'Austerlitz et du quai d'Orsay.

Les sous-sections d'Austerlitz et du quai d'Orsay comprennent, d'une part, le matériel destiné au service de traction et, d'autre part, celui destiné au service d'éclairage. Pour ce dernier service, chaque sous-station comprend deux groupes moteurs générateurs de 100 kilowatts chacun et deux groupes d'égalisatrices semblables à ceux décrits pour la sous-station d'Ivry.

Les trois sous-stations d'éclairage sont reliées en parallèle par des feeders de 200 millimètres carrés de section, branchés sur les pôles extrêmes des circuits à cinq fils. Entre Austerlitz et Ivry, ces câbles sont portés par des poteaux le long de la ligne; entre Austerlitz et le quai d'Orsay, ils sont portés par des isolateurs fixés sous la voûte du tunnel.

Le matériel pour le service de traction comprend, essentiellement à chaque sous-station deux convertisseurs rotatifs de 250 kilowatts, six transformateurs statiques de 90 kilowatts, et une batterie d'accumulateurs de 1,100 ampèreheures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les transformateurs statiques sont à insufflation d'air ; ils possèdent une puissance de 90 kilowats sous la fréquence de 25 périodes et abaisseront la tension de 5,500 à 340 volts.

Les convertisseurs sont constitués par des dynamos à quatre pôles, tournant à 750 tours, munies d'un collecteur ordinaire pour le côté continu et d'un collecteur à trois bagues pour le courant triphasé. Ils donnent en service courant une tension variant suivant la charge du réseau entre 525 et 575 volts en continu.

Sur le circuit de chacun des convertisseurs est installé un régulateur de potentiel et une bobine de *self induction* permettant le réglage de la tension sous charges variables.

La batterie d'accumulateurs se compose de 260 éléments de 1,100 ampèreheures de capacité au régime de décharge en une heure reliés en série. Chacun d'eux contient dix-huit plaques positives a formation planté et dix-neufs plaques négatives, le poids total des trente-sept plaques est environ de 350 kilogrammes.

Ces batteries satisfont aux deux services suivants :

1° Dans la journée, elles font un service de régulatrices pour les convertisseurs, en évitant à ceux-ci de recevoir les à-coups se produisant au moment des démarrages ;

2° Après l'arrêt des machines dans la nuit, chaque batterie alimente le service de l'éclairage.

En cas d'arrêt des machines pendant le jour, les batteries peuvent assurer momentanément le service de la traction. Elles peuvent également assurer pendant la nuit, les machines étant arrêtées, le mouvement des trains qui se présentent.

CANALISATIONS SECONDAIRES POUR LA PRISE DE COURANT DES LOCOMOTIVES.

Le courant secondaire de traction est distribué le long des voies par un troisième rail isolé au moyen de blocs de bois bitumé posés sur les traverses.

La liaison des deux tronçons de rail conducteur est faite au moyen de deux connexions en cuivre de 120 millimètres carrés de section chacune.

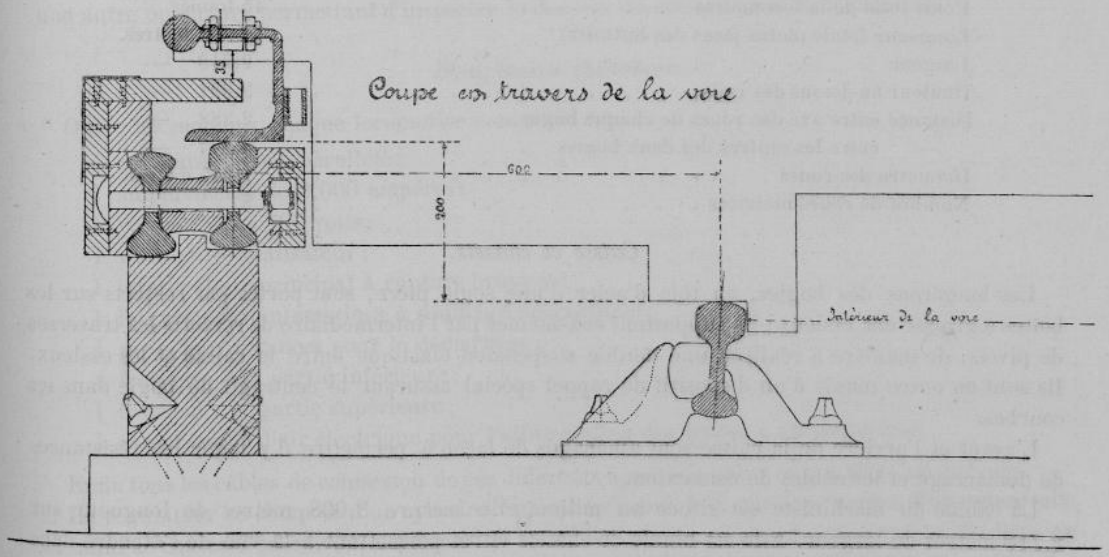


Fig. 41. — Conducteur isolé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le rail conducteur de la voie montante et celui de la voie descendante sont réunis de place en place, dans les boîtes d'interrupteurs, au moyen de deux câbles isolés de 200 millimètres carrés de section chacun.

Les deux lignes de rails conducteurs sont ainsi reliées en parallèle, de manière à se répartir à peu près également la charge et à réduire au minimum la chute de tension.

Dans les aiguillages compliqués de la gare du quai d'Orsay, le conducteur est aérien, il est constitué par un fer en T supporté par des isolateurs en bois.

Le retour du courant se fait par les rails de roulement.

A cet effet, ces rails sont reliés à chacun de leurs joints par deux connexions en cuivre, offrant chacune une section de 120 millimètres carrés.

Les deux rails de chaque voie sont en outre reliés tous les 100 mètres par des connexions transversales en câbles de 120 millimètres carrés.

D'autres connexions également échelonnées relient entre eux les rails intérieurs des deux voies. La bonne conductibilité du circuit du retour est ainsi parfaitement assurée par les quatre rails de roulement reliés en parallèle.

II. Locomotives électriques servant à la traction électrique des trains entre la gare d'Austerlitz et la gare du quai d'Orsay.

Chacune des locomotives électriques est constituée par une caisse servant à loger le régulateur, les résistances de démarrage et les autres appareils de manœuvre, et où se tiennent le machiniste et son aide. Cette caisse repose par deux pivots sur deux bogies à deux essieux chacun. Chacun de ceux-ci est commandé par un moteur électrique au moyen d'une seule paire d'engrenages.

Les caractéristiques de la locomotive sont les suivantes :

Poids total de la locomotive	45 tonnes.
Longueur totale (entre faces des buttoirs)	10.609 mètres.
Largeur	2.918 —
Hauteur au-dessus des rails	3.891 —
Distance entre axe des roues de chaque bogie	2.388 —
— entre les centres des deux bogies	4.877 —
Diamètre des roues	1.245 mètre.
Nombre de roues motrices	8.

Caisse et châssis.

Les longerons des bogies, en tôle d'acier d'une seule pièce, sont portés par ressorts sur les boîtes à graisse des essieux ; ils supportent eux-mêmes par l'intermédiaire de ressorts les traverses de pivots, de manière à réaliser une double suspension élastique entre la caisse et les essieux. Ils sont en outre munis d'un dispositif de rappel spécial assurant le centrage du bogie dans les courbes.

L'avant et l'arrière de la caisse sont aménagés de façon à permettre d'y loger les résistances de démarrage et les câbles de connexion.

La cabine du machiniste est située au milieu, elle mesure 3.008 mètres de longueur sur 2.718 mètres de largeur. Elle est munie de châssis vitrés permettant à la vue de s'étendre dans tous les sens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette cabine renferme le régulateur série parallèle destiné au couplage des moteurs et à la manœuvre des trains et tous les appareils accessoires ou de sécurité que comporte l'équipement électrique. La disposition des appareils de manœuvre de toute nature est telle qu'ils peuvent être commandés avec la même facilité dans la marche en arrière et en avant.

Les locomotives sont munies du frein à air comprimé système Wenger, du type en usage à la Compagnie d'Orléans, d'une commande à main des freins, d'un sifflet de signal, fonctionnant par l'air comprimé du réservoir des freins. Le moteur de la pompe à air a sa mise en marche et son arrêt commandés automatiquement par la pression du réservoir.

Le courant transmis par le troisième rail est capté par quatre frotteurs placés latéralement à la partie inférieure de la locomotive. Un cinquième frotteur placé à la partie supérieure permet de prendre le courant sur les conducteurs aériens.

Moteurs.

Chaque locomotive est munie de quatre moteurs électriques d'une puissance minimum de 125 kilowatts sous une tension d'alimentation de 550 volts. Ces moteurs ont été calculés d'une façon très large, afin de pouvoir subir sans fatigue les plus fortes surcharges, par exemple assurer le démarrage d'un train de 300 tonnes (locomotive non comprise) sur la rampe de 11 millimètres qui avoisine la gare d'Austerlitz.

La couronne d'inducteurs est constituée par une seule pièce en acier fondu enveloppant complètement le moteur et abritant l'induit, le collecteur et les balais.

Le moteur est tétrapolaire et excité en série ; l'enroulement inducteur est constitué par un ruban en cuivre plat isolé avec de l'amiante et du mica ; l'induit est du type à tambour avec noyau feuilleté à dents. Il y a deux porte-balais possédant chacun quatre balais en charbon. Directement au-dessus des porte-balais, la carcasse est munie d'une large ouverture permettant l'inspection facile du collecteur et le changement des balais. Au-dessous du collecteur, la carcasse présente une autre ouverture permettant d'inspecter le dessous du collecteur et de l'armature.

Équipement électrique.

Outre les moteurs, chaque locomotive comprend :

1 régulateur série parallèle ;
1 ampèremètre de 2,000 ampères ;
1 voltmètre de 700 volts ;
1 wattmètre totalisateur ;
1 interrupteur principal à rupture brusque ;
1 interrupteur automatique à soufflage magnétique ;
1 série de résistances pour le démarrage ;
4 frotteurs à la partie inférieure ;
1 frotteur à la partie supérieure ;
1 compresseur d'air électrique pour l'alimentation des freins à air comprimé.

Enfin tous les câbles de connexion de ces différents appareils entre eux et avec les moteurs.

Le régulateur se compose d'un cylindre vertical actionné à la main au moyen d'une manivelle et muni de contacts en cuivre ; il permet de relier les moteurs d'abord par groupes de deux en série, puis tous les quatre en parallèle, en intercalant les résistances qu'on enlève au fur et à mesure jusqu'au moment où le démarrage est terminé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

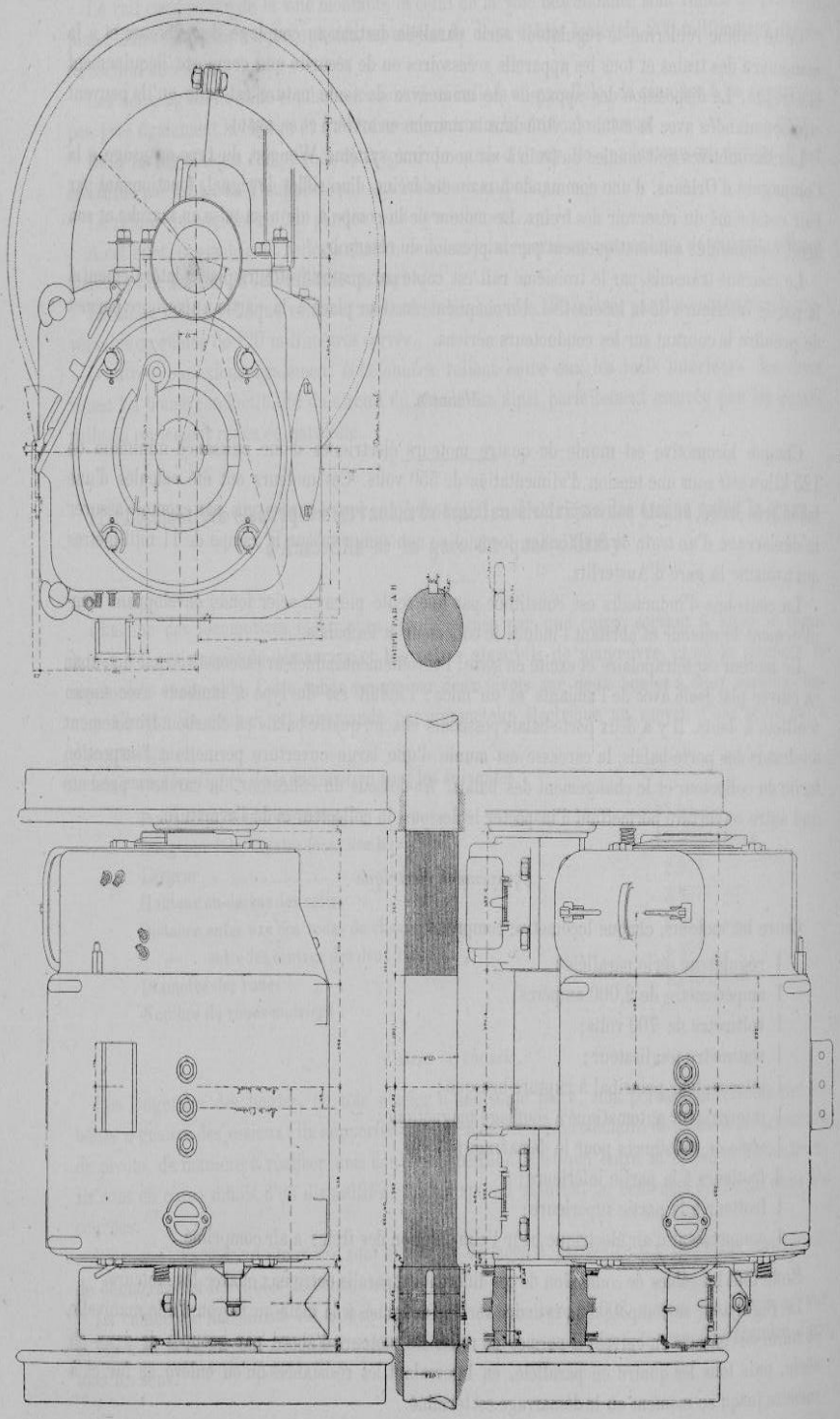


Fig. 42. — Moteur G. E. 65. A.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

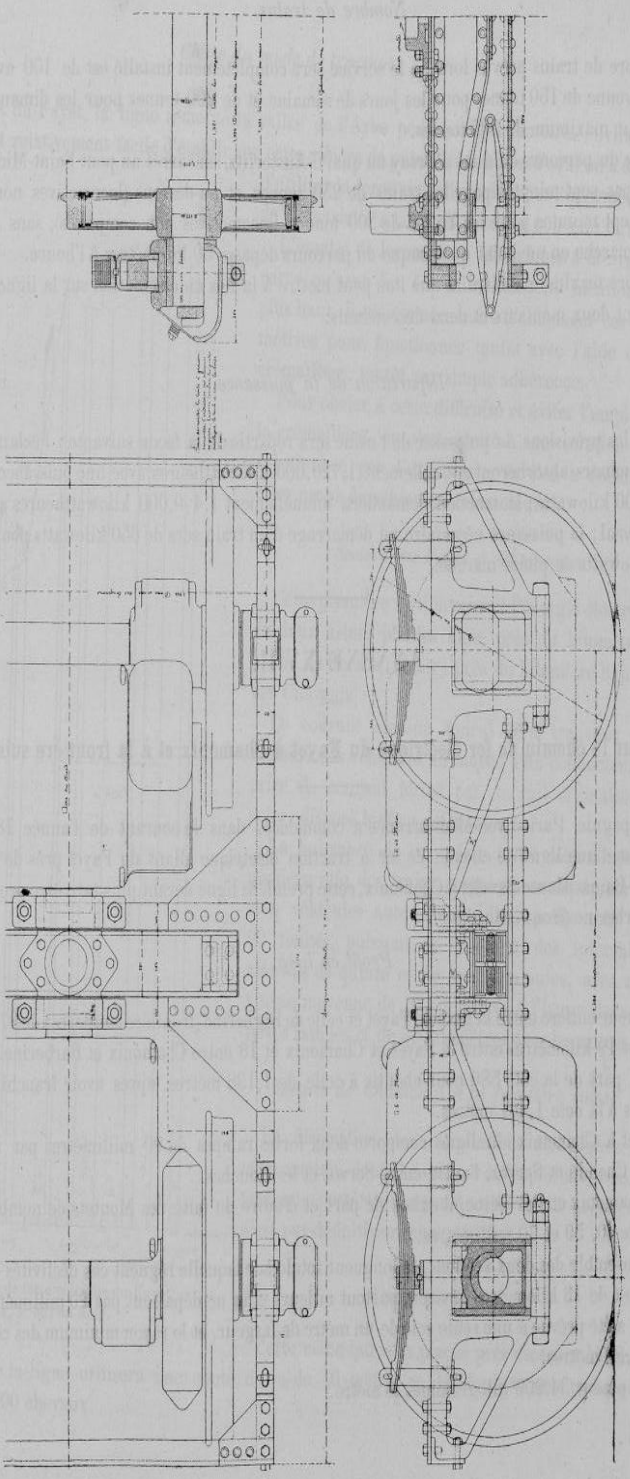


Fig. 43. — Bogie avec deux moteurs G. E. 65.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nombre de trains.

Le nombre de trains prévus lorsque le service sera complètement installé est de 150 avec une charge moyenne de 150 tonnes pour les jours de semaine et de 200 tonnes pour les dimanches et fêtes avec un maximum de 300 tonnes.

La durée du parcours du quai d'Orsay au quai d'Austerlitz, sans arrêt au pont Saint-Michel, ne dépassera pas sept minutes pour les trains de 250 tonnes et au-dessous (locomotives non comprises) et sept minutes pour les trains de 300 tonnes (locomotives non comprises), sans que la vitesse de marche en un point quelconque du parcours dépasse 50 kilomètres à l'heure.

Le nombre maximum des trains que l'on peut mettre à la fois en circulation sur la ligne est de quatre, dont deux montants et deux descendants.

Répartition de la puissance.

D'après les prévisions, la puissance de l'usine sera répartie de la façon suivante : l'éclairage et les petits moteurs absorberont annuellement 1,720,000 kilowattheures avec une puissance maximum de 500 kilowatts ; la traction demandera annuellement 1,4[illegible]0,000 kilowattheures pour le service normal ; la puissance nécessaire au démarrage d'un train sera de 650 kilowatts pour devenir 250 kilowatts en pleine marche.

ANNEXE XVIII.

Note sur le chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse.

La Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a commencé, dans le courant de l'année 1899, la construction d'une ligne de chemin de fer à traction électrique allant du Fayet près de Saint-Gervais-les-Bains (Haute-Savoie) à Chamonix, cette première ligne devant plus tard être prolongée jusqu'à Barberine (frontière suisse).

Profil en long.

La longueur entière entre la gare du Fayet et celle de Barberine (frontière suisse) est de 374 kilomètres dont 19 kilomètres entre le Fayet et Chamonix et 18 entre Chamonix et Barberine.

La ligne part de la cote 580 pour aboutir à celle de 1,138 mètres, après avoir franchi le col des Montets à la cote 1,461 mètres.

Du Fayet à Chamonix, la ligne comporte deux fortes rampes de 90 millimètres par mètre, l'une entre Chedde et Servoz, l'autre entre Servoz et les Houches.

Entre Chamonix et Barberine, il existe de part et d'autre du faîte des Montets de nombreuses déclivités de 40, 50 et 70 millimètres.

Pour l'ensemble des deux sections, la longueur totale sur laquelle règnent ces déclivités exceptionnelles est de 13 kilomètres environ, partout ailleurs elles ne dépassent pas 20 millimètres.

La ligne a été prévue à une seule voie de un mètre de largeur, et le rayon minimum des courbes a été fixé à 80 mètres.

Les rails pèsent 34.200 kilogrammes le mètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Choix du mode de traction.

Au départ du Fayet, la ligne remonte la vallée de l'Arve pendant 30 kilomètres environ, et comme il est relativement facile d'établir sur cette rivière de puissantes chutes d'eau, on a décidé d'utiliser la force ainsi disponible par l'intermédiaire de l'électricité à la traction sur la nouvelle ligne.

L'emploi de locomotives électriques a été rejeté, parce qu'avec les fortes inclinaisons mentionnées plus haut, il eût été nécessaire d'aménager ces locomotives pour fonctionner tantôt avec l'aide d'une crémaillère, tantôt par simple adhérence.

Pour obvier à cette difficulté et éviter l'emploi de la crémaillère, on s'est arrêté à une solution déjà sanctionnée par l'expérience, et l'on a décidé de faire usage de véhicules automoteurs.

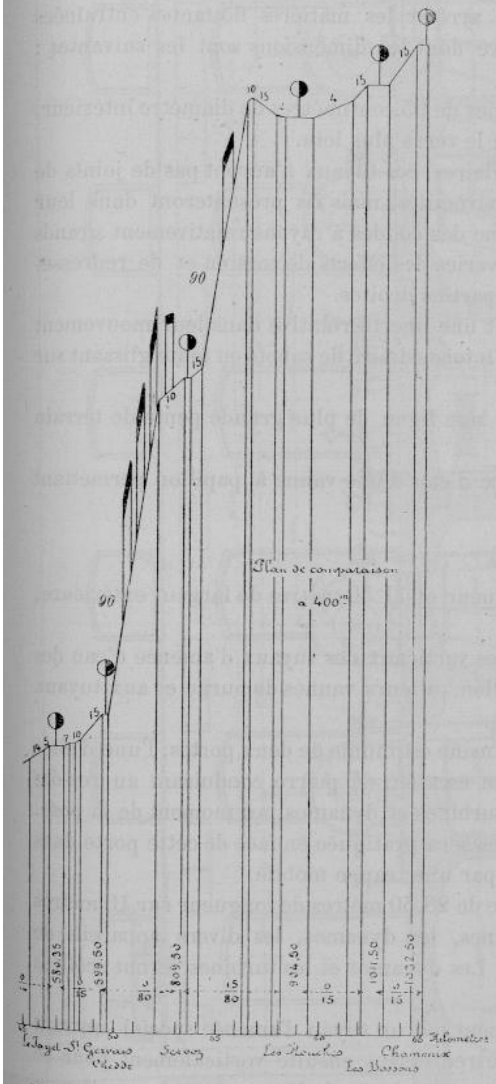


Fig. 44. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix. Profil en long.

Section du Fayet à Chamonix.

Cette première section recevra l'énergie électrique de deux usines placées l'une près du kilomètre 5 (usine de Servoz), l'autre près du kilomètre 8 (usine des Chavants).

Le courant continu fourni sera transmis aux moteurs des véhicules au moyen d'un conducteur de prise de courant formé par un rail ordinaire en acier, disposé le long de la voie.

La puissance de ces usines a été déterminée de manière que des trains composés au maximum de cinq véhicules automoteurs d'un poids total de 90 tonnes, puissent se suivre à des intervalles alternés de quinze et de trente minutes, avec une vitesse moyenne de 10 kilomètres à l'heure dans les fortes rampes et de 30 kilomètres dans les autres.

Section de Chamonix à la frontière suisse.

La disposition des installations électriques de cette section, dont l'ouverture à l'exploitation ne se fera que postérieurement à celle de la première, n'est pas définitivement arrêtée.

USINE DE SERVOZ.

Cette usine qui sera placée près du point kilométrique 5.100 de la ligne utilisera une chute d'eau de 40 mètres et développera une puissance moyenne de 1,400 chevaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Barrage. — Conduite d'amenée.

Le barrage établi sur l'Arve a été calculé pour assurer un débit maximum de 12.15 mètres cubes à la seconde, en prévision d'un agrandissement possible de l'usine.

La conduite d'amenée aboutit à une chambre d'eau située à 74 mètres en aval du déversoir et taillée entièrement dans le rocher, une grille formée de barreaux de fer de 55 millimètres de largeur sur 5 millimètres d'épaisseur et destinée à arrêter les matières flottantes entraînées par le courant, est placée à l'entrée de cette chambre dont les dimensions sont les suivantes : $7.75 \times 17.40 \times 3$ mètres.

De cette chambre partent quatre tuyaux en tôle d'acier de 95 centimètres de diamètre intérieur, dont chacun sert à alimenter une turbine, ainsi qu'on le verra plus loin.

De même que dans la plupart des installations similaires, ces tuyaux n'auront pas de joints de dilatation ; ils seront fixés très solidement à leurs extrémités, mais ils présenteront dans leur milieu et avant leur entrée dans le bâtiment de l'usine des coudes à rayons relativement grands dont l'élasticité sera suffisante pour supporter sans avaries les efforts de torsion et de redressement qui résulteront de la variation de longueur des parties droites.

Pour éviter l'usure des tuyaux, tout en leur laissant une liberté relative dans leur mouvement de translation, ils reposeront sur leurs supports par l'intermédiaire de sabots en fonte glissant sur des plaques d'acier de 15 millimètres d'épaisseur.

Ces tuyaux, disposés à la surface du sol, suivront une ligne de plus grande pente de terrain jusque dans le voisinage de l'usine.

Chaque tuyau sera muni à son départ de la chambre d'eau d'une vanne à papillon permettant de l'isoler en cas d'avarie.

Bâtiment.

Le bâtiment de l'usine, qui aura 30 mètres de longueur et 11.50 mètres de largeur extérieure, comprendra un sous-sol et un rez-de-chaussée.

Le sous-sol est voûté et sert de logement aux coudes verticaux des tuyaux d'amenée d'eau des grandes et des petites turbines à leurs vannes à papillon, à leurs vannes de purge et aux tuyaux d'évacuation.

Une voûte longitudinale par laquelle on accède à l'usine est munie de deux portes, l'une d'elles servant à la circulation générale donne accès sur un escalier en pierre conduisant au rez-de-chaussée, l'autre servira à l'entrée et à la sortie des turbines et dynamos, au moment de la pose. A cet effet, une ouverture de 2.50 mètres sur 2 mètres sera pratiquée en face de cette porte dans le plafond de la voûte et sera habituellement fermée par une trappe mobile.

Le rez-de-chaussée comprendra une chambre unique de 28.50 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur dans laquelle seront installés les turbines, les dynamos, les divers appareils de contrôle, de manœuvres et un atelier de réparations. Les dynamos et les turbines seront scellées directement sur le sol de cette chambre.

Chacune des grandes turbines reçoit l'eau directement par un tuyau d'amenée spécial, entrant horizontalement dans le bâtiment, au sous-sol, et se redressant ensuite verticalement pour se raccorder avec la turbine qu'il commande ; chaque tuyau est muni d'une vanne à papillon et d'une vanne de purge.

Chacune des turbines excitatrices reçoit l'eau par un tuyau branché sur un petit collecteur spécial placé à l'extérieur du bâtiment, au-dessus des tuyaux d'amenée des grosses turbines et raccordé avec chacun de ces tuyaux au moyen d'une vanne à tiroir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

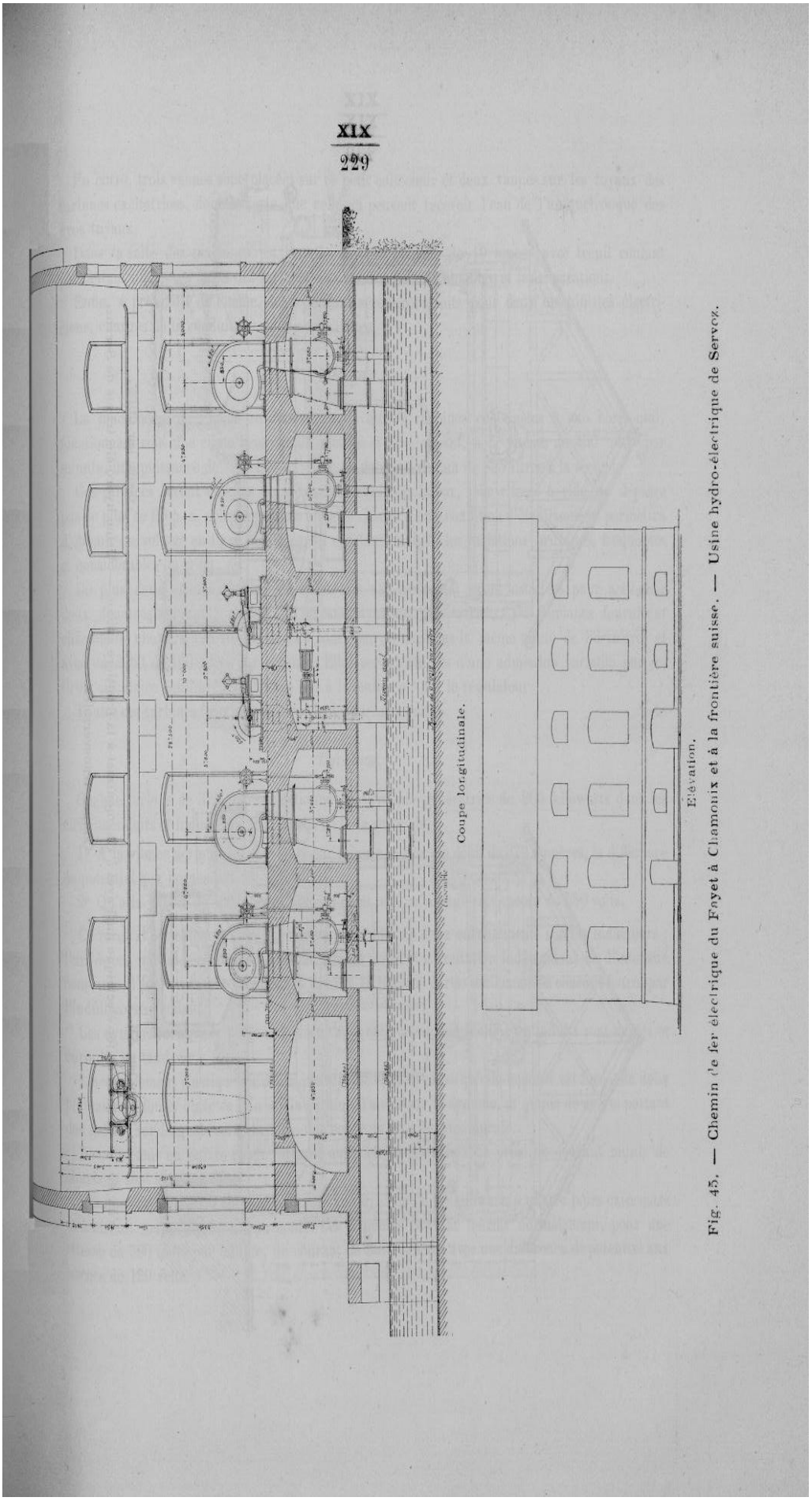
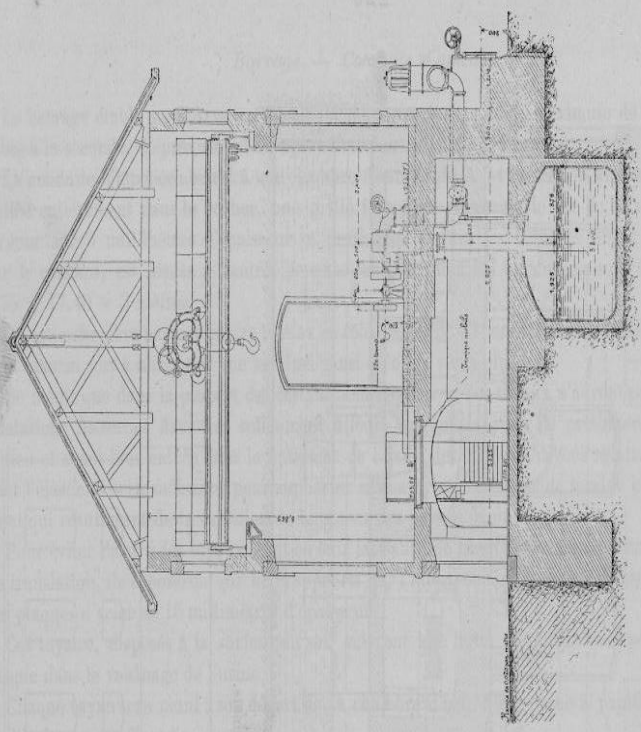
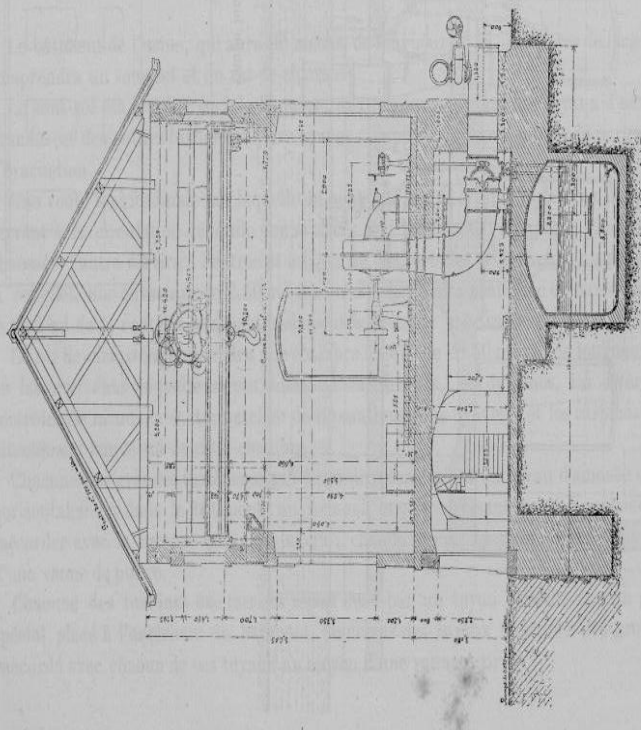


Fig. 45. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse. — Usine hydro-électrique de Servoz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Coupe par CDEF.



Coupe par AB.

Fig. 46. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse. — Usine hydro-électrique de Servoz.
Coupes transversales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, trois vannes sont placées sur ce petit collecteur et deux vannes sur les tuyaux des turbines excitatrices, de telle sorte que celles-ci peuvent recevoir l'eau de l'un quelconque des gros tuyaux.

Dans la salle des machines est installé un transbordeur de 10 tonnes avec treuil roulant permettant un levage facile des turbines ou dynamos pour le montage et les réparations.

Enfin, à proximité de l'usine, des logements seront construits pour deux machinistes électriciens, chargés de la conduite et de la surveillance.

Turbines.

La machinerie de l'usine se composera de quatre turbines centripètes à axe horizontal, fonctionnant sous une chute brute de 38 mètres et développant, à la vitesse de 450 tours par minute, une puissance de 325 chevaux, avec un débit maximum de 855 litres à la seconde.

Ces turbines seront établies de façon que, sans régulateur, leur vitesse à vide ne dépasse pas de plus de 25 p. c. celle du régime à pleine charge. Cette condition d'établissement permettra d'obtenir un voltage en ligne sensiblement constant, malgré les variations brusques, fréquentes et considérables du débit.

De plus, deux turbines à libre déviation et à axe horizontal seront installées pour actionner deux dynamos servant à exciter les grosses dynamos génératrices. Ces turbines fourniront chacune 60 chevaux à la vitesse de 520 tours par minute sous la même chute de 38 mètres et avec un débit de 160 litres par seconde. Elles seront munies d'une admission variable par un tiroir circulaire équilibré, commandé soit à la main, soit par le régulateur.

Toutes ces turbines fonctionnent avec hydropneumatisation.

Dynamos.

Chaque turbine de 325 chevaux actionne une dynamo génératrice de 200 kilowatts dont les circuits induits et inducteurs sont établis de telle sorte que :

1° A la vitesse normale de 450 tours par minute et avec un débit de 370 ampères, la différence de potentiel aux bornes soit de 550 volts;

2° Qu'à la vitesse de 560 tours et avec un débit nul, ce voltage soit encore de 550 volts.

Ce résultat est obtenu automatiquement par l'effet de deux enroulements sur les inducteurs : l'un de ces enroulements sera parcouru par un courant d'excitation indépendant et d'intensité constante, l'autre sera parcouru par la totalité ou par une partie seulement du courant fourni par l'induit correspondant.

Ces dynamos sont à six pôles et à circuit magnétique en acier coulé; les induits sont dentés et enroulés en tambour.

L'accouplement élastique entre chaque turbine et la dynamo qu'elle conduit est formé de deux plateaux en fonte, clavetés l'un sur la turbine, l'autre sur la dynamo, et munis de doigts portant des galets, sur lesquels sera enroulée une courroie sans fin avec agrafe.

Le collecteur en cuivre rouge est isolé au mica et les balais de prise de courant munis de charbons sont à calage fixe.

Chaque turbine de 60 chevaux actionne une dynamo de 40 kilowatts à quatre pôles extérieurs et à circuit magnétique en acier coulé. Ces dynamos peuvent fournir normalement, pour une vitesse de 520 tours par minute, un courant de 330 ampères avec une différence de potentiel aux bornes de 120 volts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Elles sont excitées en dérivation, et l'excitation peut être réglée au moyen d'un rhéostat.

Les induits sont également dentés et enroulés en tambour.

Le pôle positif des dynamos génératrices sera relié par un conducteur aérien au point le plus voisin du conducteur de prise de courant établi le long de la voie, et dont il sera question plus loin; le pôle négatif sera relié au point le plus voisin des rails de la voie du chemin de fer.

Le service normal sera assuré par trois dynamos de 200 kilomètres, le quatrième servant de réserve; de même une seule dynamo de 40 kilowatts suffira pour l'excitation des génératrices, la deuxième servant de réserve.

Usine des Chavants.

Cette usine sera placée près du kilomètre 8 et utilisera une chute brute de 94 mètres.

Barrage, conduite d'amenée.

Le barrage est établi sur l'Arve vers le kilomètre 10.9. La partie du canal d'amenée située entre la prise d'eau et la chambre de décantation est en souterrain et a une longueur de 1,100 mètres; sa largeur de 1.80 mètre, sa hauteur de 2.25 mètres et sa pente de 2 millimètres par mètre, lui permettront de débiter 7.200 mètres cubes par seconde avec une hauteur d'eau de 1.50 mètre.

L'eau dérivée se décantera dans une chambre de 10 mètres de largeur et 123 mètres de longueur dans laquelle la vitesse de l'eau ne dépassera pas 50 centimètres par seconde. De cette chambre part un deuxième souterrain fermé par une grille et ayant les mêmes dimensions transversales que le premier sur une longueur de 1,085 mètres; il aboutit à une chambre de prise d'eau précédée d'un déversoir régulateur.

De cette chambre partent deux tuyaux en tôle d'acier de 950 millimètres de diamètre; comme à Servoz, ces tuyaux ne comportent pas de joints de dilatation, et à leur arrivée dans le sous-sol de l'usine, ils se divisent chacun en deux autres tuyaux de distribution alimentant chacun une turbine de 325 chevaux. L'extrémité prolongée de ces tuyaux formera chambre à sable dont la vidange pourra se faire au moyen d'un robinet.

Bâtiment.

Le bâtiment aura sensiblement la même disposition et les mêmes dimensions que celui de Servoz. Un sous-sol voûté sert de logement aux canalisations des grandes et des petites turbines, ainsi qu'à leurs accessoires : vannes d'admission, robinets, vannes de purge.

Le rez-de-chaussée, composé d'une seule chambre de 29.10 sur 9.80 mètres, constituera la salle des machines et l'atelier de réparations. Les dynamos et les turbines seront scellées directement sur le sol de cette salle qui communiquera avec le sous-sol par un escalier; en outre, une trappe de 2.500 sur 2 mètres permettra l'accès des pièces de machines dans la salle où elles pourront être manœuvrées au moyen d'un transbordeur de 10 tonnes, muni d'un treuil à main.

Chacun des deux grands tuyaux d'amenée entrant horizontalement dans le rez-de-chaussée se subdivise en deux autres tuyaux, munis de robinets-vannes alimentant chacun une turbine de 325 chevaux; d'autre part, chacune des petites turbines excitatrices est desservie par un tuyau de 250 millimètres de diamètre relié à un collecteur branché lui-même à l'extérieur de l'usine sur les deux gros tuyaux d'amenée : des vannes convenablement disposées permettent d'alimenter le collecteur et chaque turbine par l'un ou l'autre des tuyaux d'amenée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Turbines.

La machinerie de l'usine sera, comme à Servoz, composée de quatre turbines de 325 chevaux et de deux de 60 chevaux ; toutes seront centrifuges, à axe horizontal, à libre déviation, hydropneumatisées et à admission partielle. Les turbines de 325 chevaux seront à débit constant, et la vitesse qui à pleine charge sera de 450 tours environ ne devra pas dépasser 580 tours par minute à vide; par contre, celles de 60 chevaux seront à débit variable par un distributeur à languette mobile, commandé soit à la main, soit par régulateur; leur vitesse sera de 520 tours environ par minute.

Dynamos.

Chaque turbine de 325 chevaux actionnera une dynamo génératrice de 200 kilowatts, et les turbines de 60 chevaux des dynamos excitatrices de 40 kilowatts.

Ces dernières machines seront en tous points semblables à celles de Servoz, tandis que les dynamos de 200 kilowatts en différeront sur le point suivant : les circuits inducteurs et induits seront établis de telle sorte que la tension aux bornes varie automatiquement entre 550 et 700 volts suivant le débit, de manière que la différence de tension entre le point de jonction du conducteur négatif avec le point le plus proche des rails de la voie et le point de jonction du conducteur positif avec le conducteur de prise de courant, vers le kilomètre 11, soit sensiblement constante et égale à 550 volts.

Comme à Servoz, trois génératrices et une excitatrice assureront normalement le service du chemin de fer ; la quatrième génératrice et la seconde excitatrice serviront de réserve.

Conducteur de prise de courant.

L'énergie électrique produite dans les deux usines génératrices sera transmise aux véhicules automoteurs par un conducteur isolé placé le long de la voie.

Comme il a été dit plus haut au sujet des dynamos génératrices, la différence de potentiel entre le conducteur isolé et les rails de la voie sera de 550 volts au maximum.

Le conducteur de prise de courant sera constitué par une seule file de rails type P.-L.-M. A, pesant 34 kilogrammes au mètre placée latéralement à la voie sur des tasseaux en bois de hêtre paraffinés et enduits de brai, fixés eux-mêmes sur des sommiers en bois reposant sur les extrémités des traverses.

Le dessus du rail constituant le conducteur sera à 230 millimètres au-dessus du plan de la voie; l'axe de ce rail sera à 1.083 mètre de l'axe de la voie. Les rails successifs seront réunis les uns aux autres par des éclisses sans cornières fixés contre les rails au moyen de boulons et de rondelles Grower; de plus, des câbles métalliques en bronze silicieux de haute conductibilité au nombre de deux par joint relieront entre elles des plaques de fonte boulonnées de chaque côté des rails et placées de part et d'autre des éclisses; dans le but d'assurer une parfaite conductibilité, une feuille de cuivre rouge de 0.8 millimètre d'épaisseur sera interposée entre chaque plaque de fonte et le rail préalablement nettoyé. Les rails de la voie seront reliés entre eux par le même procédé, mais il n'y aura qu'un connecteur par joint.

Au droit des passages à niveau, le conducteur de prise de courant présentera une interruption pouvant atteindre 5 mètres pour permettre le passage des voitures; les deux extrémités en regard seront réunies par un conducteur isolé en cuivre enfoui dans une gaine en bois remplie d'asphalte et noyée dans le ballast; de plus, les barrières des passages à niveau seront pivotantes et les vanteaux barreront la voie lorsque la circulation sera ouverte aux voitures, de manière à empêcher aux piétons de pénétrer sur la voie et de toucher au conducteur électrique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

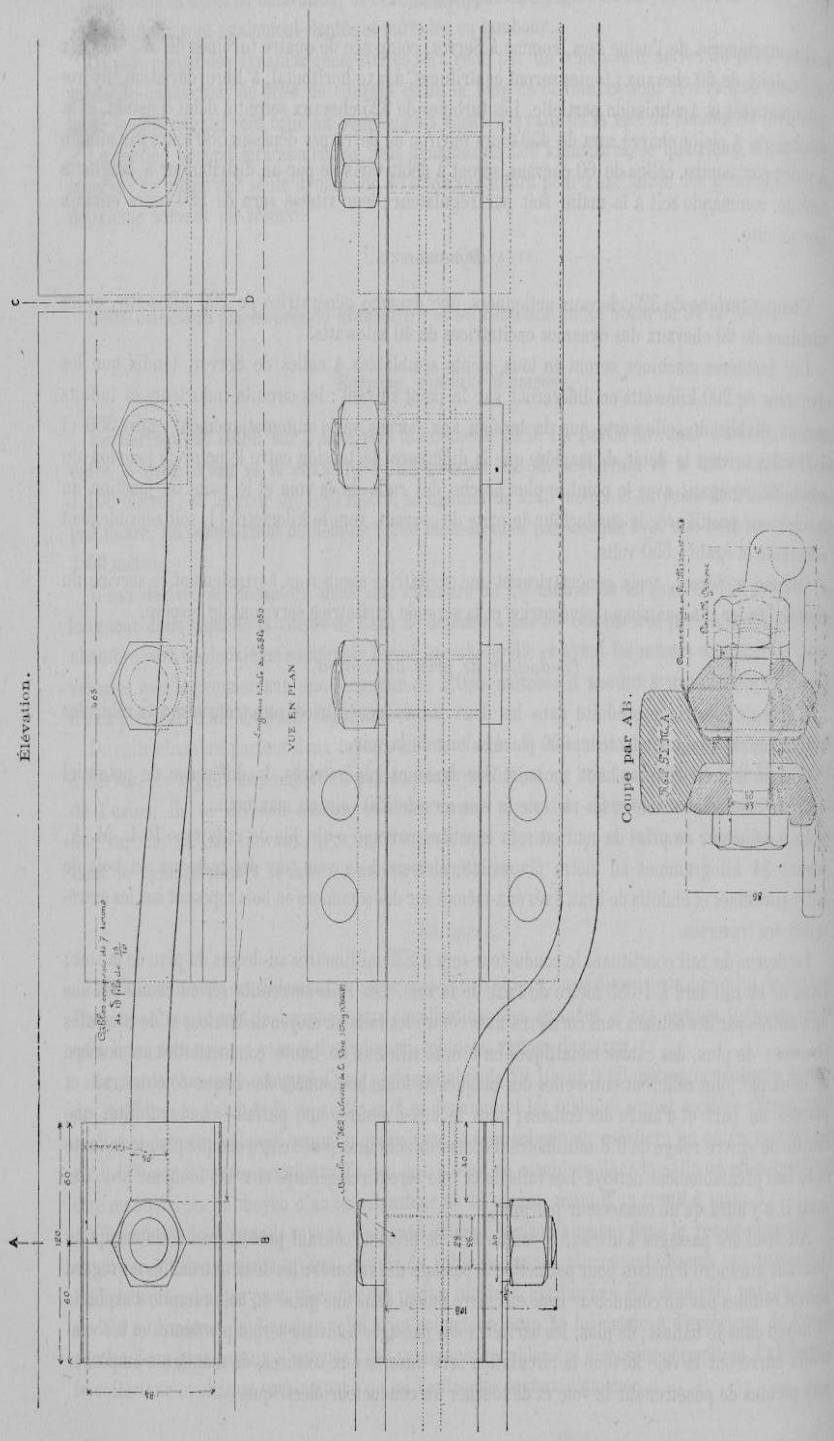


Fig. 47. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse. — Connecteurs des rails de la voie.
NOTA. — La disposition de la liaison est symétrique par rapport à CD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

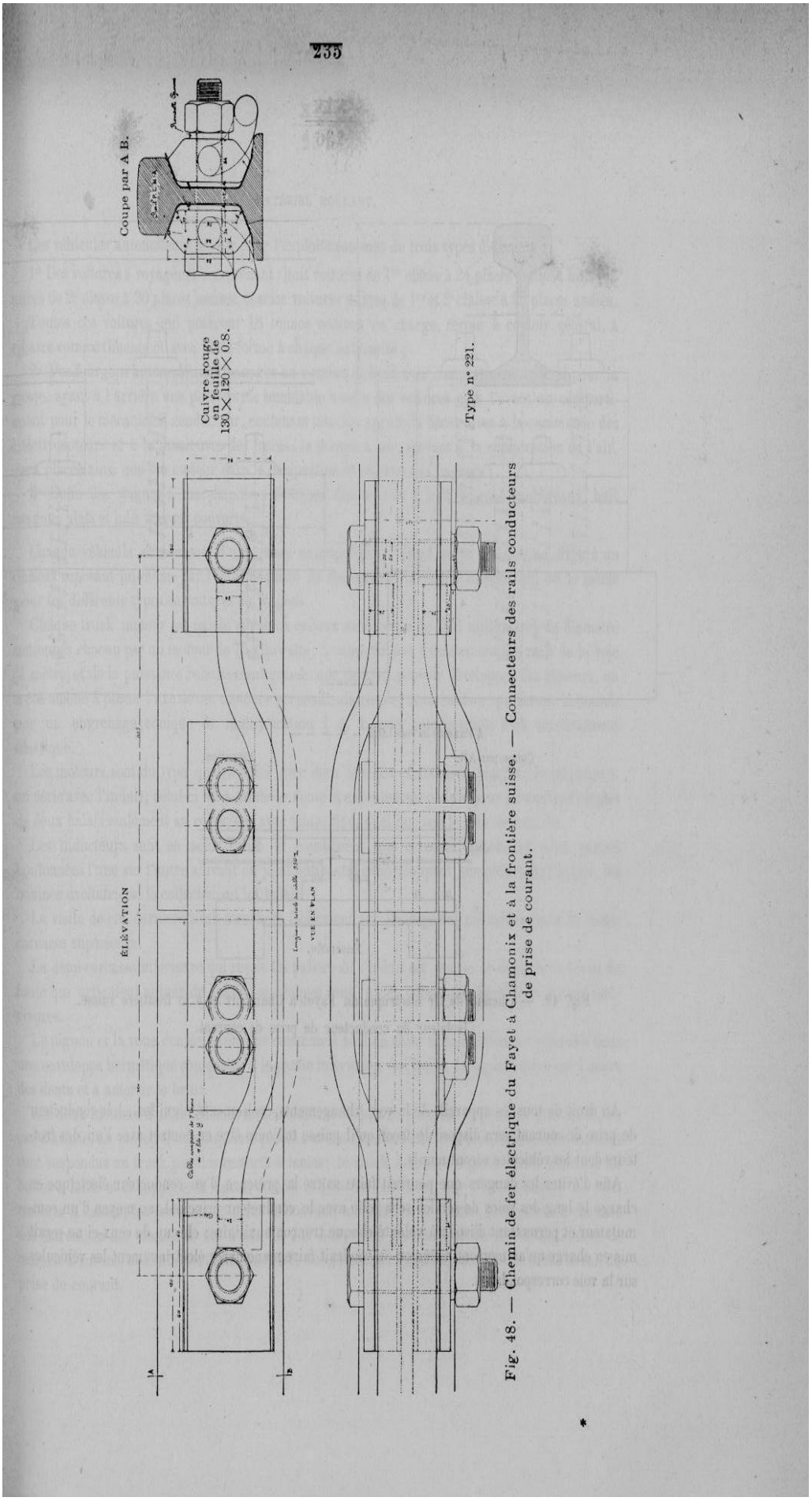


Fig. 48. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse. — Connecteurs des rails conducteurs de prise de courant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

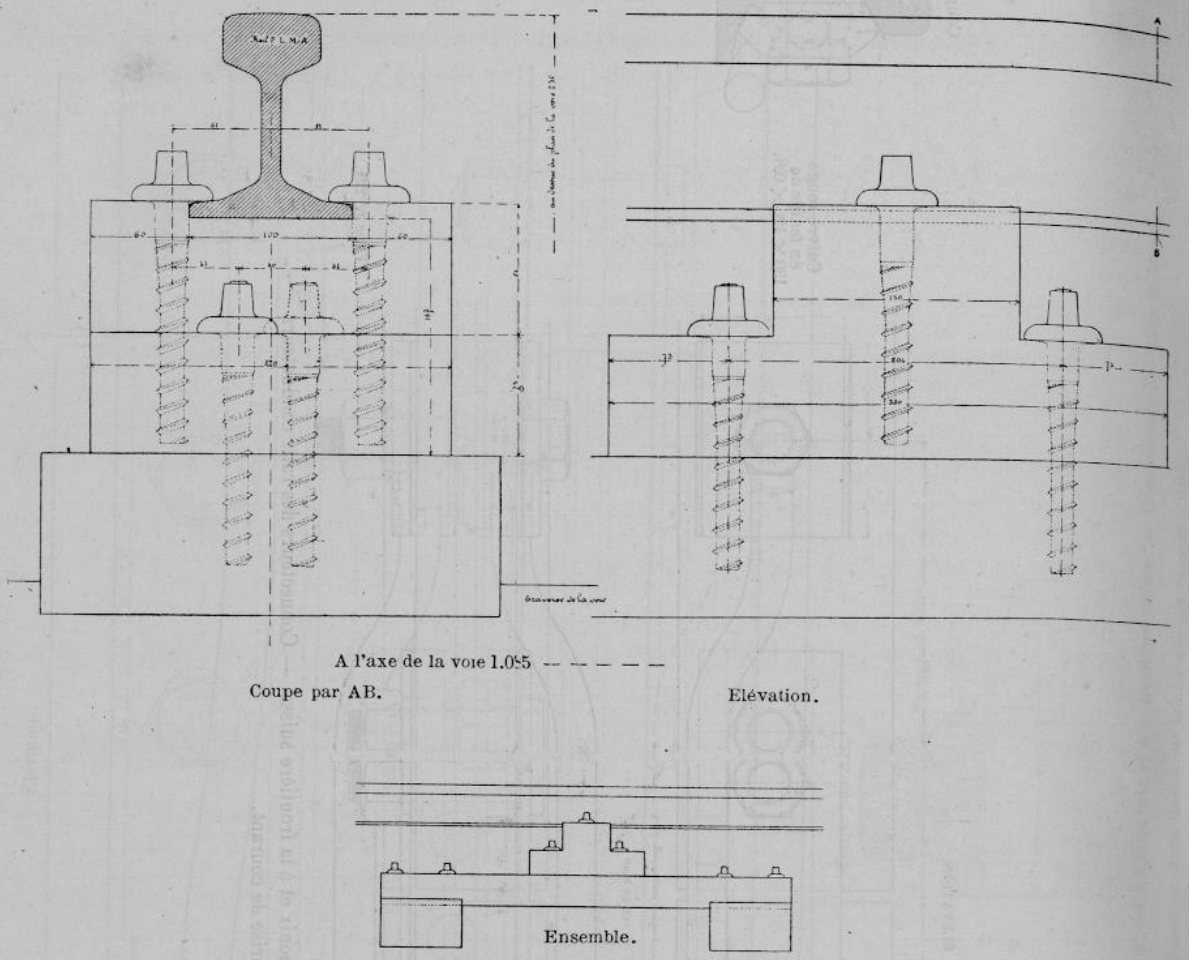


Fig. 49. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse.
Isolateur du conducteur de prise de courant.

Au droit de tous les appareils de la voie (changements, croisements, aiguilles...), le conducteur de prise de courant sera disposé de façon qu'il puisse toujours être en contact avec l'un des frotteurs dont les véhicules seront munis.

Afin d'éviter les dangers que pourrait faire naître la présence d'un conducteur électrique en charge le long des voies de service sera relié avec le conducteur principal, au moyen d'un commutateur et permettant d'isoler à volonté chaque tronçon auxiliaire; chacun de ceux-ci ne serait mis en charge qu'au moment même où on voudrait faire manœuvrer électriquement les véhicules sur la voie correspondante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MATÉRIEL ROULANT.

Les véhicules automoteurs prévus pour l'exploitation sont de trois types différents :

1° Des voitures à voyageurs comprenant : huit voitures de 1re classe à 24 places assises ; huit voitures de 2e classe à 30 places assises, et seize voitures mixtes de 1re et 2e claisse à 28 places assises.

Toutes ces voitures qui pèseront 18 tonnes environ en charge, seront à couloir central, à quatre compartiments et avec plate-forme à chaque extrémité ;

2° Des fourgons automoteurs à bagages au nombre de huit avec compartiment spécial pour la poste, ayant à l'arrière une plate-forme semblable à celle des voitures et à l'avant un compartiment pour le mécanicien conducteur, contenant tous les appareils nécessaires à la commande des électromoteurs et à la manœuvre des freins; la pompe à air, servant à la compression de l'air, sera placée ainsi que son moteur dans le compartiment réservé aux bagages ;

3° Enfin des wagons à marchandises de types divers, soit : huit wagons-tombereaux, huit wagons plats et huit wagons couverts.

Chaque véhicule se compose d'une caisse appropriée à l'usage qu'on lui destine, fixée à un châssis reposant lui-même par l'intermédiaire de ressorts sur un truck moteur qui est le même pour les différents types de voitures ou wagons.

Chaque truck moteur est monté sur deux essieux avec roues de 930 millimètres de diamètre actionnés chacun par un moteur de 75 kilowatts ; à cause du peu d'écartement des rails de la voie (1 mètre) et de la puissance relativement grande que devront pouvoir développer les moteurs, on a été amené à placer l'axe de ces moteurs perpendiculairement aux essieux qui seront actionnés par un engrenage conique de multiplication 1 à 4, avec interposition d'un accouplement élastique.

Les moteurs sont du type quatre pôles avec deux bobines excitatrices placées électriquement en série avec l'induit; celui-ci est à tambour denté et enroulement ondulé pour permettre l'emploi de deux balais seulement au collecteur avec calage fixe, quel que soit le sens de rotation.

Les inducteurs sont en acier coulé et constituent une carcasse étanche en deux parties boulonnées l'une sur l'autre suivant un joint horizontal et enveloppant complètement l'induit, les bobines excitatrices, le collecteur et les balais.

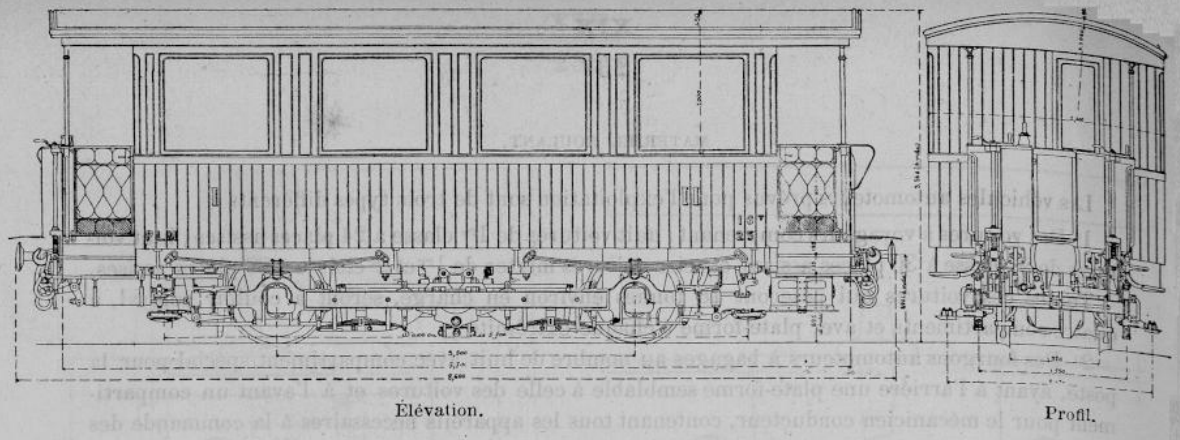
La visite de ces derniers peut être faite facilement par deux portes ménagées dans la demi-carcasse supérieure.

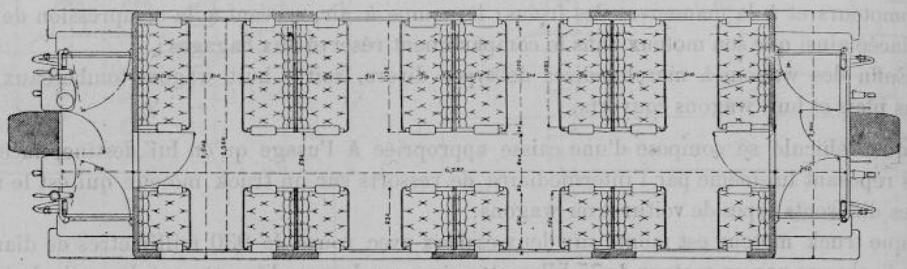
La demi-carcasse inférieure qui reçoit les paliers de l'induit est munie de deux bras venus de fonte qui articulent autour de l'essieu sur lequel sont, à cet effet, ménagées deux fusées intérieures.

Le pignon et la roue dentée de chaque commande sont en acier et complètement enfermés dans une enveloppe hermétique contenant, à la partie inférieure, de l'huile, de façon à diminuer l'usure des dents et à amortir le bruit.

Les deux moteurs d'un truck sont invariablement couplés en parallèle et peuvent être isolés, en cas d'avarie, au moyen d'interrupteurs placés sur les circuits induits et inducteurs. Ces moteurs sont suspendus au truck par des ressorts à lames; le truck lui-même repose directement sur les boîtes à huile et il supporte la caisse, comme il a été dit plus haut, par l'intermédiaire de forts ressorts à lames; les frotteurs de prise de courant, au nombre de quatre, sont placés à chacune des extrémités des brancards du truck. Ils lui sont reliés par un système d'articulations et de ressorts assurant, avec une certaine élasticité, une pression convenable des frotteurs sur le rail de prise de courant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires





Voiture de 1re classe. Vue en plan.

Fig. 50. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse. — Voitures automotrices. — Ensemble.

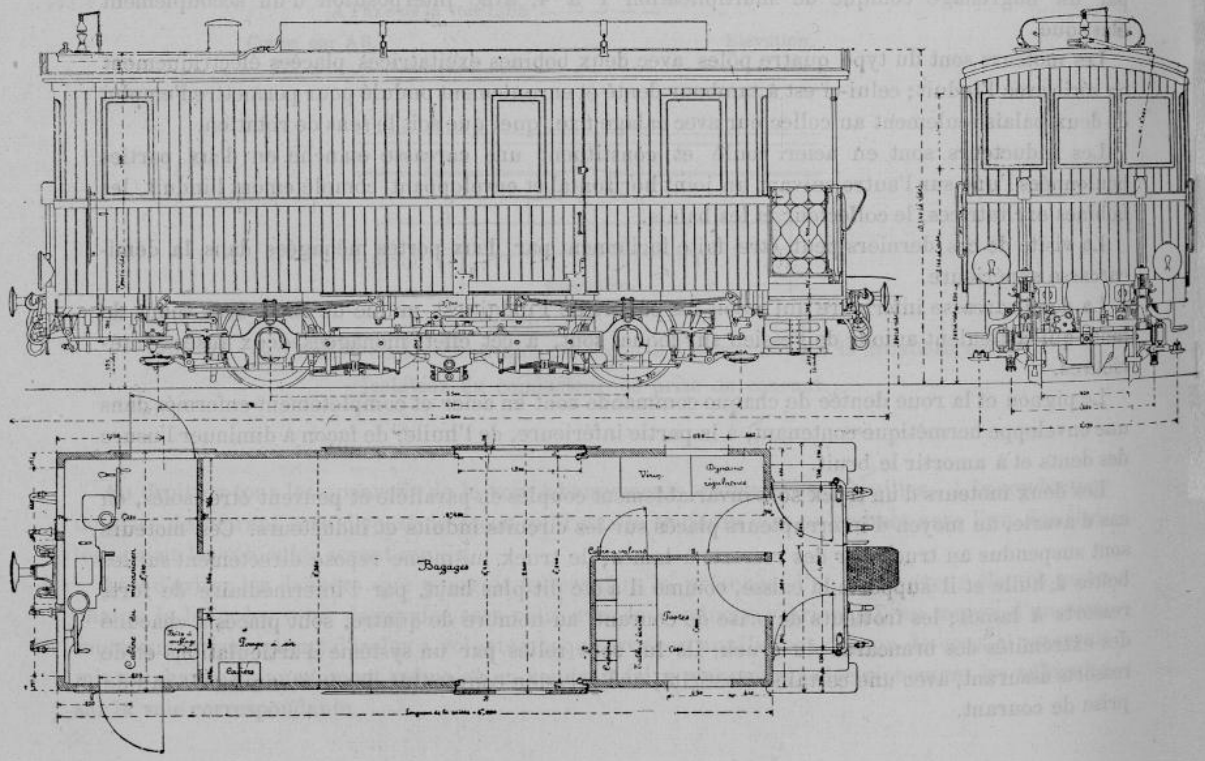


Fig. 51. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse.
Fourgon de tête automoteur. — Ensemble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Freins.

Chaque véhicule est muni d'un frein à quatre sabots agissant sur les bandages à la manière ordinaire et d'un frein à mâchoires, pouvant agir par pression horizontale sur les faces latérales d'un rail surélevé qui sera placé dans l'axe de la voie toutes les fois que l'inclinaison dépassera 40 millimètres par mètre.

Ces freins peuvent l'un et l'autre être commandés soit directement à la main, par un agent monté sur le véhicule, soit au moyen de l'air comprimé, à la façon du frein Westinghouse, par le mécanicien placé dans le fourgon de tête.

Régulateur et servo-moteur.

Chaque véhicule est pourvu d'un appareil régulateur destiné à opérer le démarrage, le réglage de la vitesse, l'arrêt et le changement de marche.

Le changement de marche s'obtient en renversant le sens du courant dans les induits, et le réglage de la vitesse par shuntage des inducteurs.

Le régulateur peut occuper dix positions différentes, cinq correspondant à la marche avant, dont trois pour le démarrage et deux pour la marche à différentes vitesses; quatre correspondant à la marche arrière, dont trois pour le démarrage et un pour la marche normale.

Un dispositif spécial permet de reporter l'étincelle de rupture du courant entre deux contacts en charbon, placés dans une boîte à soufflage magnétique.

Lorsque les véhicules circuleront isolément, l'appareil régulateur sera manœuvré à la main, suivant la méthode ordinaire, par un mécanicien conducteur placé sur l'une des plates-formes. Mais quand ils circuleront par trains, ce qui sera le cas général entre le Fayet et Chamonix, les régulateurs seront toujours manœuvrés à distance et simultanément par un seul mécanicien placé dans le compartiment d'avant du fourgon de tête.

A cet effet, les régulateurs de chaque véhicule sont commandés chacun par un servo-moteur pneumatique, installé sous la caisse; ces servo-moteurs sont reliés à deux conduites à air comprimé analogues aux conduites de frein réunissant les véhicules entre eux et aboutissant au poste de commande placé dans le fourgon de tête.

C'est simplement en manœuvrant dans le sens voulu un servo-moteur principal placé dans le poste de manœuvre que le mécanicien, faisant varier la pression de l'air dans l'une ou l'autre de ces conduites, agira sur les servo-moteurs secondaires des véhicules pour manœuvrer les régulateurs dans le sens voulu.

Une notice détaillée sur la construction et le fonctionnement de ces appareils est annexée au présent rapport.

Installations diverses.

Il a été prévu, dans les gares du Fayet et de Chamonix, des installations diverses permettant l'entretien et la réparation du matériel roulant, ainsi que son garage pendant l'hiver.

Ces installations sont, en gare du Fayet :

1° Deux remises rectangulaires pour dix-huit voitures chacune, à trois voies parallèles desservies par un chariot roulant;

2° Une remise rectangulaires pour neuf voitures, à trois voies parallèles desservies par des aiguilles, et sur chacune desquelles est une fosse avec escalier d'accès;

3° Un atelier de levage et réparation faisant suite à cette dernière remise et communiquant avec elle par deux ouvertures permettant le passage des véhicules à réparer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, à Chamonix, il sera installé deux remises rectangulaires pouvant contenir six véhicules chacune, à trois voies desservies par des aiguilles ; à l'une d'elles sera adossée une annexe comprenant un dortoir, un réfectoire, un lavabo pour les mécaniciens et en plus un magasin et un local pour l'agent de la traction entretenu sur ce point.

DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DES SERVO-MOTEURS.

Pour un train composé de plusieurs véhicules automoteurs et d'un fourgon de tête automoteur, la manœuvre des appareils régulateurs placés sur chaque véhicule se fait du poste de manœuvre situé dans le fourgon de tête au moyen de l'air comprimé.

A cet effet, le fourgon de tête est muni d'un servo-moteur pneumatique principal et d'un servo-moteur pneumatique secondaire, et chacun des autres véhicules automoteurs est muni d'un servo-moteur pneumatique secondaire.

En outre, chaque véhicule automoteur est muni :

1° D'un réservoir auxiliaire commun au servo-moteur et au frein automatique à mâchoires ;

2° De deux conduites générales avec leurs demi-accouplements semblables à ceux du frein modérable et servant l'une pour la marche d'avant, l'autre pour la marche d'arrière.

Description du servo-moteur pneumatique principal.

Le servo-moteur principal se compose :

1° D'un bâti en fonte A ;

2° De deux corps de cylindres H ayant chacun cinq petits cylindres dont quatre sont alésés à 50 millimètres et le cinquième à un diamètre de 61 millimètres ; de plus, un grand cylindre de 130 millimètres occupe le centre de chaque corps de cylindres ;

3° D'un grand piston double P muni en son milieu de butées venues de fonte ;

4° De cinq petits pistons de chaque côté dont les tiges sont en saillie sur les butées du corps des cylindres H de la manière suivante :

Pour le premier petit piston de 61 millimètres de diamètre, la saillie est de 85 millimètres.
— le deuxième — de 50 millimètres — — de 85 — 24 = 61 millimètres.
— le troisième — — — — de 61 — 16 = 45 —
— le quatrième — — — — de 45 — 16 = 29 —
— le cinquième — — — — de 29 — 16 = 13 —

5° D'une tige d'entraînement T avec crémaillère fixée au corps du grand piston double P ;

6° D'un secteur denté S commandé par la crémaillère de la tige T ;

7° D'un balancier B fixé sur l'arbre du secteur denté et pouvant, au moyen des bielles b et du balancier B′, communiquer le mouvement de ce secteur à un axe O sur lequel est fixé le pignon Q.

Cet axe sert également de point d'articulation à un levier L, à l'une des extrémités duquel est fixé un pignon Q″ engrenant avec les pignons Q et Q′ ; à l'autre extrémité est articulée la tige de commande R portant deux plateaux K et K′ mobiles sur cette tige et servant de butées à deux ressorts de compression J et J′ :

8° D'un pignon Q′ mû par le volant V et engrenant avec le pignon Q″ ;

9° D'un secteur d'enclenchement D portant dix crans dans lesquels peut s'engager le verrou de la poignée du volant de manœuvre.

Cinq de ces crans correspondent à la marche d'avant, quatre à la marche d'arrière et un cran correspond à la position neutre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

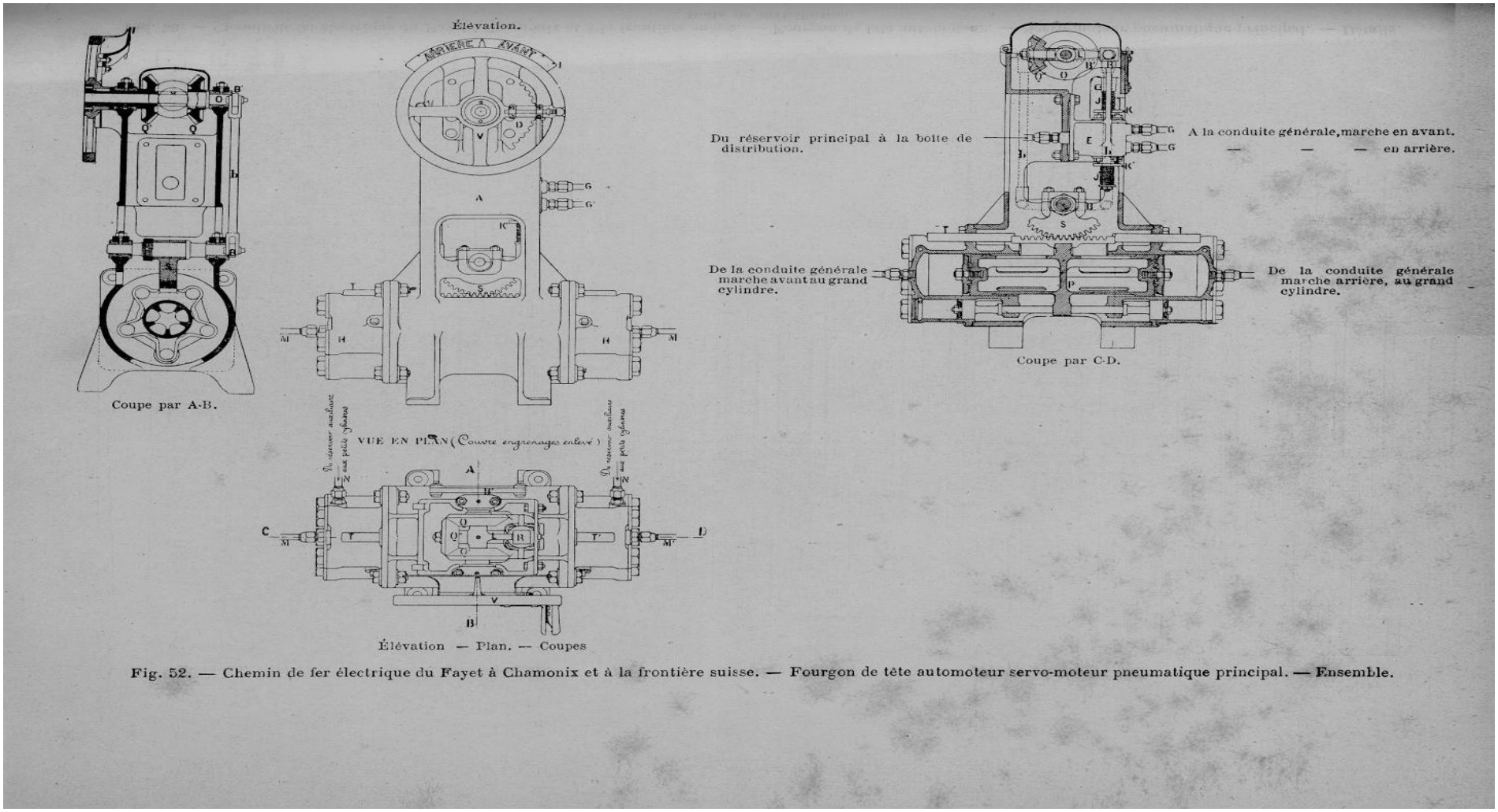


Fig. 52. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse. — Fourgon de tête automoteur servo-moteur pneumatique principal. — Ensemble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

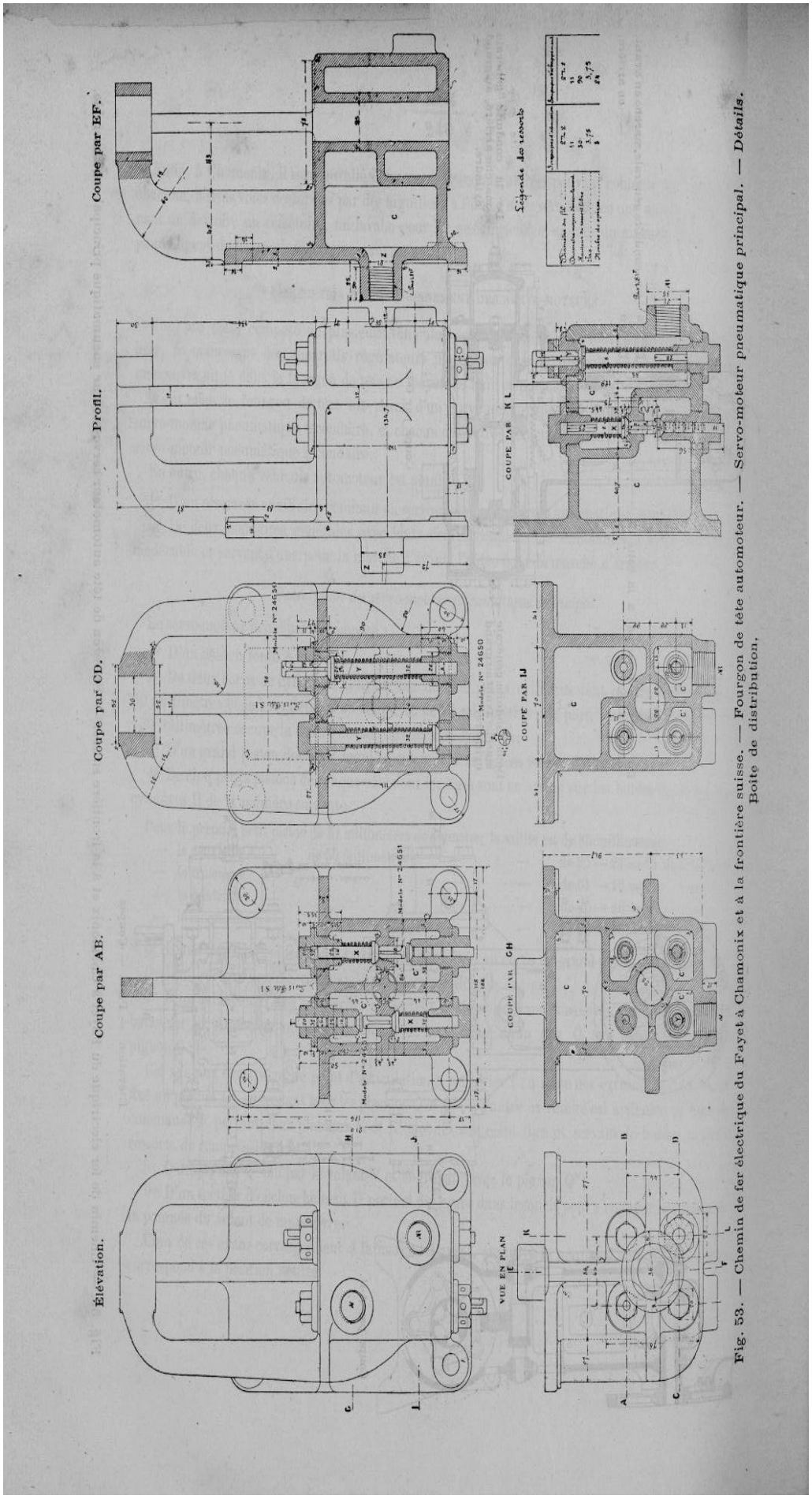


Fig. 53. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse. — Fourgon de tête automoteur. — Servo-moteur pneumatique principal. — *Détails.* Boîte de distribution.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les distances entre le cran correspondant à la disposition neutre et les premiers crans d'avant ou d'arrière sont plus grandes que celles comprises entre les premières et les deuxièmes ou les deuxièmes et les troisièmes, etc., crans d'avant ou d'arrière ; ces distances ont été déterminées de de manière que les soupapes s'ouvrent et se ferment aux moments voulus. Ce secteur est surmonté d'une plaque I portant les indications « avant » et « arrière », devant laquelle se met un index fixé au volant V ;

10° D'une boîte de distribution E composée de 3 chambres ; la première C communique avec le réservoir principal du fourgon de tête par l'ouverture Z et le tuyau U, elle peut en outre communiquer avec les chambres C′ et C″ qui sont normalement fermées par les soupapes X et qui peuvent être vidangées par celles Y ;

11° De deux conduites MM′ venant des deux conduites générales et aboutissant aux grands cylindres de 130 millimètres de diamètre ;

12° De deux conduites N venant du réservoir auxiliaire du frein automatique à mâchoires et aboutissant aux petits cylindres ;

13° D'une conduite U venant du réservoir principal et aboutissant à la chambre C de la boîte de distribution ;

14° Enfin de deux conduites GG′ partant des chambres C′ et G″ pour se rendre aux conduites générales des servo-moteurs marche avant et marche arrière.

Description du servo-moteur pneumatique secondaire.

Chaque servo-moteur secondaire se compose :

1° D'un bâti G ;

2° De deux corps de cylindres H composés chacun de cinq petits cylindres alésés à 50 millimètres entourant un plus grand alésé à 130 millimètres ;

3° D'un grand piston double K muni en son milieu de butées venues de fonte ;

4° De cinq petits pistons de chaque côté dont les tiges sont en saillie sur les butées du corps des cylindres H de la manière suivante :

Pour le premier petit piston de 50 millimètres de diamètre, la saillie est de 80 millimètres.
— le deuxième — — — — de 80 — 16 = 64 millimètres.
— le troisième — — — — de 64 — 16 = 48 —
— le quatrième — — — — de 48 — 16 = 32 —
— le cinquième — — — — de 32 — 16 = 16 —

5° D'une tige d'entraînement *o* destinée à manœuvrer l'appareil régulateur du véhicule ;

6° De deux conduites M et M′ venant des conduites générales des servo-moteurs et aboutissant aux grands cylindres ;

7° De deux conduites N et N′ venant du réservoir auxiliaire du frein automatique à mâchoires et aboutissant aux petits cylindres.

Fonctionnement des servo-moteurs pneumatiques.

Au repos, le volant V de manœuvre du servo-moteur principal est enclenché au cran O. Les soupapes d'admission X des conduites marche avant et marche arrière sont fermées et les soupapes d'évacuation Y sont ouvertes. Les grands pistons des servo-moteurs ne supportent donc aucune pression. L'air comprimé des réservoirs auxiliaires et, par suite, des petits cylindres main-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tient tous les petits pistons contre les butées des corps de cylindres H ; deux petits pistons, un de chaque côté, maintiennent alors les grands pistons dans une position médiane. Pour le servo-moteur principal, ces petits pistons sont ceux de 61 millimètres de diamètre.

Cela posé : soit $2p$ la pression d'air à établir sur un grand piston pour contre-balancer l'effort dû à un petit piston de 50 millimètres de diamètre, la pression à établir sur un grand piston pour contre-balancer l'effort d'un petit piston de 61 millimètres de diamètre sera $3p$, car la surface d'un piston de 61 millimètres = 1.5 celle d'un piston de 50.

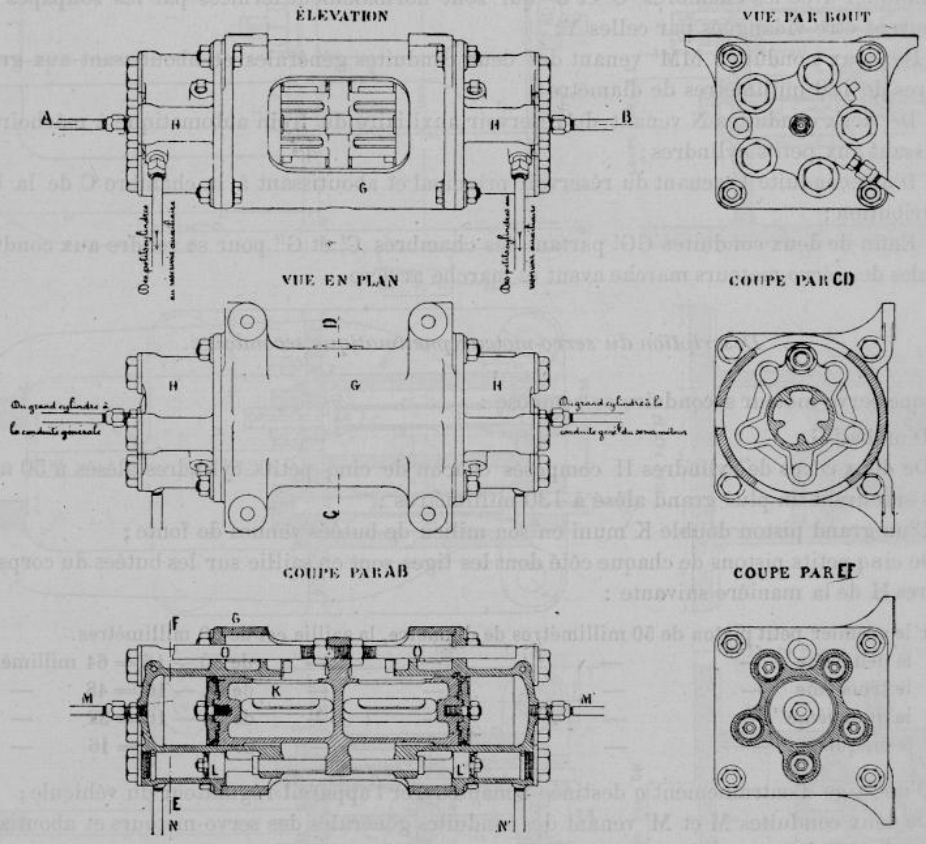


Fig. 54. — Chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse. Véhicules automoteurs, montage du servo-moteur pneumatique secondaire.

Si l'on établit sur l'une des faces des grands pistons des servo-moteurs secondaires une pression de $3p$, ceux-ci refoulent les premiers petits pistons et viennent buter contre les deuxièmes. Ils n'iront pas plus loin parce que pour refouler en même temps ces deuxièmes petits pistons, il faudrait une pression $4p$. Les régulateurs sont alors placés dans leur première position par l'intermédiaire des tiges O des servo-moteurs secondaires.

Si maintenant on établit une pression $5p$ sur la même face des grands pistons, ils refoulent les deuxièmes petits pistons et viennent buter contre les troisièmes. Ils n'iront pas plus loin, car pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

refouler en même temps ces troisièmes petits pistons, il faudrait une pression $6p$. Les régulateurs sont alors placés dans leur deuxième position.

Et ainsi de suite.

Le résultat que l'on veut obtenir est donc d'établir, puis de maintenir automatiquement, soit dans la conduite générale marche avant, soit dans celle de marche arrière, des pressions égales à $3p$, $5p$, $7p$, $9p$ et $11p$, ce résultat s'obtient au moyen du servo-moteur principal dont le fonctionnement est le suivant :

Lorsque le volant V est enclenché au cran 0, le levier L est horizontal, les plateaux K et K′ appuient sur les tiges des soupapes d'évacuation des chambres C′ et C″ faisant ainsi communiquer ces chambres avec l'atmosphère, mais sans toucher aux tiges plus courtes des soupapes d'admission X, il n'y a donc pas d'air comprimé dans les conduites générales.

Si, par exemple, le mécanicien fait tourner le volant V pour l'enclencher au cran 1 marche avant, le pignon Q″ tourne, le pignon Q′ s'élève en roulant sur le pignon Q demeuré fixe, le levier L fait descendre la tige R et par suite les plateaux K et K′. Le plateau supérieur K ouvre en grand la soupape d'évacuation Y marche arrière, puis avec l'aide de la tige T ouvre la soupape d'admission X marche avant, pendant ce temps le plateau inférieur K′ abandonne la tige de soupape d'évacuation Y marche avant, qui se ferme sous l'action de son ressort, l'air du réservoir principal passe de la chambre c à la chambre c' puis à la conduite générale marche avant et de là dans les grands cylindres des servo-moteurs.

Lorsque la pression sur le grand piston du servo-moteur principal est devenue légèrement supérieure à $3p$, il se met en mouvement, entraîne le secteur S, le levier B, les bielles b et le levier B′, faisant tourner le pignon Q en sens inverse du volant V ; le pignon Q′ redescend en roulant sur le pignon Q″ devenu fixe à son tour, la tige R remonte avec les plateaux K et K′ et la soupape d'admission X marche avant se ferme.

Arrivé dans cette position pour laquelle les soupapes d'admission et d'évacuation marche avant sont fermées, le grand piston reste en équilibre, mais la moindre variation de pression en plus ou en moins dans la conduite générale marche avant suffira pour le faire déplacer dans un sens ou dans l'autre. En effet, la butée du grand piston a déjà refoulé le premier petit piston de 8 millimètres et se trouve à cette même distance de la tige du deuxième piston. Ce dernier ne peut donc encore lui opposer aucune résistance.

Si ensuite le mécanicien enclenche le volant V au cran 2 pour les mêmes raisons, la soupape d'admission X marche avant, s'ouvre de nouveau et la pression augmente dans la conduite générale et par suite dans le grand cylindre. Lorsque la pression sur le grand piston est devenue un peu supérieure à $5p$, il se remet en mouvement et les soupapes X et Y marche avant sont de nouveau fermées, la soupape d'évacuation marche arrière restant toujours ouverte.

Dans cette position encore, et comme ci-dessus, le grand piston se trouve en équilibre et la moindre variation de pression dans la conduite marche avant suffira pour le faire déplacer. Sa butée, en effet, refoule les deux premiers petits pistons, mais se trouve encore à 8 millimètres de la tige du troisième, qui ne peut, par conséquent, lui opposer aucune résistance.

Et ainsi de suite.

Si maintenant, par exemple, le mécanicien revient du cran 2 au cran 1 marche avant, la tige R s'élève avec les plateaux K et K′, la soupape d'évacuation Y marche avant s'ouvre et la pression dans la conduite marche avant baisse, le grand piston rétrograde sous la poussée des petits pistons et la soupape d'évacuation Y marche avant, est refermée lorsque l'équilibre est rétabli, c'est-à-dire lorsque la pression sur le grand piston est $3p$.

Si, pour une cause quelconque, la pression venait à diminuer ou à augmenter dans la conduite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

générale alimentée, le grand piston du servo-moteur principal ne serait plus en équilibre et se mettrait en mouvement dans un sens ou dans l'autre, la soupape d'admission ou celle d'évacuation, suivant le cas, s'ouvrirait, l'équilibre se rétablirait, et cette soupape se refermerait. Il en serait de même si la pression dans les réservoirs auxiliaires augmentait ou diminuait.

En cas de rupture d'un tuyau flexible de la conduite générale alimentée, la pression cesse dans les grands cylindres et les grands pistons des servo-moteurs secondaires rétrogradent dans leur position médiane sous la poussée des petits pistons, le grand piston du servo-moteur principal rétrograde de même ouvrant la soupape d'admisssion de la conduite avariée ; le mécanicien prévenu par le ralentissement du train ramène le volant de manœuvre au cran O et le grand piston revient dans sa position médiane.

Un robinet d'isolement est placé entre la triple valve et le cylindre du frein à mâchoires. En cas d'avarie à la conduite de ce frein, on ferme ce robinet, on vidange les cylindres au moyen des valves à relâcher le frein, et on peut alors se remettre en route, avec une certaine pression dans les réservoirs auxiliaires, qui permet le fonctionnement des servo-moteurs jusqu'à ce que le train ait gagné un point où l'avarie puisse être réparée ou bien le véhicule différé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION EN SECTIONS

(2e ET 5e SECTIONS RÉUNIES.)

Séance du 25 septembre 1900, à 9 heures du matin.

PRÉSIDENCE DE Mr FREDRIK ALMGREN.

Mr le Président. — Mr Auvert voudra bien nous présenter un résumé du rapport qu'il a rédigé avec Mr Mazen; celui-ci résumera ensuite le rapport de Mr Heft.

Le libellé de la question contient deux litteras distincts. Dans la pratique, il a été impossible aux rapporteurs de respecter cette division.

Mr Auvert, *rapporteur pour tous les pays, sauf les États-Unis.* — Depuis 1895, la traction électrique tend à se développer sur les grands chemins de fer dans une grande proportion et on en a fait récemment des applications assez importantes : je citerai l'exemple de la Compagnie d'Orléans, entre la gare d'Austerlitz et la gare du quai d'Orsay; mais ces applications sont pour ainsi dire expérimentales. Des locomotives ont été employées sur ces lignes et les choses sont ordinairement disposées comme elles le sont sur les grands tramways américains. Les moteurs sont beaucoup plus puissants, mais, en somme, on fait usage du système série parallèle qui est le système employé sur tous les tramways américains.

Nous ne pensons pas, c'est du moins l'opinion personnelle de vos rapporteurs, que ce système puisse sans modifications donner satisfaction sur les grandes lignes de chemins de fer. Il peut convenir parfaitement pour des trains qui marchent à une vitesse sensiblement constante; le rendement est alors très bon, puisqu'on peut disposer les locomotives en vue de la vitesse qu'on désire réaliser dans le cas particulier considéré; mais la locomotive électrique n'offre en aucune manière la souplesse de la locomotive à vapeur. Grâce à la coulisse de Stephenson, la locomotive à vapeur peut marcher avec un rendement excellent dans des limites de vitesse très étendues : une machine disposée pour marcher à 100 kilomètres à l'heure peut marcher à 80, à 60 kilomètres avec un très bon rendement.

Il n'en est absolument pas de même avec les systèmes de régulation en usage sur

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les locomoteurs qui font un service régulier. On se borne à avoir deux, quelquefois trois crans de marche pour lesquels le rendement est très bon; mais pour tous les crans intermédiaires, on est obligé de faire usage de résistances pour régler la vitesse si on veut marcher d'une façon continue sur un profil donné ou bien de couper le courant et de laisser marcher le train en vertu de la vitesse acquise. On marche en quelque sorte comme si on faisait traîner un train par une locomotive dont le levier de changement de marche serait toujours au même cran et on n'a d'autre ressource que de faire quelque chose d'analogue à ce que faisaient les anciens mécaniciens qui étranglaient plus ou moins la vapeur.

Quand, pour produire l'électricité, on se sert de puissantes chutes d'eau, cet inconvénient peut être secondaire, parce que l'électricité non utilisée est produite sans augmentation de frais; mais lorsqu'on produit l'électricité au moyen de moteurs à vapeur, ce qui serait certainement le cas si d'une façon générale on voulait substituer la traction électrique à la traction à vapeur, il faut avant tout rechercher l'économie, et les locomotives électriques telles qu'elles existent actuellement gaspilleraient absolument l'énergie. Sans doute, on pourra arriver à les construire autrement, mais je dis que telles qu'elles le sont aujourd'hui, elles ne peuvent marcher dans des conditions économiques qu'à des vitesses déterminées, sur un profil déterminé et avec une charge déterminée. C'est pourquoi, dans notre rapport, nous insistons sur ce point qu'il serait très dangereux de répandre l'idée qu'il existe aujourd'hui des locomotives électriques capables de remplacer les locomotives à vapeur dans les mêmes conditions de fonctionnement. Le problème n'est pas résolu et, si l'on veut développer la traction électrique sur les grands chemins de fer, il y a lieu de pousser les investigations dans ce sens.

Le problème sur les lignes secondaires est tout à fait différent : ces lignes sont courtes et les trains y marchent généralement tous à la même vitesse. On étudie alors les locomotives de façon qu'elles soient parfaitement appropriées au profil et aux charges généralement assez faibles qu'on a à remorquer, et même on peut à la rigueur établir les horaires en tenant compte de ce que les locomotives peuvent faire. Il n'en est évidemment pas de même sur les grandes lignes.

Nous avons à signaler depuis 1895, date de la dernière session du Congrès, un nouveau mode de traction intéressant; ce mode de traction, qui est appliqué depuis quelque temps en Amérique et qui va prochainement recevoir des applications en France, n'est applicable que sur les lignes spéciales qui n'ont pas de trafic international; il consiste à composer les trains de voitures automotrices et à abandonner complètement l'usage des locomotives. Chaque voiture est motrice, prend directement son courant sur la ligne, soit au moyen d'un trolley aérien, soit au moyen d'un troisième rail, et comporte un appareil régulateur pour gouverner le moteur. Il y a dans le train un nombre quelconque de véhicules, mais il n'y a qu'un seul mécanicien.

Pour réaliser ce nouveau mode de traction, un premier système a été imaginé en Amérique par Mr Sprague; un deuxième système a été imaginé également par la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Compagnie du Paris-Lyon-Méditerranée et va être appliqué sur la ligne de Chamonix; il a l'avantage d'abord de permettre un démarrage extrêmement rapide et la montée de rampes très fortes, par le fait que l'on dispose de toute l'adhérence du train. Il permet ensuite de faire, dans un service de banlieue, des mouvements de va-et-vient sans avoir à retourner une locomotive, sans la changer de bout, ce qui procure une sérieuse économie de temps. Ce nouveau mode de traction est, croyons-nous, appelé à un grand avenir, au moins sur les lignes de banlieue et les lignes de montagne.

Je ne me suis occupé jusqu'à présent que de l'emploi des courants continus qui ont été jusqu'ici adoptés partout, sauf quelques applications des courants alternatifs faites en Suisse et en Italie. Or, les courants continus ont l'inconvénient de se prêter difficilement à la transmission de l'énergie aux grandes distances. On poursuit en ce moment en Italie la construction d'une ou deux lignes à courants alternatifs ; le courant y sera produit à très haute tension, ce qui permettra de le transporter à de très grandes distances avec des conducteurs de faible section; des transformateurs statiques seront disposés le long de la ligne et abaisseront la tension à environ 3,000 volts; le courant sera alors employé directement sous la forme alternative dans les moteurs des voitures.

Ce système n'est pas encore appliqué, les lignes étant seulement en construction. Il n'est pas possible d'émettre en ce moment un jugement, puisque rien n'est encore commencé, qu'il n'y a que des essais de laboratoire faits chez le constructeur. Il y a grand intérêt à poursuivre les tentatives dans cette voie, car l'un des principaux obstacles à la diffusion de la traction électrique, c'est la difficulté de transmettre des courants intenses à grande distance sans perte importante ou sans employer des conducteurs d'un prix absolument inabordable.

En résumé, je crois qu'on pourrait dire que sur les lignes secondaires, ou plutôt sur les lignes placées dans des conditions spéciales, la traction électrique peut être employée avec grand avantage au moyen des procédés actuellement connus, mais que sur les lignes à grand parcours, les lignes internationales, c'est-à-dire transportant du matériel de toutes provenances et où il est, par suite, nécessaire de faire usage de puissantes locomotives, le problème n'est pas encore résolu.

Il est peut-être sur le point de l'être, mais enfin il n'existe nulle part d'exploitation où l'on fasse usage de locomotives électriques capables de rivaliser avec les locomotives à vapeur.

Il y a lieu par conséquent de poursuivre des essais dans cette voie. (*Marques d'approbation.*)

Mr Mazen, *rapporteur pour tous les pays, sauf les États-Unis.* — Mr le Président m'a fait l'honneur de me demander de résumer le rapport de notre collègue Mr Heft, délégué américain, qui est une des personnalités les plus capables de représenter devant vous la traction électrique naissante des chemins de fer. Je n'essayerai pas de vous lire son rapport; il est trop étendu. Je n'essayerai pas non

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus de vous dire tout ce qu'il contient, car cela m'entraînerait dans de tels développements que je prendrais toute votre séance. Il me suffira de constater en résumé que Mr Heft, dans l'enquête qu'il a faite auprès des compagnies américaines, n'en a rencontré que trois qui ont pu lui dire qu'elles avaient en exploitation à l'heure actuelle des lignes à traction électrique. Tout d'abord, il y a la Compagnie du « Baltimore & Ohio Railroad ». Cette Compagnie traverse la ville de Baltimore sous un tunnel et c'est uniquement à cause du tunnel que les locomotives électriques ont été employées. C'est donc un cas tout à fait particulier. Il y a une machine de manœuvre qui remorque les trains sur une certaine longueur et qui leur fait traverser la ville.

Deux autres applications méritent de fixer notre attention, en ce sens qu'elles s'appliquent à des lignes ayant davantage l'allure de chemins de fer de grande ongueur. Ce sont les essais et l'exploitation entrepris par les compagnies du « New York, New Haven & Hartford Railroad », et du « Pennsylvania Railroad ». Ces Compagnies ont déjà des lignes à traction électrique en exploitation. Mais ces lignes ressemblent plutôt à de très gros tramways qu'à des chemins de fer proprement dits.

Comme vitesse, on a dépassé sensiblement celle des tramways. Comme charge, on est allé jusqu'à 75, 80 et 90 tonnes; mais, sur aucune de ces lignes, on n'a eu à remorquer, problème qui s'est présenté assez fréquemment en France dans ces derniers temps, des trains à lourde charge avec des vitesses correspondant aux vitesses moyennes des chemins de fer. Voilà le résumé de ce qui existe en Amérique. On a cru qu'il y avait là de nombreuses applications de chemins de fer électriques; il faut borner à ces seules applications nos constatations.

Si nous passons du domaine des chemins de fer ordinaires à celui des chemins de fer économiques, il y a, au contraire, toute une série d'applications très intéressantes faites en Amérique, sous forme de tramways moyens ou même de tramways assez pesants et à assez grande allure. Là, je n'insisterai pas parce que le problème me paraît à peu près résolu et perd, à notre point de vue, une partie de son intérêt.

Voici ce que dit Mr Heft. Dans ses appréciations, tant sur les chemins de fer normaux que sur les chemins de fer secondaires, il est très optimiste. Il estime que traction électrique doit s'étendre très rapidement à un grand nombre de lignes de chemins de fer.

Vous me permettrez de me joindre à mon collègue et ami Auvert pour vous dire qu'au point de vue des grands chemins de fer, le problème des dispositions employées pour la traction électrique sur les lignes exploitées comme elles le sont actuellement n'est pas résolu et que nous ne pouvons qu'être très prudents dans nos appréciations. (*Applaudissements.*)

Mr le Président. — Je pense, messieurs, qu'il convient d'adresser des remerciements à Mr Mazen pour le résumé qu'il vient de faire. Jusqu'à présent, il n'y a pas de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conclusions présentées que je puisse soumettre à l'assemblée, mais il a été dit par un des rapporteurs quelques mots qui pourraient très bien servir de projet de conclusions : c'est que, pour les lignes secondaires, on peut aussi avec avantage, grâce aux appareils connus, employer la traction électrique. Mais, pour les transports des grandes lignes qui demandent de plus puissantes locomotives, le problème n'est pas encore considéré comme résolu. Ce n'est que dans des cas particuliers, comme, par exemple, lorsqu'il est question de longs tunnels ou de grandes rampes qui exigent une locomotive de secours pour la double traction d'une partie de la ligne, qu'on peut dire qu'à présent on a trouvé le vrai moyen de résoudre le problème des locomotives à électricité sur les grandes lignes.

Je vous demanderai donc d'examiner d'abord la question de savoir si nous pouvons constater dans nos conclusions qu'on peut considérer le problème de la traction électrique, en ce qui concerne les lignes secondaires, comme suffisamment résolu. Je mets ce point en discussion.

Nous passerons ensuite à l'autre question : pouvons-nous dire que le problème est résolu pour les lignes qui demandent des locomotives plus puissantes?

Mr Gerard, *secrétaire principal de la 5e section*. — Sans faire aucune opposition au projet de conclusion que Mr le Président vient de présenter, je me permets de proposer la subdivision du second paragraphe relatif aux grandes lignes, et de demander que l'on fasse une distinction entre les trains longs, de fort tonnage, et les trains courts et légers.

Je suis absolument persuadé que le problème est parfaitement résolu, même au point de vue des grandes lignes, pour un trafic par trains légers et fréquents. Si l'on pouvait affecter une ligne exclusivement à la traction électrique, il est incontestable que l'on pourrait aborder aujourd'hui des vitesses de 100 à 120 kilomètres et même des vitesses supérieures sans aucune difficulté, à la condition d'avoir affaire à des trains légers se succédant à court intervalle et formés soit d'une série d'automotrices ou d'une automotrice et d'une voiture remorquée, ou d'une paire d'automotrices, comme sur l'*Elevated*, de Liverpool.

Ce qu'on pourrait peut-être encore ajouter, c'est que la traction électrique n'a pas encore résolu et ne résoudra probablement pas de sitôt le problème que la locomotive à vapeur résoud actuellement : c'est-à-dire la traction de trains de 200 ou 300 tonnes formés de voitures offrant tout le confort qu'exigent actuellement les voyageurs à longue distance et pesant jusqu'à 900 kilogrammes par voyageur, et même plus. Je crois qu'il se passera encore quelques années avant que l'usine marchante soit exclue du trafic des grandes lignes. C'est une simple opinion que j'émets, mais je crois que c'est une thèse que mes collègues de la traction seront sans doute disposés à soutenir avec moi.

Mr Rigoni, Association des tramways italiens. — J'ai trouvé dans le rapport de Mr Heft, que je regrette de ne pas voir ici, une phrase sur laquelle je désire attirer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'attention des sections. Il nous dit, page 24 (1) : « Le trolley aérien a été reconnu plus coûteux d'établissement et d'entretien que le troisième rail, et moins économique au point de vue des frais d'exploitation. »

Ces quelques mots renferment toute une question qui ne peut pas, me paraît-il, être résolue aussi rapidement. Je suppose qu'on a voulu dire que si un chemin de fer avait dû avoir son troisième rail suspendu, cela aurait été plus coûteux et que les frais d'exploitation auraient été plus élevés. Mais, d'ailleurs, nous devons ne pas perdre de vue que pour transporter les fortes unités d'énergie électrique, il faut ou beaucoup de section ou beaucoup de tension : ce sont là deux éléments qui se lient.

L'honorable rapporteur a bien voulu toucher la question du courant alternatif, du courant polyphasé. Cette question n'en est pas à ses premiers pas. Grâce à la tension, un fil de cuivre de 8 millimètres peut remplacer un troisième rail de 30 kilogrammes. Vous voyez déjà combien la question est importante.

Les courants alternatifs ont déjà été employés pour la traction en Suisse, et j'ai trouvé dans les annexes du rapport de Mrs Auvert et Mazen une note sur le chemin de fer de Burgdorf-Thun qui, d'après moi, contient les éléments pour la vraie solution de la traction électrique par courants polyphasés. Nous avons là un chemin de fer de 40 kilomètres, parcouru par dix trains assez lourds dans les deux sens et alimenté par une usine qui produit 3,000 à 4,000 chevaux dynamiques. C'est donc un essai d'une certaine importance. La tension sur le trolley ne devrait être théoriquement que de 700 volts. J'ai parcouru cette ligne et j'ai pu remarquer que cette tension s'élevait parfois jusqu'à 1,000 volts, les moteurs se gouvernant assez bien.

Le rapporteur craint beaucoup le manque de souplesse, d'obéissance des moteurs électriques triphasés. Les moteurs triphasés ne sont pas aussi obéissants que les moteurs à courant continu, mais dans les cas où les arrêts ne sont pas très fréquents, comme il arrive sur les grands chemins de fer, cas que nous devons aussi envisager, cela ne présente pas grand inconvénient. On insère des résistances, on perd une petite quantité de force aux arrêts, tous les quarts d'heure par exemple; c'est bien différent de ce qui se passe avec les tramways et les lignes de banlieue.

On est en ce moment occupé en Italie à faire un essai très important sur le chemin de fer de la Valteline, exploité par la Société de l'Adriatique, sur une longueur d'une centaine de kilomètres. On va faire un tour de force et porter la tension dans le fil de trolley à 3,000 volts. Après avoir examiné l'exploitation de Burgdorf-Thun, je ne vois à cela aucun inconvénient. Les expériences que la maison Ganz de Budapest a faites dans son usine ont démontré que, dans les mêmes conditions, il n'y a pas plus de danger à exploiter avec 3,000 qu'avec 500 volts sur la ligne de contact. Je crois que nous trouverons là la vraie solution de la question.

Je suis en train de construire un chemin de fer électrique et je n'ai pas craint d'adopter les courants triphasés.

Dans le rapport de Mr Heft, très intéressant d'ailleurs, on parle du troisième rail

(1) Voir *Bulletin du Congrès des chemins de fer*, nº 8, août 1900, 2e fasc., p. 5826.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et des trains de banlieue. Nous avons vu dans ces derniers jours une excellente application, celle de la Compagnie d'Orléans, entre la gare d'Austerlitz et le quai d'Orsay, avec un train de 240 tonnes à la vitesse de 40 kilomètres. C'est là un service splendide, mais c'est un gros service, un service de grand trafic tout à fait soigné. Nous avons encore le Métropolitain de Londres et le Métropolitain de Paris. Tout cela marche très bien, mais ce sont toujours des services spéciaux.

En Amérique, on a fait avec le troisième rail trois tronçons d'une longueur totale d'une cinquantaine de kilomètres. Mais la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad » y transporte 60 millions de voyageurs par an; ce sont là des conditions de trafic tout à fait spéciales; mais une longue ligne qui n'a pas un service extraordinaire ne pourra pas recourir utilement à ce moyen et doit chercher ailleurs la solution économique.

Pour moi, je crois devoir insister sur ce point que le système à courant polyphasé, ou plus spécialement à courant triphasé — car les systèmes polyphasés autres que celui-ci n'ont pas encore donné de résultats — sera la meilleure solution dans la plupart des cas. Les quelques mots du rapport dont j'ai donné lecture en commençant ne paraissent donc pas exacts, et je ne voudrais pas que l'on pût laisser passer cette déclaration que le transport du courant par fil aérien coûte plus comme installation, comme frais de premier établissement et comme exploitation, que les autres systèmes.

Mr Auvert, *rapporteur*. — Je n'ai qu'une observation à faire sur ce qui vient d'être dit. Le courant alternatif sera évidemment très pratique pour les longues lignes, à cause de l'économie sur les conducteurs servant à la transmission de l'énergie.

Mais l'obligation d'employer des moteurs triphasés présente un grand inconvénient. Sur le chemin de fer de Burgdorf-Thun, qui fait usage du courant triphasé, on a une grande difficulté à maintenir les horaires. Les moteurs marchent à une vitesse presque constante. Il en résulte que si on a des retards en service, ce qu'il est impossible d'éviter, on ne peut les regagner à moins de prévoir des arrêts trop longs.

Sur ce chemin de fer de Burgdorf-Thun, il y a un profil spécial, une grande rampe suivie d'une grande pente. On regagne le retard, en se laissant « couler » sur la pente, sans se servir de l'électricité, et en dépassant de beaucoup la vitesse prévue, même celle qui est autorisée par les règlements locaux. Mais sur les lignes plates, où l'on est obligé de faire agir tout le temps les moteurs, il n'en serait pas de même, et les retards s'accumuleraient. C'est un inconvénient grave pour une longue ligne où les arrêts se totalisent. Il n'a pas d'importance pour une petite ligne avec quelques arrêts.

Je ne dis pas que, dans l'avenir, on ne trouvera pas un dispositif permettant une certaine accélération, comme avec les courants continus et la vapeur; mais actuellement il n'existe pas de solution permettant de regagner le temps perdu avec les moteurs du courant dont on parle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mr Rigoni. — En pratique, il y a peut-être moyen de parer à l'inconvénient que l'on vient de signaler.

Sur les lignes plates, il existe des limites, des tolérances si grandes qu'il y a toujours moyen de se rattraper. Les difficultés se présentent plutôt sur les lignes accidentées des montagnes. Là on peut tirer parti du retour des courants dans les descentes. Sur la ligne de Burgdorf-Thun dont on parle, où on réalise une vitesse ordinaire de 40 kilomètres à l'heure, on a des locomotives pour le service des marchandises construites pour une vitesse de 18 kilomètres avec une double transformation. Or, j'ai voyagé avec ces locomotives faisant 45 kilomètres à l'heure. Il paraît que, dans ces conditions, il y a toujours moyen de s'arranger. Avec les courants triphasés, ce n'est pas seulement sur les conducteurs que l'on réalise l'économie, mais sur l'installation, sur l'usine, sur les transformations très simples. J'ai en service cinquante-deux cabines de transformation statique. Elles n'offrent jamais d'inconvénient. Il n'y a qu'à bien les protéger.

C'est un problème, messieurs, qu'un avenir prochain résoudra. J'ose espérer que la Commission permanente, chargée de fixer le programme pour la prochaine session du Congrès, aura soin de mettre à l'ordre du jour cette question qui est très intéressante.

Mr Gerard, *secrétaire principal de la 5e section*. — Mr Rigoni a fait tout à l'heure une objection à la thèse de Mr Heft qu'il faut remplacer le fil aérien par un troisième rail. Je ne vois pas trop d'où vient l'opposition de Mr Rigoni contre cette solution. A titre de renseignement, je lui demanderai si la prise de courant se fait par archet ou par trolley, dans le cas qu'il a cité.

Mr Rigoni. — Par archet.

Mr Gerard. — D'après les renseignements que j'ai reçus de la direction de la Compagnie du « New York, New Haven & Hartford Railroad », la prise du courant se faisait par poulies sur des fils très gros à section spéciale. On a échoué aux grandes vitesses.

La suspension des fils notamment, traversant des ponts, devenait difficile. C'est ce qui a engagé à remplacer les fils aériens par le troisième rail.

Mais pour appliquer des courants de haute tension, des courants triphasés, Mr Rigoni ne croit-il pas que le troisième rail serait utilisable?

Mr Rigoni. — Non, au point de vue de la sécurité.

Mr Gerard. — Vous ne le transformez pas, vous l'utilisez directement?

Mr Rigoni. — Oui.

Mr Mazen, *rapporteur*. — Le chemin de fer de Burgdorf-Thun marche à 40 kilomètres. Nous avons fait des essais. Jusqu'à 50 kilomètres, nous avons employé très facilement le fil aérien. A partir de 50 kilomètres, nous avons eu de telles avaries que nous avons remplacé le fil aérien par le conducteur latéral.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mr Rigoni. — Pour parer à ces inconvénients, on a étudié le remplacement de la poulie par l'archet. On a fait des essais à l'usine, et avec cela, on a marché à 70 kilomètres sans inconvénients.

Mr Baudry, Ch. de f. de Paris-Lyon-Méditerranée. — Ce que vous venez de dire s'applique-t-il à une ligne existante ?

Mr Rigoni. — J'ai donné des renseignements sur des lignes existantes, et j'ai dit que la tension était arrivée pratiquement jusque 1,000 volts. Ensuite, on a fait des études au sujet d'une ligne qui marchera à 3,000 volts et que l'on est en train de construire.

Mr Baudry. — Les lignes dont vous avez parlé, sont-ce d'autres lignes que celles citées dans le rapport, ou s'agit-il de la ligne de Burgdorf-Thun ?

Mr Rigoni. — En Suisse, il y a sept ou huit lignes. En Italie, on est en train d'en construire. En exploitation avec courants triphasés, il n'y en a pas encore.

Mr Cairo, Ch. de f. méridionaux, Italie. — Il y aura dans notre pays un ensemble d'installations analogues à celles de la ligne de Burgdorf-Thun. Si les membres du Congrès désirent que mes collègues et moi nous leur donnions quelques renseignements à cet égard, nous serons très heureux de le faire, à la seule condition qu'on nous fixe un rendez-vous à Vincennes.

Mr Godfernaux, *secrétaire de la 5e section*. — Il serait bon de faire intervenir dans la première partie du projet de conclusions un facteur très important dans l'espèce, qui est *l'intensité du trafic*, car si l'on devait appliquer la traction électrique à une ligne secondaire, ayant trois ou quatre trains par jour dans chaque sens, par exemple, l'opération serait loin d'être brillante; je pense que nous sommes tous d'accord sur ce point.

La rédaction proposée est donc trop nette et il y aurait lieu, à mon avis, de la compléter dans le sens que je viens d'indiquer. Le mieux serait de faire une distinction très nette entre la théorie et la pratique.

Mr Solacroup, Ch. de f. de Paris à Orléans. — Je crois, pour rendre les conclusions plus claires, qu'une distinction s'impose. Il faut distinguer la question de fonctionnement et la question d'économie d'application. Cette dernière question varie de face suivant les espèces et il ne faut pas, je crois, essayer en ce moment d'envisager la question du prix de revient; le problème serait beaucoup trop complexe. Nous devrions, à mon avis, nous borner à parler du fonctionnement.

Mr Gerard, *secrétaire principal de la 5e section*. — Dans son excellent rapport, Mr Auvert s'est abstenu de toucher la question d'économie que vient précisément de soulever Mr Solacroup. L'honorable rapporteur n'a-t-il pas cependant recueilli des renseignements suffisants pour nous donner une idée de l'économie qu'on pourrait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réaliser soit dans le cas des automotrices à trafic intense, soit dans le cas des applications qui ont été faites ?

Mr Auvert, *rapporteur*. — Personne n'a donné de renseignements à ce sujet.

Mr Clérault, Ch. de f. de l'Ouest français. — Et je crois que personne ne peut en donner actuellement.

Mr Auvert. — Ces applications sont en effet trop récentes. On a procédé généralement à des améliorations, à des transformations et on ne sait pas encore ce que cela coûtera comme entretien.

Mr Gerard. — Je crois que Mr Rigoni ne s'est pas laissé entraîner à appliquer la traction électrique aux lignes économiques qu'il représente sans avoir réfléchi à ce côté de la question. Ne pourrait-il nous donner quelques renseignements à cet égard? Cela nous permettrait de suivre Mr Solacroup dans l'ordre d'idées qu'il indiquait : la distinction à faire entre le côté économique et la question des procédés à suivre dans les installations et l'équipement du matériel. Techniquement, le problème a reçu des solutions dans des cas nombreux (il reste encore à examiner la question des courants continus et des courants polyphasés), mais nous ne sommes pas encore fixés sur le côté économique.

Mr Rigoni. — Je demanderai à quelques-uns des délégués qui ont construit de grandes lignes de nous dire ce qu'a coûté l'exploitation. Je donnerai alors des explications.

Mr Clérault. — Il me paraît absolument impossible d'aborder l'examen de la question économique, d'abord parce que ceux qui ont construit des lignes à trafic un peu intense ne sont pas encore édifiés sur ce point, et ensuite parce que les autres se trouvent dans des conditions tellement variables, suivant, par exemple, que la production d'énergie se fait par chute d'eau ou par machine à vapeur, qu'il leur serait impossible de soumettre actuellement au Congrès des données comparatives. Peut-être pourra-t-on y arriver pour la prochaine session du Congrès.

Je dois maintenant dire un mot des conclusions. On semble y dire que pour les grandes lignes de chemins de fer la question de la traction électrique est complètement résolue. Pour moi, j'estime qu'en nous prononçant ainsi, nous nous tromperions probablement beaucoup, comme on se serait trompé, il y a quarante ans, si on avait dit que la question de la télégraphie électrique était complètement résolue. Il ne faut pas oublier que les Congrès futurs verront nos procès-verbaux, et que diraient-ils s'ils lisaient qu'en 1900 nous avons déclaré que la question de la traction électrique était résolue d'une manière définitive?

Il nous faut, je crois, faire une simple constatation; c'est ce qu'il y a de plus prudent aujourd'hui. Constatons que depuis quelques années la traction électrique a été appliquée sur un certain nombre de lignes et au lieu de dire : « lignes secondaires », disons : « lignes placées dans des conditions spéciales, soit au point

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de vue technique, soit au point de vue économique ». Je crois qu'ainsi nous aurons exprimé ce qui est la vérité et une vérité que nos petits-enfants pourront lire dans nos procès-verbaux sans se moquer de nous. (*Rires.*)

Mr von Leber, Ministère des ch. de f., Autriche. — Je me permets d'appuyer très vivement ce que vient de dire Mr Clérault. En ce qui concerne l'Autriche, je crois que la question de la traction électrique n'est véritablement résolue que pour les tramways. Quant aux autres lignes qui ne sont pas des tramways, je crois que toutes ces lignes sont des lignes spéciales où la traction électrique se fait à titre d'essai. En Suisse, vous avez, par exemple, le chemin de fer de Burgdorf-Thun où la traction électrique, à la vitesse de 40 kilomètres à l'heure, constitue un système d'exploitation très intéressant mais discutable, puis des lignes de montagne, comme celle du Gornergrat, sur lesquelles l'emploi du courant triphasé est excellent.

A cet égard, nous pourrions, je crois, appuyer ce que disait Mr Auvert, que ce système n'est recommandable que pour les lignes spéciales. Lorsqu'on a un profil en long, irrégulier, c'est, je pense, le système à courant continu qui doit être préféré.

Je pense aussi que nous devrions être très circonspects dans nos conclusions. Nous pourrions dire que la question est dans une phase d'expérimentation, mais nous ne devons pas dire qu'elle est résolue.

Mr le Président. — A la suite des observations qui viennent d'être présentées, le projet de conclusions pourrait peut-être être modifié comme suit : « Sur les lignes secondaires, la traction électrique paraît facilement applicable. » Il ne me semble pas que ce soit trop dire.

Mr von Leber. — C'est un peu trop général.

Mr Cairo. — Cette rédaction est un peu trop générale. On ne peut pas dire que la traction électrique est facilement applicable sur les lignes secondaires, car il y a des cas où ce sera vrai et d'autres cas où cela ne sera pas vrai; il y aura des circonstances dans lesquelles la traction électrique conviendra et d'autres circonstances dans lesquelles elle ne conviendra pas. Il vaudrait mieux adopter la formule indiquée par Mr Clérault.

Il n'y a pas ici une question de possibilité : la possibilité peut toujours exister; il y a une question de convenance, une question économique très importante. Chaque ligne est dans des conditions spéciales et on ne peut par édicter une règle générale. Il faut voir si sur la ligne qu'on a en vue la traction électrique est applicable ou non, et voilà tout. (*Marques d'approbation.*)

Mr le Président. — Mr Clérault voudrait-il préciser sa rédaction?

Mr Clérault. — Voici la formule que j'ai l'honneur de proposer et qui n'est que le résumé de ce que j'ai dit tout à l'heure : « L'emploi de la traction électrique tend à s'introduire sur certaines lignes de chemins de fer placées dans des conditions spéciales, soit techniques, soit économiques. » (*Marques d'approbation.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mr de Burlet, Société nationale belge des ch. de f. vicinaux. — Il faut avouer que cela ne dit absolument rien.

Mr Cairo. — Cela ne dit rien des lignes secondaires.

Mr Gerard, *secrétaire principal de la 5e section.* — Cette phrase ne pourrait-elle être précédée d'une autre, disant que la section constate les progrès réalisés dans la traction électrique, et dont les conséquences permettent l'application aux grands railways ? Ainsi, nous aurons fait tout au moins cette constatation, c'est que les rapports ont présenté un ensemble de faits qui constituent des progrès. Il y a quelques années, on n'en était pas là. Tel est l'objet de l'amendement que j'ai l'honneur de proposer aux conclusions.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section.* — Voici la rédaction que je vous soumets : « Le Congrès constate que les progrès réalisés dans la traction électrique permettent de l'introduire sur certaines lignes de chemins de fer placées dans des conditions spéciales, soit techniques, soit économiques. » (*Très bien.*)

Mr Gerard, *secrétaire principal de la 5e section.* — C'est le premier paragraphe.

Mr Cairo. — Qu'on dise que, à la prochaine session du Congrès, on donnera tous les renseignements techniqnes et économiques désirables. Nous pourrions émettre le vœu de voir renvoyer la question à cette prochaine session.

Mr Baudry. — Je m'associe à ce qu'a dit Mr Clérault. Et je parle ici moins en électricien qu'en homme de chemins de fer, qui cherche à distinguer les différents problèmes à résoudre et qui demande aux électriciens s'ils ont une solution pour chacun d'eux. Or, je vois bien sur des lignes importantes des trains de 240 tonnes traînés à une vitesse de 45 kilomètres, par exemple entre la gare d'Orléans et la gare du quai d'Orsay. Je vois sur des lignes de montagne des trains à courants triphasés faisant de petits parcours sur lesquels ils tiennent à peu près leur horaire, grâce à certains artifices peu susceptibles de généralisation. Mais quelqu'un peut-il me dire qu'il possède, ou connaisse seulement, une locomotive électrique capable de remorquer un train de 240 tonnes à grande vitesse, entre Paris et Marseille, par exemple ? (*Non ! non !*)

Mr Eugène Sartiaux, Ch. de f. du Nord français. — L'électricité est encore une bien jeune fille pour remplir un programme aussi complet que celui que demande Mr Baudry. Lorsqu'on a commencé à employer les locomotives à vapeur elles ont passé par les mêmes tâtonnements. Elles ont fait depuis des progrès importants, parce qu'elles ont des années derrière elles. Les essais que l'on tente depuis peu d'années d'ailleurs montrent qu'on a réalisé avec l'électricité des progrès considérables ; nous ne sommes pas au bout et nous ne pouvons encore dire ce qui pourra se faire, bien qu'on peut l'entrevoir. Il y a là un problème difficile à résoudre : faire des moteurs électriques légers et puissants, capables de remorquer des trains lourds

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur de longs parcours, avec une grande vitesse. Attendons le progrès avant de répondre définitivement à la question de Mr Baudry.

Mr Baudry. — J'ai au moins autant de foi dans l'avenir que Mr E. Sartiaux. J'en ai d'autant plus que j'ai comme collaborateur à la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée un électricien de premier ordre, notre rapporteur Mr Auvert, qui est l'auteur d'une locomotive à grande vitesse. Or, cette locomotive qui traîne un train de 100 tonnes à 100 kilomètres à l'heure, me paraît avoir fait faire un progrès considérable à la question que je posais tout à l'heure. Mais ce n'est encore qu'une locomotive d'essai, et si personne ne peut citer une autre locomotive effectuant aujourd'hui un service analogue à celui des trains lourds rapides que j'ai définis tout à l'heure, nous ne pouvons dire que la traction électrique de ces trains soit un problème résolu.

Je voudrais maintenant adresser une question à Mr Rigoni.

Il vient d'exposer d'une façon très nette les avantages qu'il attend de l'application directe des hautes tensions triphasées.

Pour cette application, il a fait ressortir la nécessité d'employer comme conducteur un fil supérieur et non un troisième rail, parce qu'on ne peut mettre un courant de 3,000 volts à la portée de tous les agents qui ont à circuler sur la voie. Il est donc très important de savoir jusqu'à quelle vitesse il a fait ses essais de prise de courant sur fil aérien.

On nous a dit tout à l'heure qu'à l'Ouest, à partir de 50 kilomètres, on n'avait plus réussi à prendre le courant sur un fil sans avoir des avaries.

Mr Cairo. — On a fait des essais à Budapest. Nous sommes allés jusqu'à 90 kilomètres. On peut parfaitement prendre le courant avec le trolley spécial que j'aurai l'honneur de vous montrer demain ou après-demain.

Mr Baudry. — Ce ne sont encore que des essais.

Mr Mazen, *rapporteur.* — Je vois qu'on cite des essais faits à une vitesse de 90 kilomètres avec le fil aérien. Je serais bien aise de savoir si ces essais ont duré longtemps, dans quelles conditions ils ont été pratiqués exactement, combien d'ampères on a fait passer et à quelle tension? En ce qui nous concerne, si nous avons été amenés, après une expérience de plusieurs mois, à remplacer le fil aérien dans certaines parties par le conducteur latéral au niveau du sol, c'est que nous agissions sur des courants très intenses. Nous avons cherché à prendre avec des trolleys ou des archets des courants comparables à ceux qu'il faudrait pour remorquer des trains analogues à ceux que Mr l'ingénieur en chef Baudry a cités. Il ne s'agit pas de savoir si l'on marche, mais quelles sont les conditions pratiques dans lesquelles on peut marcher. Elles ont été telles qu'elles nous ont amenés à revenir aux conducteurs inférieurs qui étaient néanmoins plus chers.

Lorsque nous marchions à une assez grande vitesse avec cette prise de courant intense, nous étions obligés d'avoir un fil et aussi un archet assez gros, et il arrivait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que cet archet avait une force d'inertie suffisante pour détériorer les supports. Peut-être y arrivera-t-on avec des courants de 3,000 volts qui permettront de réduire l'intensité, peut-être aussi avec les moyens nouveaux que nous avons vu fonctionner à Budapest, bien que dans des conditions assez défavorables, car nous avons vu le trolley dérailler plusieurs fois; je ne sais si on a perfectionné le système, je vous parle d'il y a sept ou huit mois.

Voilà les observations que je voulais vous soumettre. Je crois que là encore il y a toute une série d'essais à faire. On réussira, je n'en doute pas, et nous en serons enchantés, car nous en profiterons et nous appliquerons nous-mêmes ce qu'on sera parvenu à faire ailleurs.

Mr Cairo. — Je ne sais pas comment le trolley pourrait être détérioré, car celui qu'employait la maison Ganz n'est pas le trolley utilisé sur la ligne de la Valteline. Il ne serait évidemment pas sérieux de remorquer les trains en se servant d'une poulie qui peut à chaque moment quitter le câble. Le trolley dont nous nous servons est un cylindre d'une longueur suffisante pour que le fil soit toujours en contact avec le trolley même, et l'objection que vient de présenter Mr Mazen n'existe pas pour notre installation de la Valteline.

Quant à la prise de courant, il suffit, avec la tension de 3,000 volts, d'avoir une intensité de courant de 30 à 40 ampères pour avoir une force suffisante pour remorquer des trains de 75 tonnes à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, vitesse qui vient d'être réduite à 30 kilomètres à l'heure sur les rampes de 22 pour mille que nous avons dans la Valteline. Il semble résulter cependant des expériences faites qu'on peut prendre une intensité de courant bien supérieure à 30 ampères ; on peut même arriver à 100 ampères avec la vitesse de 90 kilomètres. Je crois qu'il serait très difficile avec le trolley de prendre une quantité de courant supérieure à 100 ampères environ, mais on peut, si l'on veut prendre 200 ampères, avoir un double trolley.

Mr von Leber. — Nous ne comprenons pas fort bien ce que nous disent nos collègues d'Italie, Mrs Rigoni et Cairo. Ces messieurs nous parlent toujours de 3,000 volts. Si on prend une tension de 3,000 volts, on a un nombre d'ampères relativement restreint pour un même travail, mais ces messieurs peuvent-ils faire entrer ce courant de 3,000 volts dans les voitures?

Mr Cairo. — Oui.

Mr von Leber. — Eh bien, en Autriche, ce serait pour le moment absolument impossible, personne ne l'admettrait, et je ne sais, messieurs, ce que vous en pensez en France et ce qu'en penserait l'Administration française.

Si l'on s'en tient aux tensions que nous admettons presque partout en Europe et même en Amérique, aux courants de 500 volts par exemple ou un peu plus, la question du fil aérien devient très claire, elle dépend du nombre d'ampères que l'on veut faire passer. Le fil aérien a une dimension limitée, à peu près 8 ou 9 millimètres de diamètre. En Amérique, je le sais, on a été au delà, mais c'est bien là la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dimension-limite générale, parce que au delà on ne parvient plus à tendre le fil convenablement.

Une conduite aérienne ne peut être faite que de deux façons : ou bien c'est un fil que l'on tend et alors le diamètre du fil aérien est limité, ou bien c'est une véritable barre massive résistant à la flexion comme un pont et qui doit alors être soutenue comme cela se pratique sur le chemin de fer de Baltimore-Ohio par exemple. Mais ce second système qui exige l'édification de véritables constructions métalliques formant piles de ponts, pour supporter la poutre conductrice, est tellement coûteux et est si laid, que l'on doit en revenir à la conclusion de Mr Auvert, concernant l'avantage d'un rail conducteur. Du moment que l'on a un certain nombre d'ampères qui ne peuvent pas passer par le fil de 9 millimètres et que l'on s'en tient à la tension courante de 500 volts, on est tout naturellement amené à prendre comme conducteur le troisième rail.

Je vous présenterai du reste encore une observation. On a dit tout à l'heure que la traction électrique paraît pratique pour les petites lignes secondaires et on a ajouté : Cela dépend du trafic. Je disais tout à l'heure que, pour les tramways, la question est beaucoup plus résolue que pour les petites lignes secondaires et le Congrès des tramways a voté à l'unanimité une résolution disant que le trafic au moyen d'accumulateurs ne peut être recommandé que quand on ne peut pas faire autrement. Si vous acceptez cette conclusion, il en résultera que nous devrons faire de la traction électrique au moyen de conducteurs aériens ou au moyen d'un troisième rail, suivant l'importance des trains ou suivant le nombre d'ampères. Dans ces conditions, la question me paraît très claire encore quant au trafic. Si vous avez un très petit nombre de trains, la traction électrique ne se recommande pas. Pour qu'elle se recommande, il faut qu'il y ait un nombre suffisant de trains. Sinon, vous aurez ce que nous avons au lac de Traun : cinq ou six trains par jour et une station centrale dont on arrête les machines chaque fois qu'un train a passé. C'est un système qui ne se recommande nullement.

La question est très compliquée et j'en reviens à ce que disait Mr Clérault : Il faut être très circonspect et ne pas voter de résolution trop générale.

Mr Rigoni. — Je crois, messieurs, que nous tournons dans un cercle vicieux. Je disais tout à l'heure que, pour transporter de la force en quantité, il faut ou une grande section ou beaucoup de tension. Mr von Leber nous dit qu'en Autriche on ne pourrait pas mettre une tension élevée sur les lignes de contact. Mais la question n'est pas de savoir si on peut faire cela en Autriche, la question est de savoir jusqu'où cela est dangereux.

En Suisse, le gouvernement s'était opposé au commencement à admettre l'emploi du courant triphasé sur des lignes à trolley, parce qu'un courant triphasé à 500 volts présente beaucoup plus de danger qu'un courant continu du même nombre de volts. Un courant triphasé de 500 volts peut vous envoyer dans l'autre monde aussi bien qu'un courant de 1,000, de 3,000 ou de 5,000 volts. Mais le gouvernement suisse ne

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'est pas arrêté à ses premières craintes ni aux assurances des intéressés; il a nommé une commission composée de trois notabilités de la science et lui a posé cette question : Peut-on aller jusqu'à 750 volts dans un trolley avec courant triphasé? La question a été soigneusement examinée et on a trouvé qu'avec les moyens employés pour l'isolement du personnel, du train, de la voie et du trolley, il n'y avait aucun danger ou plutôt qu'il y avait le même danger qu'avec un courant continu de 500 volts. Alors qu'un gouvernement sérieux et pratique comme le gouvernement suisse a confié la solution du problème à une commission qui, dans un rapport très circonstancié, conclut qu'on peut arriver avec le courant triphasé à une tension très haute, pouvons-nous *a priori* dire que cela n'est pas possible? Attendons donc pour décider.

On est en train actuellement d'établir la traction électrique sur les lignes de la Valteline, sur lesquelles le service sera assuré par des courants de 3,000 volts au travers des fils du trolley. N'avons-nous pas dans nos pays des câbles qui passent avec 10,000 ou 15,000 volts à 3 ou 4 mètres de nos fenêtres? Qu'importe cela si personne n'y peut toucher, si la ligne est bien protégée! C'est une simple question de protection et si vous pouvez assurer cette protection pour 500 volts, vous pourrez tout aussi bien l'assurer pour 3,000 ou pour 5,000. Dans tous les cas, aujourd'hui il y a moyen d'empêcher que le courant qui passe dans les voitures ne puisse entrer en contact avec personne.

Je ne voudrais donc pas voir exprimer des craintes du genre de celles indiquées par Mr von Leber. S'il y a des doutes, nous les examinerons, mais ne commençons pas par dire que nous ne voulons pas telle chose dans notre pays alors que cela s'est fait dans d'autres pays après un examen sérieux et pratique. Nous ne pouvons pas nier ce qui a été fait ailleurs sans produire des inconvénients.

Mr Cairo. — En Italie, le gouvernement a permis les 3,000 volts par la raison que vient de donner Mr Rigoni. Il vous a dit : puisqu'on peut être tué avec 200 ou 300 volts, qu'est-ce qui empêche d'aller à 3,000 volts, et quel mal plus grand y a-t-il à être tué par cette haute tension?

C'est comme si l'on avait dit dans le passé, quand les chaudières étaient timbrées à une pression de 4 ou 5 atmosphères : est-il dangereux de marcher à 14 ou 15 atmosphères? Le danger n'a pas empêché d'arriver à cette pression. Personne ne songe plus à invoquer aujourd'hui le danger d'une chaudière donnant une pression aussi élevée.

La question doit être envisagée à un autre point de vue. L'élévation de la tension dépend de l'isolant que l'on peut employer. Lorsque la technique des isolants sera plus perfectionnée, la tension pourra être augmentée. Comme chaque jour on trouve des isolants plus parfaits, on peut augmenter dans le même rapport la tension sans danger plus grand qu'en employant une tension moins forte avec un isolant inférieur.

Mr von Leber. — On a fait remarquer qu'il n'est pas moins désagréable d'être tué avec un courant de 500 volts qu'avec un courant de 3,000 volts. Ce qu'il faut éviter,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est que, si un accident se produit, il y ait décès. Nous avons eu des accidents en Autriche, mais pas un seul n'a été mortel. Parfois, un fil vient à se rompre; le bout du fil se trouve par terre et l'autre bout se trouve en contact avec la conduite aérienne.

Comme l'a fait remarquer Mr Cairo, la tension étant la même à 500 volts, par exemple, il y a une grande différence entre le courant continu et le courant alterné. On avait admis précédemment en Allemagne et en Autriche que, par exemple, si 500 volts étaient la limite pour qu'il n'y eût pas mort d'homme en cas de courant continu, il faudrait prendre la moitié, soit 250 volts, pour les courants alternés.

La question est difficile à résoudre.

En Suisse, un professeur a fait des essais sur lui-même, et il déclare qu'avec un courant de 100 volts, il est capable de passer dans l'autre monde. Cela a été publié dans les journaux. La différence est très grande suivant les cas. Si vous prenez les deux conducteurs à deux mains, à mains pleines, la situation est très scabreuse. Mais ces cas sont rares. On est d'accord à peu près partout pour trouver que la limite de 500 volts est convenable pour empêcher les décès. Ce n'est pas absolu, mais, enfin, c'est l'avis général et c'est sanctionné par la pratique.

Je demande, dans ces conditions, s'il est prudent d'actionner une voiture avec un courant de 3,000 volts. Je suis obligé, pour le moment et dans l'état actuel des choses, de protester contre pareil projet.

Jusqu'à présent, nous ne pouvons pas dire que les procédés d'isolement soient assez parfaits pour nous mettre à l'abri de tout accident. La traction électrique est la plus développée dans les grandes villes. Les villes d'Allemagne et la plupart des villes d'Autriche fournissent le plus d'expériences à ce sujet. Avez-vous des accidents dans des voitures de tramways? On ne peut le nier. Cependant, les maisons de construction qui installent les voitures sont excellentes. Les accidents sont donc inévitables jusqu'à présent.

Si le Congrès s'associait à une résolution tendant à déclarer comme admissibles des tensions de 3,000 volts dans les voitures, nous irions trop en avant et nous détruirions peut-être les espérances les meilleures qu'il nous est permis de fonder sur la traction électrique. Les premiers accidents qui surviendront seront publiés par les journaux et cela fera plus de mal à l'affaire que de bien.

Mr Clérault. — Nos renseignements sur les accidents produits par les courants concordent avec ce qu'a dit Mr von Leber. Dans les très nombreux essais que Mr Mazen a faits sur la ligne de Saint-Germain-Ouest à Saint-Germain-Grande-Ceinture, nous avons eu une quarantaine de cas d'hommes ayant ressenti une secousse en touchant le rail conducteur. Nous n'avons pas eu un cas mortel. Il y a eu des électrocutés, des gens jetés par terre, renversés, etc. Un cas mortel a eu lieu au Champ-de-Mars; mais, dans ce cas, l'électricité n'a été qu'un agent indirect. Un homme était monté sur une machine, le courant lui a fait perdre l'équilibre, il est tombé sur des escarbilles enflammées et a reçu des brûlures très graves.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les pays seront, je pense, d'accord pour constater que le courant continu de 500 volts, s'il est désagréable, n'est pas mortel, sauf dans des cas tout à fait particuliers.

Mr Cairo disait qu'on emploie maintenant des chaudières de 14 et 15 atmosphères, ce qui eût effrayé au début; mais je lui ferai remarquer qu'on a mis vingt ans à faire cette évolution. Les aciers ont, pendant ce temps, acquis plus de résistance et des qualités nouvelles. Quand les isolateurs auront fait les mêmes progrès que les chaudières, on arrivera peut-être aux hautes tensions dont ont parlé nos collègues. Toutefois, je crois qu'avant de se prononcer il est préférable d'attendre qu'il y ait quelques voitures ayant circulé pendant assez longtemps sur leurs lignes. Je crois qu'il convient de prendre un peu de patience avant d'employer ces courants à haute tension sur nos voitures à voyageurs, tout en souhaitant vivement que le succès couronne les efforts si intéressants de Mr Cairo et de ses collègues.

Mr Cairo. — Je proteste contre la forme absolue que vient d'employer Mr von Leber. Nous prenons toutes les précautions possibles pour protéger les voyageurs, notre personnel et nous-mêmes. Je tiens à déclarer que si nous employons 3,000 volts, c'est que nous sommes sûrs qu'il n'y aura aucun danger pour personne, car, sans cela, nous nous garderions bien de le faire.

Je dois encore ajouter qu'à titre de précaution, nous n'introduisons notre haut potentiel que dans un seul appareil et dans la seule partie fixe du premier moteur, c'est-à-dire qu'il n'y a aucune partie du moteur qui marche à haut potentiel.

De plus, le fil à haute tension qui descend du trolley est enveloppé dans un tuyau en fer en contact avec le rail et avec la masse de la voiture. Si donc un contact venait à se produire entre le fil à 3,000 volts et cette armature, une personne qui toucherait la partie métallique ne recevrait pas un choc dangereux. Nous sommes même allés jusqu'à 4,000 volts et, avec cette tension, on peut toucher le rail aussitôt que la voiture est passée, sans ressentir aucun choc.

Nous croyons donc nous être mis dans des conditions de sécurité parfaites, de sécurité relative bien entendu, car ni l'électricité ni la vapeur ne peuvent donner la sécurité absolue.

Mr Rigoni. — J'ajouterai encore, à titre de renseignement, que j'ai construit, et en exploitation depuis un certain temps, un réseau électrique avec courant triphasé à 6,000 volts, avec plus de cinquante cabines de transformation, et que jusqu'à présent la compagnie d'assurance sur les accidents n'a rien eu à nous payer et n'a fait que toucher sa prime.

Mr le Président. — Il me semble, messieurs, en tenant compte des différentes opinions exprimées dans la discussion, que nous pourrions accepter la conclusion suivante : « Le Congrès constate que les progrès réalisés dans la traction électrique permettent de l'introduire sur certaines lignes de chemins de fer placées dans des conditions spéciales, soit techniques, soit économiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« On ne peut considérer d'ailleurs le problème de cette application comme résolu d'une manière générale, surtout quand il s'agit de remorquer de grands trains lourds à grande vitesse. »

Mr Campiglio, Union des Ch. de f. italiens d'intérêt local. — Messieurs, la discussion n'a roulé jusqu'à présent que sur la substitution pure et simple de la traction électrique à la traction à la vapeur. Il me semble que la question doit être envisagée à un autre point de vue.

Avec la vapeur, on a été amené pour la commodité de l'exploitation à faire des trains de plus en plus lourds. Si l'on avait un moyen permettant d'arriver au même résultat par des voies différentes et de répartir les charges avec avantage, le système d'exploitation pourrait être modifié.

L'application de la traction électrique ne devrait pas être envisagée seulement au point de vue de la remorque des trains lourds ou de la substitution pure et simple de la traction électrique à la traction à la vapeur. Ce serait trop demander à l'électricité que d'exiger d'elle un si grand effort alors qu'elle n'en est encore qu'à ses premiers pas.

Mr Clérault. — Je crois qu'il conviendrait de faire remarquer à Mr Campiglio qu'il lui est donné satisfaction par le paragraphe des conclusions dans lequel il est dit : « lignes placées dans des conditions spéciales, soit techniques, soit économiques ». Cela comprend évidemment les cas dans lesquels il est possible de diviser les trains. Cette division est, en effet, un avantage qu'offre la traction électrique sur les petites lignes de banlieue. Les mots que je viens de citer comprennent donc le cas indiqué par Mr Campiglio dans l'observation très exacte qu'il vient de présenter.

Mr Solacroup. — J'en reviens encore une fois à ce que je disais tout à l'heure. Il y a lieu de distinguer la question de prix de revient de la question de fonctionnement. Au point de vue du prix de revient, on peut certainement avoir des doutes, et j'en ai beaucoup, sur l'extension que pourra prendre la traction électrique des trains lourds sur les grandes lignes, mais il en est autrement au point de vue du fonctionnement. Nous avons vu qu'on applique sur la ligne de Baltimore la traction électrique à des trains qui pèsent 1,500 tonnes et plus et qui marchent à la vitesse de 18 kilomètres, que la ligne d'Orléans a des trains de 250 tonnes et plus, remorqués électriquement à une vitesse de marche d'environ 50 kilomètres. Il serait donc, je crois, fâcheux de paraître mettre en doute la possibilité technique d'assurer la remorque des trains lourds et, à ce point de vue, la rédaction me paraît critiquable et pourrait, à mon avis, être légèrement modifiée.

Mr Baudry. — Je ferai remarquer que la seconde phrase des conclusions n'est que la constatation de l'absence de réponse à la question que j'ai posée tout à l'heure en demandant si quelqu'un possédait ou connaissait seulement une locomotive électrique capable de faire un train analogue à ceux que toutes les compagnies françaises font maintenant sur leurs grandes lignes, par exemple, un train

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 240 tonnes de Paris à Marseille à la vitesse de nos rapides. Personne n'a dit avoir connaissance de tels trains remorqués électriquement.

Au contraire, les électriciens les plus expérimentés qui sont présents dans cette enceinte nous ont dit : Cela n'existe pas encore.

Il est vrai qu'à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, nous avons la prétention d'être près d'arriver à ce résultat avec des locomotives construites d'après la locomotive d'essai de Mr Auvert qu'ont vu marcher plusieurs membres du Congrès; mais on ne peut pas considérer encore nos essais comme une solution définitive.

Quant aux trains de la Compagnie d'Orléans entre la gare Walhubert et la gare d'Orsay, ce sont des trains électriques très intéressants. Ils résolvent aussi bien que possible le problème d'exploitation qui se posait pour cette ligne urbaine; mais on ne peut en conclure, suivant moi, que la solution technique du problème de la traction des trains lourds à grande vitesse soit obtenue.

On ne peut davantage tirer cette conclusion de ce que nous savons de la pratique américaine.

Mr Solacroup. — Je n'ai nullement dit qu'il existe sur de grandes lignes, longues de centaines de kilomètres, des trains lourds faits par l'électricité, mais il semble que le problème technique est résolu en ce sens que nous avons le moyen — que nous n'avons pas inventé, que nous devons aux Américains, — d'assurer par l'électricité le service des trains lourds à des vitesses variables.

Mr Mazen, *rapporteur*. — Notre Compagnie aurait bien besoin d'avoir la solution du problème pour certaines parties de nos lignes. Nous ne connaissons peut-être pas tout ce qui s'est fait en Amérique, mais nous connaissons les essais que nous avons été à même de faire. Ils ont été nombreux et ont porté sur différents systèmes.

Après des essais qui ne nous permettaient pas d'atteindre pratiquement des vitesses réglables avec de grandes charges, nous avons essayé d'autres systèmes, peut-être plus compliqués, mais qui permettent une régularisation plus parfaite. Je veux parler d'un transformateur placé sur les locomotives. Nous avons fait des essais à des vitesses allant jusqu'à 100 kilomètres et avec des charges allant jusqu'à 100 tonnes. Mais, lorsque nous dépassions 50 ou 60 kilomètres, nous avons rencontré des difficultés d'un tel ordre que nous ne pouvons considérer le problème comme résolu au delà de ces vitesses.

Mr Clérault. — Je suis de l'avis de Mr Mazen ; il serait téméraire et inexact de dire qu'aujourd'hui le problème est complètement résolu pour de grandes lignes avec des trains lourds et circulant à de grandes vitesses. On lit dans les journaux que, dans quelques années, la ligne de Paris à Marseille sera exploitée à l'électricité. J'en serais enchanté, mais je ne crois pas qu'un Congrès, dans l'état actuel des choses, puisse dire que la question est complètement résolue pour les trains lourds à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande vitesse des grandes lignes de chemins de fer. Sans méconnaître l'intérêt considérable des faits acquis, je crois qu'on peut dire qu'une assertion de ce genre serait imprudente et prématurée à l'heure actuelle.

Mr Solacroup. — Je demande simplement que la rédaction qui vient d'être lue et qui paraît soulever des doutes au sujet de la traction électrique des trains lourds soit un peu atténuée.

Mr le Président. — Dans le projet que je viens de lire, il est dit : « On ne peut considérer d'ailleurs le problème de cette application comme résolu d'une manière générale, surtout quand il s'agit de remorquer de grands trains lourds à grande vitesse ».

Si vous voulez atténuer ces expressions, je vous prie de proposer un amendement.

Mr Baudry. — Ajoutez « sur de longs parcours à profil variable ».

Mr Solacroup. — En tenant compte des considérations économiques.

Mr Clérault. — Mettez « sur de longs parcours à profil variable, » car c'est la souplesse qui manque à l'heure qu'il est.

Mr Solacroup. — Je ne suis pas d'accord avec vous. Les locomotives électriques présentent une souplesse de puissance extraordinaire. Voici un fait remarquable : nous avons au bout de notre section une rampe de 11 millimètres sur quelques centaines de mètres. Il est impossible de s'apercevoir qu'on entre en rampe.

A l'entrée en rampe, les moteurs de la locomotive prennent la surcharge nécessaire pour franchir la rampe sans modification de la vitesse. Il est vrai que la durée possible de la surcharge est limitée par l'échauffement des moteurs, mais elle peut durer pendant un parcours d'une vingtaine de kilomètres.

Mr Cairo. — Nous allons faire un essai de traction électrique qui coûtera 6 millions. Après, je pourrai dire si nous sommes ou non partisans de la traction électrique. Mais, pour le moment, force m'est de déclarer que le problème n'est pas résolu, surtout que, quel que soit le système employé, on n'est pas sûr que la souplesse de la locomotive électrique suffira. On doit faire des trains légers pour le service local, des trains à grande vitesse pour les express à voyageurs, des trains lourds à vitesse réduite pour les marchandises et tout cela avec le même système, car on ne peut changer la tension. C'est un problème très difficile, qui n'est pas du tout résolu.

J'accepte la rédaction proposée par Mr le président et qui a été complétée par Mr Clérault. En ce moment, on ne peut demander davantage.

Mr Gerard, *secrétaire principal de la 5e section.* — Ne pourrait-on introduire quelques mots formulant, entre les divers avis, une opinion transactionnelle à peu près dans ce sens : « On ne peut considérer le problème comme avantageusement résolu pour répondre à toutes les nécessités de l'exploitation. » Cela concorde avec les idées de Mr Solacroup.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mr Mazen, *rapporteur*. — Mr Solacroup déclarait tantôt que la locomotive électrique de l'Orléans avait énormément de souplesse; au point de vue des charges, oui, mais pas au point de vue de la vitesse. La preuve, c'est qu'il disait que cette locomotive remontait les rampes avec la même vitesse qu'elle marchait en palier. Mais c'est précisément de cette vitesse qu'on ne peut pas facilement sortir et c'est ce qui nuit à l'électricité.

Avec le courant continu, on peut calculer les moteurs pour une vitesse de régime absolument indépendante de la tension; en un mot, un électricien fera une locomotive dont la vitesse de régime correspondant à un effort de traction donné sera de 50 kilomètres, 40 kilomètres, etc. Il en est tout autrement lorsqu'on emploie le courant triphasé; on n'a plus alors qu'à choisir entre un certain nombre de vitesses qui dépendent du nombre de pôles des moteurs asynchrones qu'on emploie, et là encore par conséquent le système est moins flexible que le système à courant continu qui, lui, cependant, n'est plus flexible dans l'application, une fois le problème de la locomotive résolu. En un mot, une locomotive électrique faite pour marcher à 50 kilomètres doit marcher toute sa vie à 50 kilomètres, tandis que, comme le disait très bien Mr Auvert, la locomotive à vapeur a une flexibilité d'allure, une flexibilité de marche tout autre.

Mr Solacroup. — Si les locomotives électriques n'ont pas encore autant de souplesse, au point de vue de la vitesse, que paraissent le désirer certains de nos collègues, il ne semble pas qu'il y ait lieu de leur faire un reproche de leur régularité de vitesse, du moment où elle est accompagnée de la souplesse dans la puissance. Il est inutile de rappeler ici les efforts qui ont été faits pour assurer aux locomotives à vapeur la possibilité de marcher sur les rampes à la même vitesse que sur les paliers.

Mr Mazen, *rapporteur*. — Mais si on dépasse sa puissance, la locomotive électrique sera aussi obligée de ralentir.

Mr le Président. — Je relis encore une fois le projet de conclusions avec l'amendement de Mr Gerard.

« Le Congrès constate que les progrès réalisés dans la traction électrique permettent de l'introduire sur certaines lignes de chemins de fer placées dans des conditions spéciales, soit techniques, soit économiques On ne peut d'ailleurs considérer le problème de cette application comme avantageusement résolu pour répondre à toutes les nécessités de l'exploitation, surtout quand il s'agit de remorquer des trains lourds à grande vitesse sur de longs parcours. » (*Marques d'approbation.*)

Mr Baudry. — Je crois qu'il serait fâcheux de ne pas constater dans nos conclusions une différence très importante entre la situation actuelle et celle de 1895. Il serait bon, à cet effet, de dire qu'aujourd'hui on se préoccupe, pour la traction, non

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seulement de l'application des courants continus, mais aussi de celle des courants triphasés à haute tension et qu'il va être fait des essais très intéressants dans ce sens.

Mr le Président. — Cette constatation pourra être faite dans le procès-verbal, mais je ne crois pas qu'il serait bon d'insérer cela dans nos conclusions. (*Marques d'approbation.*)

Mr Clérault. — Cela sera dit dans le procès-verbal.

Mr le Président. — Le projet de conclusions que je viens de lire est donc adopté.

— La séance est levée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 29 septembre 1900 (après-midi).

—

PRÉSIDENCE DE Mr ALFRED PICARD.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : Mr L. WEISSENBRUCH.

Mr **Sauvage**, *secrétaire principal de la 2e section*, donne lecture du

Rapport des 2e et 5e sections réunies.

(Voir *Bulletin* quotidien de la session, n° 9, p. 10.)

« Mr AUVERT donne un résumé de l'exposé qu'il a rédigé de concert avec Mr MAZEN. Les rapporteurs n'ont pas cru devoir suivre la division du sujet en deux parties indiquée sur le titre.

« Tandis que la locomotive à vapeur peut fonctionner à des vitesses très variables, les locomoteurs électriques actuels ne travaillent économiquement qu'à certaines vitesses déterminées. Sur des lignes secondaires, une vitesse constante pour tous les trains peut suffire sans grand inconvénient, mais il n'en serait pas de même sur les grandes lignes.

« Dans le système Sprague, toutes les voitures d'un train peuvent être motrices tout en restant sous la dépendance d'un seul conducteur, ce qui présente de grands avantages pour des lignes de montagne et pour des lignes de banlieue.

« La plupart des applications faites jusqu'ici utilisent des courants continus. Les courants alternatifs à haute tension se prêtent mieux au transport à distance, la tension peut être réduite par des transformations statiques. Cet emploi direct de courants alternatifs est essayé en Italie; il présenterait de grands avantages.

« En résumé, avec les procédés actuellement connus, la traction électrique est facilement applicable sur les lignes secondaires; il n'en est pas de même encore pour les grandes lignes.

« Mr MAZEN donne ensuite un résumé de l'exposé de Mr HEFT. De cet exposé il résulte que l'exploitation électrique fonctionne aux États-Unis sur les lignes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trois grands chemins de fer seulement. D'autres exploitations seraient plutôt assimilables à des tramways de grande et moyenne puissance pour lesquels le problème paraît résolu.

« Mr Heft estime que la traction électrique doit s'étendre rapidement aux grands chemins de fer, mais Mr Mazen appuie à ce sujet les réserves faites par Mr Auvert.

« Mr le Président de la 2e section propose de résumer comme il suit les conclusions des rapports :

« Sur les lignes secondaires, la traction électrique paraît facilement applicable, mais pour l'exploitation des grands chemins de fer, sauf dans des cas très spéciaux, le problème de cette application ne saurait être considéré comme résolu, au moins quand il s'agit de remorquer de grands trains lourds. »

« Il met en discussion successivement les deux parties de cette proposition.

« Mr Gerard (*État belge*) demande la subdivision de la seconde partie, en considérant à part les grands trains lourds et les trains courts et légers. Il pense que pour ces derniers le problème de la traction électrique est dès maintenant résolu. Il voit, d'autre part, de grandes difficultés à la remorque par l'électricité de trains rapides pesant 250 ou 300 tonnes.

« Mr Rigoni (*Association des tramways italiens*) signale les bons résultats donnés en Suisse par les courants polyphasés.

« Mr Auvert indique quelques difficultés de l'emploi de ces courants qui conduisent, en pratique, à des vitesses à peu près constantes, qu'on ne peut pas dépasser en cas de nécessité, mais Mr Rigoni n'attache pas grande importance à ces difficultés.

« Une discussion s'engage, à laquelle prennent part Mrs Rigoni, Gerard, Mazen, Baudry (*Paris-Lyon-Méditerranée*), Cairo (*Méridionaux*), au sujet de la prise de courant. Mr Rigoni préconise l'emploi de fils aériens pour les courants polyphasés à haute tension, mais les autres orateurs pensent, d'après les résultats actuels d'expériences, que le rail conducteur est préférable quand la vitesse dépasse une certaine limite.

« Mr von Leber (*Autriche*) voit de grandes difficultés à l'emploi direct de courants à tension très élevée, qui paraît admis en Italie. Mr Rigoni répond qu'en Suisse, après étude de la question, on est arrivé à considérer comme suffisamment sûr l'emploi de tensions élevées. Mr Cairo ajoute qu'il en est de même en Italie; il donne quelques détails sur les précautions prises dans l'emploi de ces tensions. Cette question donne lieu à une discussion assez longue.

« En pratique, il importe de tenir compte du prix de revient de la traction électrique. Mr Solacroup (*Orléans*) voudrait voir séparer nettement l'étude technique et l'étude économique de la question, car il pense que la difficulté actuelle de la trac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion électrique est presque entièrement d'ordre économique. Mais cette opinion est combattue par plusieurs membres, et il serait d'ailleurs difficile de traiter aujourd'hui avec quelque précision la question du prix de revient de la traction électrique sur les chemins de fer.

« Un autre élément, dont on doit aussi tenir grand compte, est l'importance du trafic sur la ligne considérée.

« Mrs Clérault (*Ouest français*) et von Leber estiment qu'il serait prématuré de dire que le problème de la traction électrique est résolu, même pour les lignes secondaires.

« En ce qui concerne les lignes principales, Mr Campiglio (*Union des chemins de fer italiens d'intérêt local*) fait remarquer que l'électricité pourrait conduire à un nouveau mode d'exploitation, avec trains plus légers et plus nombreux.

« Mr Baudry (*Paris-Lyon-Méditerranée*) insiste sur l'importance des applications déjà faites des courants polyphasés et sur les services qu'ils paraissent appelés à rendre. »

Mr le Président. — Voici les conclusions présentées par les deux sections réunies :

PROJET DE CONCLUSIONS.

« Le Congrès constate que les progrès réalisés dans la traction électrique permettent de l'introduire sur certaines lignes de chemins de fer placées dans des conditions spéciales, soit techniques, soit économiques. On ne peut d'ailleurs considérer le problème de cette application comme avantageusement résolu pour répondre à toutes les nécessités de l'exploitation, surtout quand il s'agit de remorquer des trains lourds à grande vitesse sur de longs parcours. »

Mr Noblemaire, Ch. de f. de Paris-Lyon-Méditerranée. — Je demande la suppression du mot « avantageusement », parce que je ne considère pas comme résolu, ni avantageusement ni désavantageusement, le problème de la traction électrique.

Mr le Président. — Votre observation vient à l'appui d'un projet de rédaction présenté au sein des sections par Mr le Président de la deuxième section, rédaction qui se trouve indiquée dans le rapport.

Mr Noblemaire. — Je demande à présenter une observation d'un autre ordre.

La Commission internationale en publiant les résolutions approuvées par l'assemblée générale publiera-t-elle aussi les renseignements qui se trouvent dans le *Bulletin quotidien* de la sixième session.

A mon avis, il ne suffirait pas de publier seulement les conclusions.

Mr le Secrétaire général. — La Commission internationale procédera comme antérieurement. Elle publiera immédiatement un compte rendu sommaire qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comprendra les rapports des sections tels qu'ils ont été lus, ainsi que les conclusions adoptées en séance plénière.

Mr Noblemaire. — J'obtiens plus que je ne demandais. Je ne demandais que la publication du rapport sommaire qui vient d'être lu par Mr Sauvage.

Mr le Secrétaire général. — Conformément aux précédents, le rapport sommaire ne peut être publié sans indiquer les modifications faites en assemblée plénière aux conclusions proposées. On publiera le rapport sommaire avec les conclusions proposées et ensuite les résolutions telles qu'elles ont été adoptées.

Mr le Président. — Mr Noblemaire demande la suppression du mot « avantageusement ».

Des Membres. — Nous appuyons cet amendement.

Mr le Président. — Je mets donc aux voix le texte suivant :

CONCLUSIONS DÉFINITIVES.

« Le Congrès constate que les progrès réalisés dans la traction électrique « permettent de l'introduire sur certaines lignes de chemins de fer placées dans des « conditions spéciales, soit techniques, soit économiques. On ne peut d'ailleurs « considérer le problème de cette application comme résolu pour répondre à toutes « les nécessités de l'exploitation, surtout quand il s'agit de remorquer des trains « lourds à grande vitesse sur de longs parcours. »

— Ces conclusions sont adoptées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE

Errata à l'exposé n° 2 par Mrs Auvert et Mazen.

Dans l'annexe IX, à notre exposé de la question de la traction électrique, consacrée à la description du chemin de fer électrique de Dusseldorf à Crefeld, il est dit (voir *Bulletin*, septembre 1900, p. 6255), que toute la partie électrique de ce chemin de fer a été fournie et installée par l'*Electrizitäts-Aktiengesellschaft* de Francfort-sur-Mein. La maison Siemens et Halske nous écrit pour nous faire remarquer que la station génératrice a, en effet, été installée par cette Société, mais que toute la partie ayant directement trait à l'exploitation, c'est-à-dire l'installation de la ligne aérienne ainsi que l'équipement électrique des voitures, est exécutée par elle et d'après son système.

En nous priant de rectifier cette omission, la maison Siemens nous demande aussi de signaler que la petite ligne de Berlin-Zehlendorf, décrite dans l'annexe X au même exposé (doc. cité, p. 6256), est également exécutée par elle.

Auvert et Mazen,
Rapporteurs de la question XIX à la sixième session du Congrès.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XX
1

2e SECTION. — TRACTION ET MATÉRIEL

[621 .132.8, 621 .33 & 636 .27] QUESTION XX.

VOITURES AUTOMOBILES

(2e ET 3e SECTIONS RÉUNIES.)

Emploi des voitures automobiles (vapeur, pétrole, électricité) pour l'exploitation des lignes à voie large, mais à faible trafic.

Rapporteurs :

Tous les pays. — Mrs LÉCHELLE, chef du mouvement à la Compagnie des chemins de fer du Nord français; SARTIAUX (E.), ingénieur, chef des services électriques de la Compagnie des chemins de fer du Nord français, et KEROMNÈS, ingénieur principal des ateliers de machines de La Chapelle et d'Hellemmes, de la Compagnie des chemins de fer du Nord français.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTION XX.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Exposé, par Mrs Keromnès, Léchelle et E. Sartiaux. (Voir le *Bulletin* de février 1900, 1er fasc., p. 259.)	XX — 3
Discussion en sections	XX — 19
Rapport des 2e et 3e sections	XX — 42
Discussion en séance plénière.	XX — 42
Conclusions	XX — 43

N. B. — Voir aussi le tiré à part (à couverture brune) n° 10.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[621.132.8, 621.33 & 656.27]

EXPOSÉ

Par Mr KEROMNÈS, INGÉNIEUR PRINCIPAL DES ATELIERS DES MACHINES DE LA CHAPELLE ET D'HELLEMMES AU CHEMIN DE FER DU NORD; Mr LÉCHELLE, CHEF DU MOUVEMENT AU CHEMIN DE FER DU NORD, et E. SARTIAUX, INGÉNIEUR, CHEF DES SERVICES ÉLECTRIQUES AU CHEMIN DE FER DU NORD.

Le questionnaire détaillé relatif à la question ci-dessus rappelée et reproduit à l'annexe a été adressé à 227 compagnies ou administrations adhérentes. Sur ce nombre, 86 compagnies ont répondu et sept d'entre elles nous ont fait parvenir des renseignements sur les systèmes employés.

Ces administrations sont les suivantes :

I. — Les Chemins de fer de l'État belge, qui emploient des voitures automotrices à vapeur pour les lignes à faible trafic et ont mis à l'essai cinq voitures automotrices électriques;

II. — Le « Pennsylvania Railroad », qui nous a donné des renseignements provenant des « Baldwin Locomotive Works » de Philadelphie, qui construit des voitures à vapeur à bogies;

III. — Les « Strade Ferrate del Mediterraneo », qui emploient des voitures automotrices électriques;

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IV. — La ligne Nicolas des chemins de fer de l'État russe, qui emploie des voitures à vapeur;

V. — La Compagnie du chemin de fer d'intérêt local de Vienne, qui essaie un tracteur à vapeur système Le Blant;

VI. — La Société nationale des chemins de fer vicinaux en Belgique, qui emploie des voitures à vapeur sur voie de 1 mètre;

VII. — Enfin, le Chemin de fer du Nord français, qui a mis à l'essai des voitures à vapeur et électriques.

Description des divers types de voitures.

I. — Voiture automotrice des chemins de fer de l'État belge.

Données générales. — L'Administration des chemins de fer de l'État belge a fait construire cinq voitures automotrices électriques avec accumulateurs, destinées au service des trains-tramways sans bagages.

Ces voitures sont accompagnées par un contrôleur et un conducteur capables d'en assurer la marche. La disposition donnée à ces voitures permet de les utiliser indifféremment dans un sens ou dans l'autre, sans qu'il soit nécessaire de les tourner sur plaque. Elles peuvent être attelées dans un train ordinaire, puis en être détachées pour devenir voitures automotrices, sans aucune modification momentanée des organes ou de l'équipage.

La caractéristique de ces voitures, c'est l'emploi de bogies avec roues de 98 centimètres. La caisse a une longueur de 16 mètres et comporte un compartiment pour le conducteur où sont les appareils de commande, une double armoire pour les accumulateurs, un compartiment de 30 places de 2e classe assis, un compartiment de 36 places de 3e classe assis et 12 debout sur la plate-forme, soit en tout 78 places offertes; une seconde armoire double pour les accumulateurs, et enfin, un second compartiment pour le conducteur.

Le poids d'une voiture en ordre de marche, sans les voyageurs, est d'environ 46 à 47 tonnes se répartissant ainsi qu'il suit :

Moteurs	9.5 tonnes
Accumulateurs	12 —
Caisse	9 —
Châssis	4 —
Bogies	7.5 —
Équipement électrique et appareils divers	4 —
Total.	46 tonnes.

Si on ajoute le poids des voyageurs et des deux agents, on obtient une voiture qui pèse 51.600 tonnes.

L'éclairage des signaux est fait à l'huile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. — *Description.*

Moteurs. — Les moteurs sont au nombre de deux par voiture, concentriques à l'essieu intérieur de chaque bogie, mais montés sur un tube à l'intérieur duquel l'essieu peut se déplacer sous l'action des chocs que les ressorts de la suspension amortissent sans que les moteurs ressentent ces chocs.

Ces moteurs sont de 75 kilowatts, soit : $\frac{500 \text{ volts} \times 150 \text{ ampères}}{1{,}000} = 75$ kilowatts.

Ils sont à quatre pôles entièrement cuirassés et à excitation en série, du moins dans les types les plus parfaits.

Les collecteurs sont en cuivre rouge, les uns enfermés, les autres à air libre.

Les balais sont en charbon et à calage fixe; on ne peut les aborder qu'à l'arrêt; il faut ajouter que, de l'avis des ingénieurs belges, on n'y touche que très rarement.

Le poids élevé des moteurs (4,700 kilogrammes), relativement peu gênant pour le type de voiture, tient à la faible vitesse tangentielle de l'induit, qui est concentrique à l'essieu.

Le système d'accouplement entre les roues et les moteurs a passé par trois phases. Il est à noter, d'abord, que cet accouplement n'existe que d'un côté et n'agit, pour chaque moteur, que sur une roue. Cette disposition a permis de donner au moteur une plus grande largeur. Le premier accouplement a été réalisé au moyen de deux étoiles, l'une reliée sur le tube de l'induit, l'autre calée sur l'essieu, et toutes deux réunies par un collier comportant des chapes dans lesquelles les bras peuvent se déplacer; le second, par des ressorts radiaux très nombreux qui forment comme une multitude de tocs élastiques entraîneurs; enfin, la dernière disposition, qui paraît la plus simple, est constituée par une série de ressorts à boudin reliant entre eux le plateau calé sur l'induit et la roue.

Accumulateurs. — Les accumulateurs ont fait l'objet de deux marchés dont les conditions n'ont pas, d'ailleurs, été entièrement respectées par les fournisseurs avec l'assentiment des ingénieurs belges; ils sont au nombre de 264, répartis entre quatre armoires s'ouvrant de l'extérieur et disposées aux deux extrémités de la voiture et symétriquement, immédiatement au-dessus des bogies qui en portent tout le poids. Cette disposition est très heureuse et rend plus facile la manutention qu'avec l'emploi d'une caisse fixée sous la voiture, entre les deux essieux.

Les accumulateurs sont constitués par des bacs en matière isolante, comprenant 7 plaques 300 × 400; les positives ont 8 millimètres d'épaisseur du genre Planté et ont donné des résultats satisfaisants. Les négatives sont à pastilles et n'ont que 4 millimètres d'épaisseur.

L'aménagement des accumulateurs dans les armoires est bien étudié et correspond à peu près aux exigences techniques d'un tel service.

Le débit par kilogramme de plaques peut atteindre jusqu'à 9 ampères-heure; il est en moyenne de 5 à 6 ampères.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aux démarrages, le courant est de 180 ampères sous 520 volts, ce qui correspond à un effort de traction voisin de 35 kilogrammes par tonne. En palier, à faible vitesse, le courant est de 50 à 60 ampères sous 500 volts. Une telle batterie permet de faire un parcours de 100 à 150 kilomètres, avec des arrêts tous les 5 kilomètres et une vitesse commerciale de 30 kilomètres à l'heure sur des profils peu accidentés.

Enfin, la durée moyenne de charge des accumulateurs est de six à huit heures, avec 40 à 70 ampères. Il doit être possible de faire cette charge en moins de temps en adoptant la charge à potentiel constant.

Appareils de commande, rhéostats, etc. — Les appareils de manœuvre sont un peu différents dans les diverses voitures, mais répondent au même principe.

Ils se composent d'un rhéostat d'excitation, d'un rhéostat de démarrage, d'un inverseur de changement de marche. Le rhéostat de démarrage est très développé et est constitué par des résistances placées sous la caisse de la voiture, en divers endroits et reliées à l'appareil par des câbles dont l'agencement paraît compliqué.

Avec les appareils ci-dessus, il y a un voltmètre principal et un ampèremètre, celui ci doublé d'un shunt placé en un point quelconque et relié par un fil fin à un millivoltmètre : on évite ainsi de faire arriver jusqu'à l'ampèremètre des câbles d'une section nécessairement grosse en raison de l'intensité qui doit les traverser.

Les appareils de manœuvre sont répétés aux deux extrémités de la voiture.

Frein et sifflet. — Les voitures électriques sont munies d'un sifflet et d'un frein Westinghouse. L'air comprimé à 5 kilogrammes par centimètre carré est refoulé dans un réservoir par un petit groupe, moteur électrique et pompe, très bien conçu.

Le moteur attaque une pompe à deux plongeurs et absorbe en moyenne 7 ampères sous 500 volts. Ce groupe est placé sous le truck à une extrémité de la voiture et le moteur se met automatiquement en marche dès que le réservoir d'air commence à se vider.

C'est, en résumé, sous une forme plus réduite, la disposition adoptée par la Compagnie du chemin de fer du Nord français en 1893 sur la locomotive électrique.

Prix d'une voiture. — D'après les indications reçues, le prix d'une voiture complètement équipée reviendrait à 65,000 francs.

B. — *Voitures automotrices à vapeur.*

L'Administration de l'État belge fait également usage de voitures à vapeur pour l'exploitation de lignes à faible trafic.

Ces voitures sont accompagnées par un chef-garde, un machiniste et un chauffeur. Ce dernier agent est supprimé quand les voitures circulent sur des sections tout à fait secondaires à très faible trafic.

Elles ont une longueur de 15.005 mètres entre tampons et comportent deux compartiments pour les agents où se trouvent les appareils de commande, deux com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partiments pour voyageurs, l'un de 2e classe avec 23 places, l'autre de 3e classe avec 30 places.

Leur poids en ordre de marche est de 30 tonnes.

Moteur. — La puissance de traction du moteur est de 1,150 kilogrammes pouvant communiquer à la voiture une vitesse maximum de 55 kilomètres à l'heure et une vitesse moyenne de 30 à 35 kilomètres. La capacité de la chaudière est de 1.800 mètre cube avec une puissance de vaporisation de 7.5 kilogrammes.

Frein et sifflet. — Ces voitures sont munies d'un frein Westinghouse et d'un frein à main avec sifflet ordinaire. La commande de mise en marche se fait au moyen d'un levier pour la marche avant et la marche arrière.

Circulation de la voiture. — En général, la voiture est tournée à l'arrivée au point terminus. Quand il n'existe pas de plaque tournante au point terminus, la voiture à vapeur peut circuler cheminée en arrière; dans ce cas, la vitesse ne peut dépasser 30 kilomètres à l'heure et un agent prend place sur la plate-forme d'avant de façon à pouvoir surveiller les signaux de la voie.

Cet agent communique avec le machiniste au moyen de la corde-signal attachée au sifflet du moteur.

II. — Voitures des « Baldwin Locomotive Works ».

Les « Baldwin Locomotive Works » construisent des voitures à vapeur d'une longueur de 16.50 mètres, divisées en trois compartiments : mécanicien, bogies, voyageurs.

Le compartiment des voyageurs peut contenir 41 personnes.

La caractéristique de ces voitures, c'est l'emploi de bogies avec roues motrices de 1.10 mètre de diamètre et roues porteuses de 90 centimètres.

Elles doivent être tournées au point terminus.

Le poids d'une voiture en ordre de marche est de 56 tonnes et elle peut en remorquer 170 à la vitesse de 64 kilomètres à l'heure; sur rampe de 1 p. c. la vitesse n'est plus que de 32 kilomètres.

Châssis. — Le châssis de la voiture est formé de brancards d'acier en forme d'U de 20 centimètres; il est supporté par deux trucks de quatre roues; le truck d'avant porte les cylindres et contient l'appareil moteur. Le truck d'arrière est simplement destiné à supporter la partie arrière du véhicule.

Cette voiture, qui est plutôt une locomotive, ne rentre peut-être pas absolument dans le cadre de la question que nous avons à examiner. Elle était cependant intéressante à signaler.

Moteur et générateur. — Le moteur est du type Vulcain compound à quatre cylindres logés dans le truck d'avant. Le mécanisme est extérieur et attaque les roues

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

motrices par manivelles. L'effort de traction que peut produire ce moteur est de 4,077 kilogrammes. Le générateur est logé à l'avant dans le compartiment du mécanicien; il est du type vertical à alimentation automatique pouvant brûler du charbon, de l'anthracite, du coke ou un combustible liquide ; il a 1.50 mètre de diamètre et comporte 430 tubes de 37.5 millimètres de diamètre et de 1.50 mètre de long, donnant une surface totale de chauffe de 48.15 mètres carrés.

Distribution. Frein. — La distribution se fait par coulisse Stephenson avec levier ordinaire de changement de marche et une valve régulatrice sur le tube d'admission.

La voiture est équipée avec le frein Westinghouse sur toutes les roues.

Prix. — Le prix de la voiture est de 62,160 francs environ, à Philadelphie.

III. — Voitures des « Strade Ferrate del Mediterraneo ».

Les « Strade Ferrate del Mediterraneo » ont mis à l'essai des voitures électriques à accumulateurs sur la ligne de Milan à Monza. Ces voitures sont du type dit américain avec châssis et caisse reposant sur deux bogies avec interposition d'une double suspension élastique. Elles sont munies de deux plates-formes couvertes aux extrémités pour accès à l'intérieur.

Caisse. — La caisse mesure en tout 17.80 mètres de longueur, 2.50 mètres de hauteur et 2.85 mètres de largeur à la partie du milieu et 2.15 mètres aux plates-formes. Au moyen de cloisons transversales, elle est subdivisée :

1° En deux compartiments de 1re classe, dont un à 16 places pour fumeurs et l'autre à 8 places pour non-fumeurs;

2° En deux compartiments de 2e classe, dont un à 24 places pour fumeurs et l'autre à 16 places pour non-fumeurs;

3° En deux plates-formes couvertes aux extrémités, chacune subdivisée en deux parties distinctes, dont l'une constitue la cabine du conducteur et l'autre est réservée aux voyageurs debout.

Ensemble, chaque voiture peut contenir environ 90 voyageurs, dont 64 assis.

Toutes ces parties communiquent entre elles au moyen d'un couloir central et de portes pratiquées dans les cloisons transversales.

Cette voiture est capable de marcher à 43.3 kilomètres à l'heure et peut parcourir 78 kilomètres, sans qu'on ait besoin de recharger les accumulateurs.

Moteurs électriques. — Les moteurs actionnant la voiture sont au nombre de deux, attaquant les essieux extrêmes de la voiture au moyen d'une seule paire de roues dentées.

Ils sont à quatre pôles, avec excitation en série et avec les quatre bobines du champ reliées en parallèle entre elles; d'un côté, ils sont appuyés contre une traverse fixée au châssis du chariot et, de l'autre, ils reposent sur le même essieu moteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la voiture; ces appuis sont faits l'un et l'autre avec interposition d'un double système de ressorts en spirale.

Batteries. — Les batteries d'accumulateurs employées dans ces voitures sont au nombre de deux. L'une, qui est la plus importante, est destinée à fournir le courant aux électromoteurs pour la traction, et c'est par celle-ci qu'est alimenté aussi le moteur qui actionne la pompe du Westinghouse; l'autre batterie est destinée à alimenter les circuits d'éclairage.

La batterie principale est composée de deux séries de 65 éléments, qui peuvent donner une différence de potentiel à la décharge de 275 à 235 volts. Cette batterie est logée au-dessous du châssis de la voiture, dans des caisses longitudinales fixées au châssis même.

Les éléments sont à 23 plaques; les positives sont du type Planté primitif; les négatives sont du type Faure. Toutes ces plaques ont 170 × 340 millimètres.

Frein. Sifflet. — L'application du frein de la voiture se fait seulement sur les essieux intermédiaires et peut s'effectuer à la main au moyen du frein à vis ordinaire, ou bien de l'appareil à air comprimé système Westinghouse.

L'application du frein à air comprimé à ces voitures est relativement compliquée; elle représente en petit le frein qu'on a dans un train complet avec une locomotive de queue.

En outre, aux appareils nécessaires pour une telle application, vient s'ajouter un réservoir à air comprimé pour le fonctionnement des sifflets à signaux.

Cette application consiste en ce qui suit :

1° Une pompe type Westinghouse ordinaire, actionnée par le moteur électrique;

2° Un réservoir principal, un réservoir secondaire et un cylindre de frein à triple valve;

3° De deux robinets de mécanicien à décharge égalisatrice, placés chacun dans les deux cabines de l'opérateur, de manière que l'action du frein puisse s'effectuer suivant le mouvement de la voiture de l'une ou l'autre extrémité.

A ces appareils, ainsi qu'il a été indiqué plus haut, est annexé un réservoir spécial pour l'emploi de l'air comprimé nécessaire au fonctionnement du sifflet fixé aux deux extrémités.

Aussi bien ce réservoir que le réservoir principal du frein sont alimentés directement par le compresseur électrique et tous les deux sont munis d'une soupape de retenue, afin que la dépression qui se produit dans l'un d'eux ne se fasse pas sentir sur l'autre.

Une particularité à noter, c'est que le moteur du compresseur est inséré dans le circuit d'alimentation au moyen d'un appareil automatique qui se met à fonctionner lorsqu'il se produit, tant dans le réservoir principal que dans celui du sifflet, une dépression au-dessous d'une limite établie à l'avance; de cette manière, les appareils du frein, ainsi que les robinets du sifflet à signaux sont toujours prêts à fonctionner.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le moteur qui actionne la pompe est à courant continu, fourni par la batterie d'accumulateurs alimentant les électromoteurs de traction; ce moteur est excité en série, devant fonctionner avec une remarquable variation de charge du commencement à la fin de la compression de l'air.

IV. — Voitures de la ligne Nicolas des chemins de fer de l'État russe.

Le chemin de fer Nicolas emploie deux voitures à vapeur pour l'exploitation de sa ligne à faible trafic et à voie ordinaire de la gare de Saint-Pétersbourg au nouveau port, d'une longueur de 32 kilomètres.

Cette voiture a 20 places de 1re classe, 20 de 2e classe, 40 de 3e classe et une caisse à bagages. Elle est accompagnée par un conducteur, un mécanicien et un aide. Elle peut marcher indifféremment dans les deux sens sans être tournée; elle peut être accrochée dans un train comme une voiture ordinaire. La circulation de cette voiture est régie par les mêmes règlements que les trains ordinaires.

Caisse. Châssis. Roues. — La caisse de la voiture à vapeur est à deux étages : en bas sont placées les 1res et les 2es classes et la caisse à bagages; en haut est placé le compartiment des 3es classes. La largeur de la caisse est de 3.10 mètres; la longueur totale est de 16.671 mètres.

Moteur et chaudière. — Le moteur de la voiture est une locomotive à deux paires de roues accouplées. La force de traction est de 312 kilogrammes.

La tige du piston s'articule avec une bielle qui commande l'essieu d'avant. Cet essieu attaque à son tour le second essieu au moyen d'une deuxième bielle.

La vitesse maximum est de 22 kilomètres à l'heure; la vitesse moyenne est de 17 kilomètres.

La chaudière est du système tubulaire horizontal, avec 72 tubes et une surface de chauffe de 11 mètres carrés. La consommation est de 3.3 kilogrammes de naphte ou 3.6 kilogrammes de charbon par kilomètre. Le poids total de la voiture est de 21 tonnes; la locomotive seule, sans eau et combustible, pèse 7.88 tonnes.

Frein. Sifflet. Prix. — Le frein de la voiture à vapeur est composé de plusieurs leviers coudés non automoteurs.

Le sifflet est à vapeur.

Le prix de cette voiture est de 20,000 roubles (80,000 francs).

Le prix de la voiture-kilomètre, dépenses d'exploitation seule, est de 4 francs.

V. — Voiture de la Société nationale des chemins de fer vicinaux de Belgique.

La Société nationale des chemins de fer vicinaux de Belgique n'emploie pas de voitures automobiles sur ses lignes vicinales à voie large. Mais elle a mis à l'essai deux voitures automobiles à vapeur système Rowan pour faire un service de trains-tramways sur la ligne de la banlieue d'Anvers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En raison de l'intérêt que présente ce système de voiture, nous avons cru intéressant d'en dire un mot, bien qu'elle soit utilisée sur une voie étroite.

Cette voiture est à 46 places, décomposées comme suit :

1re classe	8 places.
Fumoir	4 —
2e classe	16 —
Plate-forme	18 —
Total	46 places.

Cette voiture possède, en outre, un compartiment-fourgon pour les bagages.

La longueur totale, avec buttoir d'arrière, est de 12.05 mètres; la largeur maximum, avec marchepieds, 2.38 mètres. La hauteur à la cheminée est de 3.90 mètres.

Le poids total à vide est de 14,300 kilogrammes; son poids en charge est de 18,600 kilogrammes.

La vitesse réglementaire est de 30 kilomètres à l'heure.

La voiture doit être tournée au terminus. Elle est accompagnée par un machiniste et un garde-receveur.

La circulation de cette voiture est soumise aux mêmes règlements administratifs que les trains ordinaires de la Société.

Châssis. Roues. — Le châssis de la voiture repose par deux brancards sur deux glissières faisant partie du châssis du moteur, d'autre part sur un truck à essieu. Les roues sont en fer forgé et ont 750 millimètres de diamètre.

Moteur et chaudière. — Le moteur a ses cylindres et ses mouvements placés à l'extérieur; la détente est variable par la coulisse. Le poids total de la machine à vide est de 8,000 kilogrammes; son poids en charge est de 9,300 kilogrammes. L'effort de traction du moteur est de 1,816 kilogrammes.

La chaudière est du système vertical à foyer intérieur, avec tubes inclinés à circulation d'eau. La surface de grille est de 0.587 mètre carré et la surface de chauffe de 17 mètres carrés. La chaudière est timbrée à 12 kilogrammes. La capacité des soutes à eau est de 900 litres.

Frein. Sifflet. — Au moteur, il y a un frein à vis à quatre sabots; la voiture est munie d'un frein à quatre sabots commandés par chaîne.

Le sifflet est à vapeur.

Le changement de marche s'effectue par levier et secteur modérateur.

VI. — Tracteur de la Compagnie du chemin de fer d'intérêt local de Vienne.

La Compagnie du chemin de fer d'intérêt local de Vienne a mis à l'essai un tracteur à vapeur sur une section à faible trafic du Métropolitain de Vienne pour le transport des voyageurs sans bagages. A ce tracteur sont attelées deux voitures ordinaires à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux essieux, contenant ensemble 75 places assises. Cet appareil, qui comprend un moteur à vapeur et une chaudière du système Le Blant, rentre plutôt dans la catégorie des locomotives et sort du cadre de la question que nous avons à examiner.

VII. — Voiture du chemin de fer du Nord français.

La Compagnie du Nord a mis à l'essai une voiture automotrice à vapeur et une voiture automotrice électrique, dites voitures postales. Elles sont destinées au transport des dépêches postales et ont pour but d'éviter de mettre en circulation, à des heures anormales, des trains dont les horaires fixés pour les besoins de l'Administration des postes ne correspondent en aucune façon aux besoins des voyageurs. Ces voitures sont destinées à circuler seules avec l'agent des postes accompagné par l'agent de la Compagnie (mécanicien ou électricien) qui conduit la machine.

Elles pourront, dans quelques cas, remorquer un ou deux véhicules lorsque l'expérience montrera, soit qu'un certain nombre de voyageurs peuvent utiliser ces trains à horaires un peu excentriques, soit que ces horaires conviennent pour le transport des messageries à acheminer d'urgence. Enfin, la voiture postale électrique a été étudiée pour entrer, comme des voitures ordinaires, dans la composition des trains.

Elle n'est d'ailleurs elle-même destinée qu'à donner des renseignements précis et des données certaines pour la construction de voitures automobiles à 50 places, devant assurer certains services sur les lignes secondaires et sur les grandes lignes elles-mêmes, soit comme voitures isolées, soit comme voitures ordinaires se détachant en un point du parcours du train ordinaire et fonctionnant ensuite isolément comme voitures automobiles.

A. — *Voiture automotrice postale à vapeur.*

La voiture est portée sur deux essieux distants, d'axe en axe, de 2.84 mètres. L'avant est occupé en partie par le générateur vertical Serpollet, en partie par le mécanicien qui a, rassemblés sous sa main, les leviers et volants lui permettant de régler à son gré la marche de la voiture, savoir : le régulateur, le changement de marche, les freins Westinghouse et à vis et la pompe.

Les cylindres sont placés sous les longerons des châssis sensiblement à égale distance des deux essieux.

Les pistons actionnent les roues d'avant par l'intermédiaire de bielles et manivelles. Le combustible est à portée du mécanicien. L'eau, emmagasinée dans une caisse située à l'arrière, est refoulée d'une manière continue dans le générateur par le moteur lui-même.

L'arrière de la caisse de la voiture présente, outre le compartiment réservé pour l'agent de la poste, et qui est en communication directe avec le mécanicien, un compartiment pouvant contenir 12 places.

Le poids de cette voiture en ordre de marche est de 15 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Effort maximum théorique de traction :

$$F = \frac{Pd^2l}{D} = 1{,}700 \text{ kilogrammes.}$$

Le générateur est, en quelque sorte, inexplosible; il est, en effet, essayé et timbré à 94 kilogrammes par centimètre carré, alors qu'il fonctionne habituellement à une pression de 4 à 8 kilogrammes et, exceptionnellement, à 20 kilogrammes; de plus, il ne contient pas d'eau.

L'absence de tous les appareils dits « de sécurité » ordinairement employés sur les chaudières à vapeur rend presque inutile toute surveillance à l'agent chargé de la conduite, qui peut ainsi consacrer toute son attention à l'examen de la voie et des signaux.

On n'a pas à se préoccuper de l'alimentation de la chaudière, la machine étant, pour ainsi dire, autorégulatrice et se chargeant d'envoyer elle-même au générateur la quantité d'eau qui doit produire la vapeur nécessaire au travail à effectuer.

L'appareil pouvant fonctionner avec des pressions très variées, permet de donner, en cas de besoin, des « coups de collier ».

La simplicité de l'ensemble, générateur et moteur, permet de confier le système à un agent sans grande instruction spéciale.

Enfin, la vapeur d'échappement étant encore à une température très élevée est invisible et ne produit aucun panache. Toutefois, malgré tous ces avantages, la chaudière Serpollet, étant d'un entretien très coûteux, vient d'être remplacée par une chaudière Turgan.

B. — *Voiture automotrice électrique.*

La voiture automotrice électrique, construite en 1897, comporte un compartiment à 12 places et une chambre pour abriter le mécanicien-conducteur et les appareils de manœuvre et de mesure.

Cette voiture est à deux essieux et actionnée par deux moteurs électriques calés l'un et l'autre directement sur les essieux.

L'énergie est fournie par une batterie d'accumulateurs logée, en partie, dans une caisse suspendue entre les essieux sous les longerons et, en partie, dans deux coffres ménagés au-dessus du plancher de la voiture, l'un à droite, l'autre à gauche du mécanicien.

Le poids de cette voiture en ordre de marche est de 20 tonnes.

Moteurs. — Chacun des deux moteurs est constitué par un induit monté sur un fourreau en bronze portant également le collecteur. Ce même fourreau est terminé, à l'une des extrémités, par un plateau d'entraînement. Il comprend deux portées servant de coussinets pour les chaises de l'inducteur.

L'inducteur est à quatre pôles entièrement en acier et suspendu sous le châssis de la voiture par l'intermédiaire de deux forts ressorts à boudin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La flasque supérieure de cet inducteur porte deux fers en U servant de fixation à deux chaises pendantes dans lesquelles tournent les portées du fourreau de l'inducteur. Ces dispositions assurent le maintien rigoureux de l'entrefer, quelles que soient les oscillations du châssis par rapport à l'essieu.

L'essieu est enfilé dans le fourreau de l'induit avant la mise en place de la roue opposée au collecteur du moteur. Il porte, en outre, un plateau calé sur lui et qui reçoit l'action du plateau d'entraînement du moteur par l'intermédiaire de bagues en caoutchouc.

Appareils de manœuvre. — Ces appareils sont placés devant le mécanicien dans la petite chambre entièrement vitrée et préparée à cet effet (1). Ils comprennent un contrôleur avec résistances de démarrages analogues à ceux employés dans les tramways électriques, les divers appareils de mesure nécessaires et habituels.

Enfin, le mécanicien a à sa disposition un frein à main, les moteurs dont il se sert comme frein électrique et une trompe à longue course du type de celle employée sur les tramways.

Accumulateurs. — La batterie d'accumulateurs comporte 132 éléments à 25 plaques 122 × 250 genre Planté, du type de la Société pour le travail électrique des métaux, avec bacs en composition. Ces 132 éléments sont placés, comme nous l'avons dit plus haut, partie dans une caisse mobile suspendue par des fers en U au châssis du véhicule, partie dans deux coffres ménagés sur le plancher du véhicule; leur visite et leur entretien sont donc faciles.

Ces accumulateurs ont été calculés pour débiter au minimum 190 ampères sous 250 volts, soit 47,000 watts, en se basant sur un débit de 5 ampères par kilogramme de plaques. Or, le poids d'un élément est de 44 kilogrammes et la batterie totale pèse 5,800 kilogrammes.

Fanaux et éclairage. — Les signaux d'avant, de même que ceux d'arrière, sont éclairés électriquement et commandés individuellement par un interrupteur. Le compartiment des voyageurs et celui du mécanicien sont éclairés par quatre lampes à incandescence.

Renseignements divers. — Les moteurs et la batterie ont été calculés pour une vitesse de 50 kilomètres à l'heure en palier, en comptant sur un coefficient de traction en palier de 10 kilogrammes par tonne, et en admettant une rampe uniforme de 4 millimètres par mètre, le coefficient de traction total atteint 14 kilogrammes par tonne.

Dans ces conditions, l'effort à la jante des roues est donc de 280 kilogrammes et la puissance utile à développer atteint 4,080 kilogrammètres, et, en tenant compte

(1) Dans les voitures à 50 places étudiées dans le même ordre d'idée, le mécanicien peut se placer à l'une quelconque des extrémités de la voiture, de telle sorte que celle-ci puisse marcher dans les deux sens *sans être tournée* et partir d'une gare de bifurcation puis s'arrêter à une gare quelconque et ne repartir sans avoir besoin d'installations spéciales de tournage, de voies, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du rendement, il en résulte une puissance électrique absorbée de 47,000 watts et une puissance utilisable de 54.3 chevaux.

La puissance totale est répartie entre deux moteurs ; le poids sur chaque essieu est donc de 10 tonnes et l'adhérence est d'environ 1,500 kilogrammes. L'effort normal étant de 280 kilogrammes au total, soit 140 kilogrammes par essieu, on pourrait, au besoin, réaliser au démarrage, sur une rampe de 4 millimètres, un couple dix fois plus fort que le couple normal, alors qu'un couple 2.5 ou 3 fois plus fort que celui-ci suffisait.

Enfin, cette voiture est capable de faire un trajet d'environ 120 kilomètres sans recharge et avec environ douze arrêts et autant de démarrages sur le trajet total.

Résumé.

On ne peut étudier la question des voitures automotrices sans être frappé de l'intérêt qu'elles présentent pour l'exploitation des chemins de fer.

Il faut également reconnaître que si la vapeur présente certains avantages, l'électricité appliquée à ce mode de locomotion est bien près d'avoir résolu le problème. Le système qui paraît le plus avantageux, en raison des dispositions générales des lignes et de la présence, sur les réseaux de chemins de fer, d'usines de production d'énergie électrique, est l'emploi d'accumulateurs placés sur les véhicules et rechargés soit à l'arrivée, soit au départ, sans manutention, à l'aide des usines ci-dessus.

Conclusion.

L'emploi de voitures automotrices a été jusqu'ici très limité : il semble certain cependant que, dans l'avenir, leur emploi se développera, car elles sont appelées à rendre de réels services non seulement sur les lignes à faible trafic, mais même sur les lignes à circulation active.

Sur les lignes à faible trafic, il est évident qu'elles peuvent remplacer utilement des trains et surtout des trains légers, lorsque le nombre des voyageurs à transporter est très faible.

Sur les grandes lignes, elles pourront être utilement employées : par exemple, dans la banlieue de certains grands centres où se produisent des déplacements fréquents de voyageurs, mais peu importants quant au nombre de voyageurs à transporter par un même train, ou encore comme rabatteurs de trains directs vis-à-vis desquels la voiture automotrice peut jouer, soit en avant, soit en arrière, le rôle du train collecteur ou du train distributeur.

Aussi, pensons-nous qu'il est désirable que les administrations de chemins de fer continuent leurs essais de façon à permettre l'emploi de la voiture automotrice en service courant sur des lignes et dans des cas déterminés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE.

Questionnaire détaillé relatif à la question XX.

1. Votre administration fait-elle usage de voitures automobiles à vapeur, à pétrole ou électriques pour l'exploitation des lignes à voie large de son réseau ?

Ces voitures sont-elles employées :

Soit pour assurer exclusivement un service postal,
Soit pour l'exploitation de lignes à faible trafic,
Soit pour assurer le service des trains secondaires sur les grandes lignes,
Soit pour assurer des services de trains-tramways ou de banlieue avec ou sans bagages,
Soit pour tout autre usage?

2. Indiquer, dans chacun de ces cas, le nombre de places de 1re classe, de 2e classe et de 3e classe ou autres.

3. La voiture possède-t-elle une caisse à bagages ou toute autre disposition pour cette destination?

4. La voiture possède-t-elle un compartiment pour le service de la poste?

5. Est-elle accompagnée par un ou plusieurs agents quand elle circule? Distinguer les machinistes des agents des trains proprement dits.

6. Peut-elle marcher indifféremment dans tous les sens sans se tourner?

7. Peut-elle être attelée comme une voiture ordinaire dans un train et le quitter ensuite pour devenir une voiture automobile?

8. Quels sont les règlements qui régissent l'emploi de ce type de voiture?

Voiture automobile à vapeur.

1. Donner la description de la caisse, du châssis et des roues avec leur diamètre, du type du moteur et de la chaudière (joindre des dessins), du combustible employé.

2. Indiquer la puissance du moteur et la capacité de la chaudière, la consommation de charbon par voiture-kilomètre et la dépense d'eau correspondante.

3. Donner le système de transmission de mouvement qui commande l'essieu.

4. Donner le poids total de la voiture, non compris les voyageurs, et le poids détaillé : caisse, châssis, roues, moteur, chaudière, accessoires, etc.

5. Indiquer la vitesse maximum en palier et en alignement droit, la vitesse moyenne ou commerciale, l'effort de traction au démarrage, puis en palier et alignement droit.

6. Indiquer le système de frein, de sifflet des appareils de commande, de mise en marche, avant ou arrière, d'arrêt, des vitesses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7. La voiture doit-elle être tournée à l'arrivée au point terminus ou possède-t-elle un double jeu en avant et en arrière des appareils de commande?

8. Quel est le prix de ce type de voiture?

9. Quel est le prix de la voiture-kilomètre, tous frais compris, mais non compris l'intérêt du capital d'achat de cette voiture?

Voiture à pétrole.

1. Donner une description de la caisse, du châssis et des roues avec leur diamètre, du système de moteur employé (joindre des dessins).

2. Indiquer la puissance du moteur, la consommation, la qualité et le prix du pétrole par voiture-kilomètre.

3. Décrire le système de transmission de mouvement qui commande l'essieu.

4. Donner le poids total de la voiture, non compris les voyageurs, et le poids détaillé : caisse, châssis, roues, moteur, accessoires, etc.

5. Indiquer la vitesse maximum en palier et en alignement droit, la vitesse moyenne ou commerciale, l'effort de traction au démarrage, puis en palier et alignement droit.

6. Indiquer le système de frein, de sifflet des appareils de commande, de mise en marche avant ou arrière, d'arrêt, des vitesses.

7. La voiture doit-elle être tournée à l'arrivée au point terminus ou possède-t-elle un double jeu en avant et en arrière des appareils de commande?

8. Quel est le prix de ce type de voiture?

9. Quel est le prix de revient de la voiture-kilomètre, tous frais compris, mais non compris l'intérêt du capital d'achat de cette voiture?

Voiture électrique.

1. Donner une description de la caisse du châssis, des roues et de leur diamètre.

2. Indiquer le type de moteur électrique, son mode de fixation ou de suspension, sa puissance en kilowatts, ses ampères et ses volts.

3. Le moteur est-il calé directement sur l'essieu ou l'attaque-t-il par une commande intermédiaire (joindre des dessins avec description)?

4. Indiquer si le moteur est alimenté, comme source d'énergie, par des accumulateurs ou par un système de trolley quelconque.

5. Indiquer si le collecteur et les balais sont sous la main du conducteur ou font partie du moteur lui-même et, dans ce cas, comment on y accède.

6. Donner le type et le poids des accumulateurs, le débit maximum par kilogramme de plaques, le nombre d'éléments, leur emplacement sur la voiture, la disposition de la caisse qui les renferme, le mode de connexion entre le moteur, les appareils de commande et les accumulateurs.

7. Indiquer la distance maximum que la batterie peut faire parcourir à la voiture sans être rechargée; spécifier le mode de chargement de la batterie et la durée de charge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8. Si la voiture est desservie par trolley, indiquer le système, la source d'électricité ; décrire l'usine et l'outillage qu'elle contient pour produire le courant nécessaire à la marche des automobiles.

9. Donner le poids de la voiture, non compris les voyageurs, et le poids détaillé de la caisse, du châssis, des roues, du moteur et des accessoires, etc.

10. Indiquer la vitesse maximum en palier et en alignement droit, la vitesse moyenne ou commerciale, l'effort de traction au démarrage, puis en palier et en alignement droit.

11. Décrire le système de frein, de sifflet, d'éclairage des appareils de commande, de mise en marche avant ou arrière, d'arrêt, de vitesse, etc.

12. La voiture doit-elle être tournée à l'arrivée ou au point terminus, ou possède-t-elle un double jeu en avant et en arrière des appareils de commande?

13. Quel est le prix de ce type de voiture?

14. Quel est le prix de revient de la voiture-kilomètre, tous frais compris, mais non compris l'intérêt du capital d'achat de cette voiture?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION EN SECTIONS

(2e ET 3e SECTIONS RÉUNIES.)

Séance du 26 septembre 1900 (après-midi).

PRÉSIDENCE DE Mr FREDRIK ALMGREN.

Mr le Président. — La question des voitures automobiles a fait l'objet d'un exposé rédigé en collaboration par Mrs Keromnès, Léchelle et E. Sartiaux.

Mr E. Sartiaux voudra bien nous résumer cet exposé.

Mr E. Sartiaux, *rapporteur*. — Sept administrations seulement sur les 227 consultées nous ont fait parvenir des renseignements sur la question XX. Ce sont les suivantes :

I. — L'État belge, qui emploie des voitures automotrices à vapeur pour les lignes à faible trafic et a mis à l'essai cinq voitures automotrices électriques ;

II. — Le « Pennsylvania Railroad », qui nous a donné des renseignements provenant des *Baldwin Locomotive Works*, de Philadelphie, lesquels construisent des voitures à vapeur à bogies ;

III. — Les *Strade Ferrate del Mediterraneo*, qui emploient des voitures automotrices électriques ;

IV. — La ligne Nicolas des chemins de fer de l'État russe, qui emploie des voitures à vapeur ;

V. — La Compagnie du chemin de fer d'intérêt local de Vienne, qui essaie un tracteur à vapeur système Le Blant ;

VI. — La Société nationale belge des chemins de fer vicinaux, qui emploie des voitures à vapeur sur voie de 1 mètre ;

VII. — Enfin, le chemin de fer du Nord français, qui a mis à l'essai des voitures à vapeur et électriques.

L'État belge a fait construire cinq voitures automotrices électriques avec accumulateurs, destinées au service des trains-tramways sans bagages. Elles sont tout à fait

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remarquables au point de vue de leur construction et des services qu'elles peuvent rendre. Elles sont accompagnées par un contrôleur et un conducteur capables l'un et l'autre d'en assurer la marche. La disposition donnée à ces voitures permet de les utiliser indifféremment dans un sens ou dans l'autre, sans qu'il soit nécessaire de les tourner sur plaque. Elles peuvent être attelées dans un train ordinaire, puis en être détachées pour devenir voitures automotrices, sans aucune modification momentanée des organes ou de l'équipage.

La caractéristique de ces voitures est l'emploi de bogies avec roues de 98 centimètres.

Le poids d'une voiture en ordre de marche, sans les voyageurs, est d'environ 46 à 47 tonnes.

Si on ajoute le poids des voyageurs et des deux agents, on arrive à 51.600 tonnes.

Les moteurs sont au nombre de deux par voiture, concentriques à l'essieu intérieur de chaque bogie, mais montés sur un tube à l'intérieur duquel l'essieu peut se déplacer sous l'action des chocs que les ressorts de la suspension amortissent.

Ces moteurs sont de 75 kilowatts. Ils sont à quatre pôles entièrement cuirassés et à excitation en série, du moins dans les types les plus parfaits.

Les accumulateurs sont au nombre de 264, répartis dans quatre armoires.

Aux démarrages, le courant est de 180 ampères sous 520 volts, ce qui correspond à un effort de traction voisin de 35 kilogrammes par tonne. En palier, à faible vitesse, le courant descend à 50 ou 60 ampères sous 500 volts. La batterie permet de faire un parcours de 100 à 150 kilomètres, avec des arrêts tous les 5 kilomètres et une vitesse commerciale de 30 kilomètres à l'heure sur des profils peu accidentés.

Enfin, la durée moyenne de charge des accumulateurs est de six à huit heures, avec 40 à 70 ampères. Il doit être possible de faire cette charge en moins de temps en adoptant la charge à potentiel constant.

Les appareils de commande, rhéostats, etc., n'ont rien de particulier.

Les voitures électriques sont munies d'un sifflet et d'un frein Westinghouse. L'air comprimé à 5 kilogrammes par centimètre carré est refoulé dans un réservoir par un petit groupe, moteur électrique et pompe, très bien conçu.

Cette disposition était celle adoptée par la Compagnie du chemin de fer du Nord français, en 1893, sur la locomotive électrique.

L'Administration des chemins de fer de l'*État belge* fait également usage de voitures automotrices à vapeur pour l'exploitation de lignes à faible trafic.

Ces voitures sont, en général, accompagnées par un chef-garde, un machiniste et un chauffeur.

Elles ont une longueur de 15 mètres entre tampons et comportent deux compartiments pour les agents, où se trouvent les appareils de commande, deux compartiments pour voyageurs, l'un de 2e classe avec 23 places, l'autre de 3e classe avec 30 places.

Leur poids en ordre de marche est de 30 tonnes.

La puissance de traction du moteur est de 1,150 kilogrammes pouvant commu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niquer à la voiture une vitesse maximum de 55 kilomètres à l'heure et une vitesse moyenne de 30 à 35 kilomètres. La capacité de la chaudière est de 1.800 mètre cube avec une puissance de vaporisation de 7.5 kilogrammes.

Ces voitures sont munies d'un frein Westinghouse et d'un frein à main avec sifflet ordinaire.

En général, la voiture est tournée à l'arrivée au point terminus. Quand il n'existe pas de plaque tournante au point terminus, la voiture à vapeur peut circuler cheminée en arrière.

Les *Baldwin Locomotive Works* construisent des voitures à vapeur d'une longueur de 16.50 mètres, divisées en trois compartiments : mécanicien, bogies, voyageurs.

Le compartiment des voyageurs peut contenir 41 personnes.

La caractéristique de ces voitures, c'est l'emploi de bogies avec roues motrices de 1.10 mètre de diamètre et roues porteuses de 90 centimètres.

Elles doivent être tournées au point terminus.

Le moteur est du type *Vulcain* compound à quatre cylindres logés dans le truck d'avant. Le mécanisme est extérieur et attaque les roues motrices par manivelles. L'effort de traction que peut produire ce moteur est de 4,077 kilogrammes. Le générateur est logé à l'avant dans le compartiment du mécanicien; il est du type vertical à alimentation automatique pouvant brûler du charbon, de l'anthracite, du coke ou un combustible liquide; il a 1.50 mètre de diamètre et comporte 430 tubes de 37.5 millimètres de diamètre et de 1.50 mètre de long, donnant une surface totale de chauffe de 48.15 mètres carrés.

Les *Strade Ferrate del Mediterraneo* ont mis à l'essai des voitures électriques à accumulateurs sur la ligne de Milan à Monza. Ces voitures sont du type dit américain avec châssis et caisse reposant sur deux bogies avec interposition d'une double suspension élastique. Elles sont munies de deux plates-formes couvertes aux extrémités pour accès à l'intérieur.

La caisse mesure en tout 17.80 mètres de longueur, 2.50 mètres de hauteur et 2.85 mètres de largeur à la partie du milieu et 2.15 mètres aux plates-formes. Au moyen de cloisons transversales, elle est subdivisée :

1° En deux compartiments de 1re classe (un à 16 places et l'autre à 8 places);

2° En deux compartiments de 2e classe (un à 24 places et l'autre à 16 places);

3° En deux plates-formes couvertes aux extrémités, chacune subdivisée en deux parties distinctes, dont l'une constitue la cabine du conducteur et dont l'autre est réservée aux voyageurs debout.

Ensemble, chaque voiture peut contenir 90 voyageurs, dont 64 assis.

Cette voiture est capable de marcher à 43.3 kilomètres à l'heure et peut parcourir 78 kilomètres, sans qu'on ait besoin de recharger les accumulateurs.

Les moteurs actionnant la voiture sont au nombre de deux, attaquant les essieux extrêmes de la voiture au moyen d'une seule paire de roues dentées.

Ils sont à quatre pôles, avec excitation en série et avec les quatre bobines du champ reliées en parallèle entre elles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On emploie deux batteries d'accumulateurs. L'une, la plus importante, est destinée à fournir le courant aux électromoteurs pour la traction, et à alimenter le moteur du frein Westinghouse; l'autre batterie alimente les circuits d'éclairage.

La batterie principale est composée de deux séries de 65 éléments, qui peuvent donner une différence de potentiel à la décharge de 275 à 235 volts. Cette batterie est logée au-dessous du châssis de la voiture, dans des caisses longitudinales fixées au châssis même.

Le frein et le sifflet sont construits dans les mêmes conditions que ceux dont nous avons parlé tout à l'heure pour les autres voitures.

Le *Chemin de fer Nicolas* emploie deux voitures à vapeur pour l'exploitation de sa ligne à faible trafic et à voie ordinaire de la gare de Saint-Pétersbourg au nouveau port, d'une longueur de 32 kilomètres.

Cette voiture a 20 places de 1re classe, 20 de 2e classe, 40 de 3e classe et une caisse à bagages. Elle est accompagnée par un conducteur, un mécanicien et un aide. Elle peut marcher indifféremment dans les deux sens sans être tournée; elle peut être accrochée dans un train comme une voiture ordinaire.

La caisse de la voiture à vapeur est à deux étages : en bas sont placées les 1res et les 2es classes et la caisse à bagages; en haut est placé le compartiment des 3es classes. La largeur de la caisse est de 3.10 mètres; la longueur totale est de 16.671 mètres entre tampons.

Le moteur de la voiture est une locomotive à deux paires de roues accouplées. La force de traction est de 312 kilogrammes.

La tige du piston s'articule avec une bielle qui commande l'essieu d'avant. Cet essieu attaque à son tour le second essieu au moyen d'une deuxième bielle.

La vitesse maximum est de 22 kilomètres à l'heure; la vitesse moyenne de 17 kilomètres.

La chaudière est du système tubulaire horizontal, avec 72 tubes et une surface de chauffe de 11 mètres carrés. La consommation est de 3.3 kilogrammes de naphte ou 3.6 kilogrammes de charbon par kilomètre. Le poids total de la voiture est de 21 tonnes; la locomotive seule, sans eau et combustible, pèse 7.88 tonnes.

Le frein de la voiture à vapeur est composé de plusieurs leviers coudés non automoteurs.

Le sifflet est à vapeur.

La *Société nationale belge des chemins de fer vicinaux* a mis à l'essai deux voitures automobiles à vapeur système Rowan pour faire un service de trains-tramways sur la ligne de la banlieue d'Anvers.

En raison de l'intérêt que présente ce système de voiture, nous avons cru intéressant d'en dire quelques mots, bien qu'elle soit utilisée sur une voie étroite.

Cette voiture est à 46 places.

Elle possède, en outre, un compartiment-fourgon pour les bagages.

La longueur totale, avec buttoir d'arrière, est de 12.05 mètres; la largeur maximum, avec marchepieds, de 2.38 mètres. La hauteur à la cheminée est de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3.90 mètres. Le poids total à vide est de 14,300 kilogrammes; son poids en charge est de 18,600 kilogrammes.

La vitesse réglementaire est de 30 kilomètres à l'heure.

La voiture doit être tournée au terminus.

Le moteur a ses cylindres et ses mouvements placés à l'extérieur; la détente est variable par la coulisse. Le poids total de la machine à vide est de 8,000 kilogrammes; son poids en charge est de 9,300 kilogrammes. L'effort de traction du moteur est de 1,816 kilogrammes.

La chaudière est du système vertical à foyer intérieur, avec tubes inclinés à circulation d'eau. La surface de grille est de 0.587 mètre carré et la surface de chauffe de 17 mètres carrés.

La *Compagnie du chemin de fer d'intérêt local de Vienne* a mis à l'essai un tracteur à vapeur sur une section à faible trafic du Métropolitain de Vienne, pour le transport des voyageurs sans bagages. A ce tracteur sont attelées deux voitures ordinaires à deux essieux, contenant ensemble 75 places assises. Cet appareil, qui comprend un moteur à vapeur et une chaudière du système Le Blant, rentre plutôt dans la catégorie des locomotives et sort du cadre de la question que nous avons à examiner.

La *Compagnie du Nord français* a mis à l'essai une voiture automotrice à vapeur et une voiture automotrice électrique, dites voitures postales. Elles sont destinées au transport des dépêches postales et ont pour but d'éviter de mettre en circulation, à des heures anormales, des trains dont les horaires fixés pour les besoins de l'administration des postes ne correspondent en aucune façon aux besoins des voyageurs. Ces voitures sont destinées à circuler seules avec l'agent des postes accompagné par l'agent de la compagnie (mécanicien ou électricien) qui conduit la machine.

Elles pourront, dans quelques cas, remorquer un ou deux véhicules lorsque l'expérience montrera, soit qu'un certain nombre de voyageurs peuvent utiliser ces trains à horaires un peu excentriques, soit que ces horaires conviennent pour le transport des messageries à acheminer d'urgence. Enfin, la voiture postale électrique a été étudiée pour entrer, comme des voitures ordinaires, dans la composition des trains.

Elle n'est d'ailleurs elle-même destinée qu'à donner des renseignements précis et des données certaines pour la construction de voitures automobiles à 50 places, devant assurer certains services sur les lignes secondaires et sur les grandes lignes elles-mêmes, soit comme voitures isolées, soit comme voitures ordinaires se détachant en un point du parcours du train ordinaire et fonctionnant ensuite isolément comme voitures automobiles.

La voiture automotrice postale à vapeur est portée sur deux essieux distants, d'axe en axe, de 2.84 mètres. L'avant est occupé en partie par le générateur vertical Serpollet, en partie par le mécanicien, qui a, rassemblés sous sa main, les leviers et volants lui permettant de régler à son gré la marche de la voiture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'arrière de la caisse de la voiture présente, outre le compartiment réservé pour l'agent de la poste, et qui est en communication directe avec le mécanicien, un compartiment pouvant contenir douze places.

Le poids de cette voiture en ordre de marche est de 15 tonnes.

L'effort maximum théorique de traction est de

$$F = \frac{Pd^2l}{D} = 1{,}700 \text{ kilogrammes.}$$

La simplicité de l'ensemble, générateur et moteur, permet de confier le système à un agent sans grande instruction spéciale.

Toutefois, malgré tous ces avantages, la chaudière Serpollet, étant d'un entretien très coûteux, vient d'être remplacée par une chaudière Turgan.

La voiture automotrice électrique, construite en 1897, comporte un compartiment à douze places et une chambre pour abriter le mécanicien-conducteur et les appareils de manœuvre et de mesure.

Cette voiture est à deux essieux et actionnée par deux moteurs électriques calés l'un et l'autre directement sur les essieux.

L'énergie est fournie par une batterie d'accumulateurs logée, en partie, dans une caisse suspendue entre les essieux sous les longerons et, en partie, dans deux coffres ménagés au-dessus du plancher de la voiture, l'un à droite, l'autre à gauche du mécanicien.

Le poids de cette voiture en ordre de marche est de 20 tonnes, y compris les accumulateurs.

Chacun des deux moteurs est constitué par un induit monté sur un fourreau en bronze portant également le collecteur.

Les appareils de manœuvre sont placés devant le mécanicien dans la petite chambre entièrement vitrée et préparée à cet effet. Ils comprennent un contrôleur avec résistances de démarrages analogues à ceux employés dans les tramways électriques, les divers appareils de mesure nécessaires et habituels.

La batterie d'accumulateurs comporte 132 éléments à 25 plaques 122 × 250 genre Planté, du type de la Société pour le travail électrique des métaux, avec bacs en composition. Ces 132 éléments sont placés partie dans une caisse mobile suspendue par des fers en U au châssis du véhicule, partie dans deux coffres ménagés sur le plancher du véhicule; leur visite et leur entretien sont donc faciles.

Les signaux d'avant, de même que ceux d'arrière, sont éclairés électriquement et commandés individuellement par un interrupteur.

Les moteurs et la batterie ont été calculés pour une vitesse de 50 kilomètres à l'heure en palier, en comptant sur un coefficient de traction en palier de 10 kilogrammes par tonne, et en admettant une rampe uniforme de 4 millimètres par mètre, le coefficient de traction total atteint 14 kilogrammes par tonne.

Dans ces conditions, l'effort à la jante des roues est donc de 280 kilogrammes et la puissance utile à développer atteint 4,080 kilogrammètres, et, en tenant compte du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rendement, il en résulte une puissance électrique absorbée de 47,000 watts et une puissance utilisable de 54.3 chevaux.

Tels sont les renseignements recueillis sur les divers types de voitures. La question est complètement nouvelle.

J'arrive au résumé et à la conclusion.

Mr Ludvig, *président de la 3e section*. — J'ignore si l'on s'est adressé aux chemins de fer de l'État hongrois pour obtenir des renseignements sur cette intéressante question. Nous n'avions probablement pas fait à cette époque des essais avec les voitures automobiles à traction par accumulateurs. Je prierai Mr l'ingénieur Kramer de bien vouloir nous communiquer les résultats de ces essais.

Mr Kramer, Ch. de f. de l'État hongrois. — La voiture que les chemins de fer de l'État hongrois avaient, à titre d'essai, adoptée pour la traction électrique, est une ancienne voiture mixte, à trois essieux, de 2e-3e classe à couloir central, transformée antérieurement en voiture à bogies.

La longueur de la caisse est de 9.83 mètres, sa largeur de 3.12 mètres. Le châssis repose sur deux bogies à deux essieux, distants de 2 mètres. La distance entre les axes des bogies est de 5.63 mètres, le diamètre des roues de 1.02 mètre. La voiture est courte pour une voiture à bogies, ce qui s'explique par le fait que ce véhicule est une ancienne voiture à trois essieux transformée.

Sur chaque bogie est monté un moteur à quatre pôles avec excitation en série, système Ganz, dont la tension normale est de 500 volts; l'intensité maximum du courant est de 70 ampères, le nombre de tours de 800 par minute. La consommation maximum du moteur est donc de 35 kilowatts, et son rendement à charge complète étant de 80 p. c., le travail maximum qu'il peut développer est de 38 chevaux.

Les moteurs sont suspendus au châssis avec interposition de ressorts et accouplés aux essieux au moyen d'engrenages. Ils sont munis de collecteurs et de balais en charbon, dont la mise en place et le réglage s'effectuent dans l'intérieur de la voiture. A cet effet, le plancher de la voiture peut être soulevé, au-dessus des collecteurs, et des ouvertures ont été ménagées, aux endroits convenables, dans les boîtes qui contiennent les moteurs. Pendant la marche, le réglage des balais se fait automatiquement.

Le courant est fourni par des accumulateurs du type *Tudor 06*, placés dans la voiture, et qui ont été livrés par la Société des accumulateurs de Budapest. Ils se composent de 6 batteries de 44 éléments, soit de 264 éléments au total. Chaque batterie est logée dans une caisse spéciale, doublée de plomb et placée sous les sièges de la voiture. 1 élément comporte six plaques positives et sept négatives. Le poids d'une plaque positive est de 15.4 kilogrammes, celui d'une plaque négative de 9.6 kilogrammes et tout l'élément, y compris l'acide, pèse 31.5 kilogrammes.

L'élément peut débiter 100 ampèreheures, soit 4 ampèreheures par kilogramme de plaque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

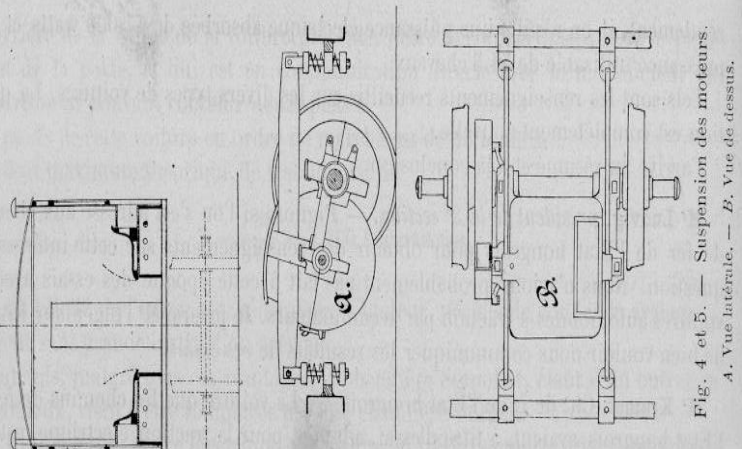


Fig. 4 et 5. — Suspension des moteurs.
A. Vue latérale. — *B.* Vue de dessus.

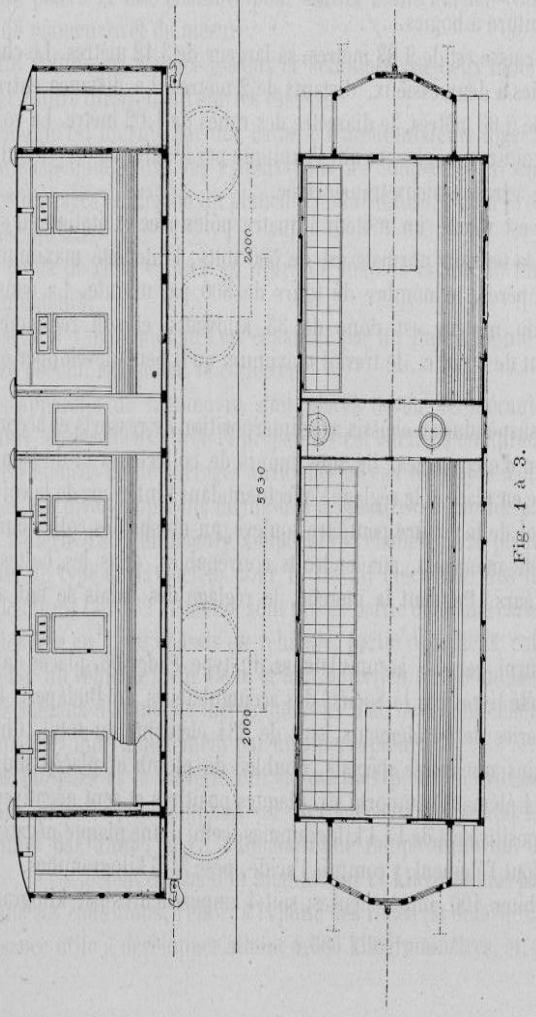


Fig. 1 à 3.

Fig 1 à 5. — *Voiture automobile électrique des chemins de fer de l'État hongrois.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les éléments contenus dans une caisse sont reliés au *controller*, qui est en communication avec les moteurs.

La *regulation* s'effectue au moyen du *controller*, qui permet de grouper les éléments des trois manières suivantes et d'arriver à diverses tensions :

1° Deux fois 44 éléments couplés en séries, et trois de ces séries reliées en parallèle; en ce cas, la tension est de 175 volts;

2° Trois fois 44 éléments couplés en séries, et deux de ces séries couplées en parallèle. Tension, 250 volts;

3° Six fois 44 éléments couplés en séries. Tension, 500 volts.

La capacité des batteries, déterminée par l'expérience, est de 55 kilowattheures. Avec une vitesse de 40 kilomètres à l'heure, la puissance électrique absorbée est de 18 wattheures environ par tonne-kilomètre, et en admettant 50 kilowattheures seulement comme capacité des accumulateurs, la voiture, dont le poids total est de 34 tonnes, pourra faire un trajet de 82 kilomètres environ.

Pour charger une batterie, qui, comme je l'ai dit, se compose de 44 éléments, la tension du courant doit être de 100 volts. Mais les batteries pouvant être couplées de différentes manières, on peut les charger indifféremment avec des courants de 200, 400 ou 600 volts.

L'intensité maximum du courant de charge que peuvent supporter les batteries est de 100 ampères, en sorte que la durée minimum de charge est de une heure un quart. Dans les essais qui ont été faits, les batteries ont été chargées avec un courant de 60 ampères, pendant deux heures.

Le poids propre de la voiture, y compris l'installation électrique, est de 33,350 kilogrammes, dont 4,300 kilogrammes pour le poids des moteurs et 8,300 kilogrammes pour le poids des accumulateurs.

La vitesse maximum des parcours d'essai était de 60 kilomètres à l'heure, en alignement droit et palier. Avec cette vitesse, la puissance absorbée par tonne-kilomètre était de 28.2 wattheures.

L'effort de démarrage en alignement et palier est de 21 kilowatts environ, soit de 28 $^1/_2$ chevaux indiqués et de 18 $^1/_2$ chevaux effectifs.

Pour le ralentissement et l'arrêt, qui se font sans secousse, on s'est servi d'un frein à vis manœuvré à la main.

Comme signaux, les parties frontales de la voiture portent deux lampes à incandescence et une lampe d'arrière au milieu, dont les commutateurs se trouvent sur la plate-forme.

La voiture est éclairée par une lampe de 10 bougies sur chacune des plates-formes et par deux lampes de 16 bougies dans chaque compartiment de 2e ou de 3e classe.

Ces lampes sont directement reliées aux accumulateurs.

Le changement de marche s'effectue au moyen du *controller*, de même que la régulation, qui se fait par simple groupement, sans interposition de résistance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La voiture ayant deux appareils de démarrage, il est inutile de la tourner sur plaque.

En ce qui concerne les dépenses de traction, celles-ci dépendent essentiellement du prix de revient du courant de charge. En admettant une vitesse de 40 kilomètres à l'heure et un poids de 34 tonnes, la puissance absorbée en alignement droit et palier serait de 612 wattheures par voiture-kilomètre. Le rendement des accumulateurs étant de 75 p. c., la charge doit comporter 816 wattheures par voiture-kilomètre. Avec un prix de revient de 2 centimes par hectowattheure, la dépense par voiture-kilomètre s'élèverait à 16·3 centimes.

Mr le Président. — Nous remercions Mr Kramer de ces renseignements. La parole est continuée à Mr E. Sartiaux, rapporteur, pour achever le résumé du rapport.

Mr E. Sartiaux, *rapporteur*. — En résumé, on ne peut étudier la question des voitures automotrices sans être frappé de l'intérêt qu'elles présentent pour l'exploitation des chemins de fer.

Il faut également reconnaître que si la vapeur présente certains avantages, l'électricité appliquée à ce mode de locomotion est bien près d'avoir résolu le problème. Le système qui paraît le plus avantageux, en raison des dispositions générales des lignes et de la présence, sur les réseaux de chemins de fer, d'usines de production d'énergie électrique, est l'emploi d'accumulateurs placés sur les véhicules et rechargés soit à l'arrivée, soit au départ, sans manutention, à l'aide des usines ci-dessus.

Voici les conclusions proposées par les rapporteurs :

« L'emploi de voitures automotrices a été jusqu'ici très limité : il semble certain cependant que, dans l'avenir, leur emploi se développera, car elles sont appelées à rendre de réels services non seulement sur les lignes à faible trafic, mais même sur les lignes à circulation active.

« Sur les lignes à faible trafic, il est évident qu'elles peuvent remplacer utilement des trains et surtout des trains légers, lorsque le nombre des voyageurs à transporter est très faible.

« Sur les grandes lignes, elles pourront être utilement employées : par exemple, dans la banlieue de certains grands centres où se produisent des déplacements fréquents de voyageurs, mais peu importants quant au nombre de voyageurs à transporter par un même train, ou encore comme rabatteurs de trains directs vis-à-vis desquels la voiture automotrice peut jouer, soit en avant, soit en arrière, le rôle du train-collecteur ou du train distributeur.

« Aussi, pensons-nous qu'il est désirable que les administrations de chemins de fer continuent leurs essais de façon à permettre l'emploi de la voiture automotrice en service courant sur des lignes et dans des cas déterminés. »

Mr le Président. — Nous adressons nos remerciements sincères à Mr le rapporteur E. Sartiaux, tant pour son rapport que pour le résumé qu'il a bien voulu faire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si personne ne demande la parole pour compléter les renseignements qui viennent de nous être donnés, je pense que nous pouvons discuter le projet de conclusions des rapporteurs.

Mr Sauvage, secrétaire principal de la 2e section, a préparé un autre projet quelque peu abrégé dont je le prie de donner lecture.

Mr Sauvage. — Ces nouvelles conclusions sont simplement celles des rapporteurs, sauf la suppression des deux alinéas du milieu.

D'après les conclusions du rapport, les voitures automotrices sont appelées à rendre de réels services non seulement sur les lignes à faible trafic, mais sur les grandes lignes. Les deux alinéas qui suivent détaillent seulement la nature de ces services. Si nous admettons la première conclusion, il semble suffisant de donner cette indication générale, puisqu'en se reportant au rapport, on pourra voir quelle est la nature de ces services.

Je demande ensuite une modification de pure forme. Le premier projet dit : « Il semble certain que leur emploi se développera. » On a fait à l'occasion d'une proposition du même genre cette objection fondée que nous ne sommes pas chargés de faire des suppositions sur ce qui se passera dans l'avenir. Nous pourrions donc dire qu'il nous paraît intéressant d'en développer l'emploi. C'est une simple question de nuance et la rédaction est, en somme, celle des rapporteurs. Voici quel serait le texte :

« L'emploi des voitures automotrices a été jusqu'ici très limité, mais il semble qu'il y aurait avantage à en développer l'emploi, car elles sont appelées à rendre de réels services non seulement sur les lignes à faible trafic, mais même sur les lignes à circulation active. Aussi, est-il désirable que les administrations de chemins de fer continuent leurs essais, de façon à permettre l'emploi des voitures automotrices en service courant sur des lignes et dans des cas déterminés. »

Mr Baudry, Ch. de f. de Paris-Lyon-Méditerranée. — Il me semble que ce projet de conclusions est un peu plus optimiste que ne le comportent les faits cités dans le rapport. D'après celui-ci, il y a des voitures automobiles de différents systèmes qui, au point de vue technique, donnent toute satisfaction. Il en existe même depuis fort longtemps sur certains réseaux et, si on n'en voit pas augmenter le nombre, cela paraît tenir à ce qu'elles ne répondent pas aux besoins de l'exploitation.

Dans ces conditions, les sections réunies feraient chose prématurée en disant que les voitures automobiles sont très intéressantes pour l'exploitation et qu'on devrait en développer l'emploi.

Je le répète, ce n'est pas au point de vue technique que je me place pour critiquer le projet de conclusions qui nous est proposé; à ce point de vue, les essais des voitures automobiles sont faits; on pourra en faire d'autres donnant encore de meilleurs résultats, mais les résultats que nous connaissons sont déjà très bons. Si donc l'emploi de ces voitures ne se développe pas, cela ne peut être que parce que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les administrations qui les ont essayées n'ont pas trouvé beaucoup d'occasions de les employer avantageusement.

Je crois donc qu'au lieu de conclure que cet emploi est avantageux, il serait plus exact de constater que, malgré l'intérêt technique qui s'attache aux voitures automobiles, les différentes administrations de chemins de fer qui les ont essayées paraissent avoir trouvé peu de cas où il y avait avantage à les employer.

Mr Ludvigh, *président de la 3e section*. — Je me permettrai de faire observer, en ce qui concerne les chemins de fer de l'État hongrois, que nous avons également fait des essais qui n'ont été terminés que récemment. Nous ne pouvions évidemment commander un certain nombre de voitures de l'espèce avant d'avoir des résultats certains, et je crois que les autres chemins de fer sont dans le même cas; mais, bien que ces voitures soumises aux essais nous aient donné pleine satisfaction, nous ne les avons pas encore mises en exploitation.

Il convient cependant de faire remarquer que nous ne sommes pas encore fixés sur le prix de revient de ces voitures et des frais qu'entraînera leur emploi. Comme en toute chose, il nous faudra une plus longue expérience avant de nous engager dans la voie nouvelle.

Mr Baudry. — Je suis tout à fait d'accord avec Mr Ludvigh pour ce qui regarde le chemin de fer de l'État hongrois. Mais si j'ai bien lu le rapport, et je demande que Mr le rapporteur rectifie sur ce point mes souvenirs si je me trompe, certaines administrations, telles que l'État belge, le Nord français, ont des voitures automobiles depuis fort longtemps; il semble donc que, si elles y avaient trouvé avantage, elles en auraient développé l'emploi plus qu'elles ne l'ont fait.

Mr E. Sartiaux, *rapporteur*. — Je crois que Mr Baudry fait une confusion. L'État belge a commencé des essais avec des voitures automotrices il y a environ trois ans. Ces voitures ont eu à subir une série d'épreuves extrêmement difficiles. J'ai eu l'avantage de suivre ces expériences pendant quelque temps, et je regrette que Mr Gerard ne soit pas là pour vous dire les difficultés par lesquelles ont passé les ingénieurs de l'État belge.

Les premières difficultés, très grandes d'abord, sont venues du calage d'entraînement des moteurs, puis des accumulateurs. La question des accumulateurs n'est pas encore résolue et il faut bien reconnaître qu'elle est difficile à résoudre. C'est ce qui explique que les essais faits par l'État belge n'ont pas donné de résultats immédiats, bien que cette Administration ait cependant fait des expériences d'application de ces voitures pour le dédoublement de certains trains de voyageurs.

Pour les chemins de fer italiens de la Méditerranée, les expériences ne remontent guère qu'à deux ans et, là aussi, elles ont été faites sous des formes assez différentes. On avait d'abord fait le calage des moteurs directement sur les essieux; ensuite on a adopté des engrenages.

En résumé, le but poursuivi, aussi bien en Belgique qu'en Italie et en France,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

était d'avoir des voitures qui pussent s'intercaler dans un train. Or, avec des engrenages, il paraît difficile de le faire, ou il faut alors étudier un système spécial, et c'est un problème également difficile.

Au chemin de fer du Nord français, la situation est la même. On a commencé par faire une locomotive à titre d'essai, pour se rendre compte de la manière dont se comporteraient les organes électriques et uniquement dans ce but. Plus tard, on a construit, toujours à titre d'essai, des voitures électriques plus petites pour répondre à des besoins spéciaux. Nous avons passé par une série de tâtonnements tant au point de vue de la construction générale de la voiture que du choix du moteur, de la disposition à lui donner; par suite, nous n'avons pas pu aboutir suffisamment vite pour mettre le système en application. Cependant, et j'en appelle au témoignage de mon collègue Mr Léchelle, il y a, sur le Nord, bien des cas dans lesquels on pourrait employer des voitures automobiles : par exemple, pendant la journée, pour desservir de petits tronçons sur lesquels il n'y a presque pas de voyageurs, sur ceux où il y a un service très serré comme trains, et où il serait absolument impossible d'intercaler un nouveau train avec locomotive et personnel complet, pour transporter un petit nombre de voyageurs.

L'observation de Mr Ludvigh paraît donc absolument fondée : les essais faits jusqu'à ce jour ne sont que des essais, c'est pourquoi il n'a pas encore été possible de déterminer, d'une manière précise, l'emploi à faire des voitures automotrices dans l'exploitation des chemins de fer qui s'en sont occupés.

Mr Baudry. — Mon observation ne s'appliquait pas exclusivement aux voitures automobiles à traction électrique. Elle était plus générale, tandis que la réponse de Mr E. Sartiaux ne se rapporte qu'à la traction électrique des voitures automobiles. Or, s'il est vrai que le chemin de fer de l'État belge ne soit arrivé qu'il y a trois ans à réaliser des voitures électriques qui lui donnent satisfaction, n'avait-il pas depuis beaucoup plus longtemps les voitures automobiles à vapeur dont il est question dans le rapport?

Pour éviter toute confusion, il faut bien distinguer le problème technique du mode de traction et la question de l'utilité des voitures automobiles soit pour l'exploitation des lignes secondaires, soit pour certains services de lignes plus importantes en vue de donner aux voyageurs non munis de bagages des facilités de circulation que les trains ordinaires à plus forte composition ne leur donnent pas.

Il y a longtemps que certaines administrations ont mis en circulation des voitures automobiles dans ce but; cela résulte des rapports eux-mêmes. Or, il ne paraît pas que ce système se soit développé ni qu'il soit sur le point de se développer aujourd'hui. Par conséquent, et puisque, comme le disait tout à l'heure Mr Sauvage, nous ne sommes pas ici pour prédire l'avenir, mais pour constater et juger la situation actuelle, je ne crois pas que nous puissions conclure que l'expérience soit favorable à l'emploi des voitures automobiles.

Si, néanmoins, la réunion, envisageant l'avenir, voulait spécifier quels services on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut espérer des voitures de ce genre, je demanderais si c'est bien pour les lignes à faible trafic qu'elles peuvent être utiles. Il me semble, au contraire, que ceux qui en ont le plus développé l'emploi les ont utilisées non sur des lignes à faible trafic, mais là où, relativement au trafic des marchandises et au trafic des voyageurs à longue distance, il y avait beaucoup de voyageurs à petite distance et sans bagages, là où une population assez dense réclamait des facilités de circulation qu'il n'était pas possible de lui donner au moyen de grands trains. Tel paraît être le cas de l'Italie, où l'on a employé des voitures automobiles dans une région des plus habitées. Tel paraît également celui de la Belgique, où ces voitures ont été essayées sur des lignes ayant un mouvement considérable de voyageurs sans bagages.

Nous serons donc d'accord avec l'expérience en disant que ces voitures sont surtout utiles pour donner au public, sur les lignes à très grande circulation et pour les voyages à petite distance, des facilités qu'on ne pourrait pas lui donner autrement d'une manière économique.

Mr E. Sartiaux, *rapporteur*. — Nous pourrions dire que les voitures peuvent être appliquées dans les deux cas. Elles sont capables de faire le service des tramways; elles permettent aussi de former un train complet pour transporter un petit nombre de voyageurs. Nous sommes au début de la question. La rédaction qu'on a indiquée paraît assez générale pour donner satisfaction à tout le monde.

Mr le Président. — Si j'ai bien compris Mr Baudry, il serait satisfait d'une conclusion dans le genre de celle-ci.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section*. — Si les membres des deux sections pensent que l'affirmation consistant à dire qu'il y aurait intérêt à développer l'emploi des voitures automobiles est un peu prématurée, il conviendrait de supprimer le premier paragraphe, qui préconise le développement de cet emploi, et de se borner au second paragraphe, qui dit qu'il est intéressant de continuer les essais. Dans ce cas, il serait bon de faire passer dans ce second paragraphe les observations figurant dans le premier relatives à l'emploi des voitures automobiles non seulement sur les lignes secondaires, mais aussi, dans certains cas, sur les lignes principales. La conclusion serait donc celle-ci : « Il est désirable que les administrations continuent leurs essais de voitures automobiles, de façon à en permettre l'emploi sur certaines lignes, soit secondaires, soit à circulation active. »

Mr Baudry. — Je me rallie à cette rédaction.

Mr E. Sartiaux, *rapporteur*. — Je n'insiste pas, mais la première rédaction me paraît préférable.

Mr Ludvigh, *président de la 3e section*. — On a parfaitement motivé pourquoi on n'a pas encore mis en exploitation des voitures automobiles. On n'est pas encore orienté sur les frais qu'elles entraîneront. Il ne serait pas prudent d'acheter des voitures qui coûtent très cher, avant d'être certains d'en obtenir de bons résultats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A la suite des expériences qui se poursuivent, il pourrait survenir des changements qui nous feraient regretter notre précipitation. Toutefois, il n'y a pas de doute que des voitures automobiles pourront être employées aussi bien sur les chemins de fer à petit trafic que sur les chemins de fer à grand trafic.

Mr le Président. — Les sections réunies acceptent-elles le premier projet ou le second ? Avant la décision, je prierai Mr le secrétaire principal de nous lire d'abord le premier projet tout entier, puis le projet amendé de Mr Baudry.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section.* — « L'emploi des voitures automotrices a été jusqu'ici très limité, mais il semble qu'il y aurait intérêt à le développer, car elles sont appelées à rendre de réels services, non seulement sur les lignes à faible trafic, mais sur les lignes à circulation active. »

Peut-être pourrait-on dire : « elles paraissent appelées à rendre de réels services ».

Mr Baudry. — Il vaudrait mieux mettre : « afin de se rendre compte des services qu'elles peuvent rendre ».

Mr Ludvigh, *président de la 3e section.* — Il convient de savoir tout d'abord si elles sont applicables avantageusement au point de vue des frais d'exploitation. Quant aux services qu'elles seraient appelées à rendre, nous pouvons déjà nous en faire une idée aujourd'hui. Il nous est possible de nous prononcer sous ce rapport. Il est hors de doute qu'elles rendront des services sur les deux espèces de lignes.

Mr Baudry. — On peut trouver plus avantageux de faire des trains que des voitures automobiles.

Mr Ludvigh. — Alors, on n'emploiera pas les voitures automobiles. Si nous ne sommes pas certains que leur emploi sera utile, pourquoi nous en occupons-nous ? S'il y a incertitude, nous ne ferons pas de voiture automotrice, mais alors nous mettons de nouveau tout en doute.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section.* — D'accord avec le rapporteur, je propose de dire : « ... car elles paraissent appelées à rendre des services ». C'est un peu moins affirmatif et moins sujet à contestations, tout en donnant satisfaction à l'opinion qui s'est révélée ici.

Mr Baudry. — Je ne me rallie pas à cet amendement. Je préfère la formule : « pour se rendre compte des services qu'elles rendent ».

Mr le Président. — Il y a deux différents projets : celui qui a été lu par notre secrétaire principal et celui qui a été amendé par Mr Baudry. Comparez-les et acceptez l'un ou l'autre. Nous allons vous relire le premier projet.

Mr Sauvage. — « L'emploi de voitures automotrices a été jusqu'ici très limité, mais il semble qu'il y aurait intérêt à le développer, car elles paraissent — ou sont —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appelées à rendre de réels services, non seulement sur les lignes à faible trafic, mais même sur les lignes à circulation active. »

Le Congrès pense-t-il qu'il est désirable que les administrations de chemins de fer continuent leurs essais de voitures automobiles, de façon à en permettre l'emploi en service courant sur des lignes déterminées et dans certains cas particuliers ?

Mr le Président. — Nous allons entendre l'autre projet pour le comparer à celui-ci.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section.* — « Le Congrès estime qu'il est désirable que les administrations de chemins de fer continuent leurs essais de voitures automobiles, de façon à en permettre l'emploi en service courant, dans certains cas, sur certaines lignes, soit secondaires, soit à circulation active. »

Mr Mange, Ch. de f. de Paris à Orléans. — On donnerait, je crois, satisfaction à l'observation de Mr Baudry si l'on disait qu'il semble y avoir intérêt pour les besoins de l'exploitation de certaines lignes à trouver le moyen d'y développer l'emploi de voitures automobiles dans des conditions économiques.

Ce qui fait qu'on n'est pas très fixé sur l'intérêt de développer le service des voitures automobiles, c'est que, contrairement, ce me semble, à l'opinion émise dans les rapports présentés aux deux sections, on n'est pas encore suffisamment édifié sur la valeur technique et économique de l'instrument. C'est pourquoi on hésite à l'employer sur des lignes à faible trafic, qui réclament un instrument de transport économique.

Mais si l'on se place au point de vue des besoins à satisfaire dans l'exploitation de ces lignes, je crois qu'il y a intérêt à ce que l'on cherche à développer l'emploi des voitures automobiles, et il est donc très désirable de continuer les essais entrepris dans ce but.

Mr le Président. — Y a-t-il opposition au premier projet?

Plusieurs membres. — Oui, oui.

Mr le Président. — Je vais mettre les deux projets successivement aux voix.

— Il est procédé au vote par mains levées.

Mr le Président. — Je constate que, d'après le vote, le premier projet est accepté par les membres des deux sections.

Mr Solacroup, Ch. de f. de Paris à Orléans. — Il me semble que jusqu'à présent il avait été admis que les conclusions devaient être adoptées de l'accord unanime des membres des sections. Dans l'espèce, il y a une certaine opposition à la première rédaction. Ne pourrait-on la modifier de manière à réunir l'unanimité ?

Mr le Président. — Le second projet, proposé par Mr Baudry, sera évidemment inséré au procès-verbal qui sera lu en séance plénière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section*. — Je crois qu'il serait préférable de présenter une conclusion unique sur laquelle nous serions d'accord et il me semble que les différences sont si minimes...

Plusieurs membres. — Elles sont capitales.

Mr Sauvage. — ... qu'on pourrait arriver à un ordre du jour contentant tout le monde.

Mr Baudry. — Il suffirait de changer deux mots pour que nous fussions d'accord.

Mr Albert Sartiaux, Ch. de f. du Nord français. — Messieurs, je crois être à la fois de l'opinion des uns et des autres. D'après ce que nous dit Mr Baudry, il me paraît, en effet, que tout le monde a raison.

On dit d'une part : il semble que les voitures automobiles sont appelées à rendre des services sur les lignes à faible trafic et à grand trafic. Cela me paraît évident au point de vue théorique. Si on trouvait des voitures automobiles satisfaisant à toutes les conditions de bon marché de construction, de bon marché d'exploitation, de facilité d'exploitation dans les gares au point de vue du retournement, etc., ce serait chose excellente, et il n'est pas douteux que ces voitures rendraient de grands services.

Mr Baudry reconnaît que cela semble très utile, mais il objecte qu'on n'a pas de type, et c'est encore très vrai. On cherche un type offrant les conditions nécessaires de solidité, de bon marché, etc., et personne ne peut se vanter de l'avoir trouvé ; on peut même dire que ce type n'a pas été trouvé. Le problème n'est donc pas résolu.

Les deux opinions ne me semblent donc pas contradictoires. On peut dire que, théoriquement, il est très désirable d'avoir des voitures automobiles et dire en même temps qu'il est nécessaire de continuer les expériences en vue d'arriver à trouver un type répondant aux divers desiderata. C'est, je pense, cette idée qu'il faudrait chercher à exprimer.

Mr Baudry. — J'avais eu une idée un peu différente. Il s'agirait, suivant moi, de savoir si, sur une ligne déterminée, sur une ligne à faible trafic par exemple, il est préférable d'avoir des voitures automobiles ou de faire des trains avec de petites locomotives.

Voici ce qui m'amène à poser cette question. Sur beaucoup de lignes secondaires, sur celles de notre réseau par exemple, il y a dans la semaine deux ou trois jours où se produit une affluence de voyageurs à laquelle les voitures automobiles ne pourraient satisfaire. On me dira : dans ce cas, faites un train en plus. Mais alors nous devrons avoir une locomotive et des voitures, par conséquent un double matériel, un train pour ces jours-là, des voitures automobiles pour les autres jours. Et je me demande si, même avec de bonnes voitures automobiles, nous aurions dans ce cas avantage à les substituer à des trains.

*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il ne s'agit donc pas seulement de considérations techniques au point de vue du choix du type, car il existe déjà pas mal de types intéressants sinon définitifs, parmi lesquels je rappellerai les voitures de l'État hongrois et les deux voitures, l'une à vapeur, l'autre électrique, construites et employées par le Nord français. Si ces voitures ne résolvent pas complètement le problème, elles en sont cependant bien près. Mais, au point de vue de l'exploitation, aura-t-on un intérêt économique à remplacer des trains par des voitures automobiles? Cela me paraît encore douteux, et je crois que nous aurions tort de l'affirmer.

Reprenant la formule du premier projet de résolution, je dirais donc plutôt : « Il y a grand intérêt à développer ces essais pour voir si les résultats économiques répondent à ce qu'on en attend. » Je m'abstiendrais de dire que nous sommes certains que ces résultats seront bons.

Mr Albert Sartiaux. — Mr Baudry se place à un point de vue unique, le remplacement des trains par des voitures automobiles; mais cela ne me paraît pas être la conception de l'avenir.

Que faisons-nous aujourd'hui ? Nous exploitons péniblement des lignes à faible trafic avec deux, trois, quatre ou cinq trains par jour; nous faisons, évidemment, un mauvais service et, si l'on a un réseau un peu serré, on est certain de ne pas répondre aux besoins.

Lorsqu'on cherche une voiture automobile, on cherche surtout, à mon avis, une voiture qui fasse le train-kilomètre à 25 centimes par exemple au lieu de le faire à 80, qui permette par conséquent de faire des trains plus nombreux, ne coûtant pas plus cher et assurant bien les correspondances.

En second lieu, on cherche à faire des trains n'allant pas de bout en bout. Aujourd'hui, lorsqu'on exploite une ligne qui va d'une bifurcation à une autre, on fait un train allant d'un bout à l'autre de cette ligne. Or, il arrive fréquemment — notre expérience journalière le montre — que le train est plein sur une partie de son parcours et qu'il est vide pour tout le reste. Ce qu'il conviendrait donc de faire, ce serait de mettre en marche des trains pouvant s'arrêter à une station quelconque, trains nombreux sur certaines portions de la ligne, peu nombreux sur d'autres, suivant les besoins de l'exploitation et du public. Si l'on pouvait réaliser un système de ce genre, qui n'est quant à présent qu'une conception théorique, il est possible, probable même, que les voyageurs se diviseraient et qu'au lieu d'avoir trop de monde à un seul des trois trains journaliers, on aurait assez de place dans les voitures automobiles. Dans ces conditions, celles-ci pourraient parfaitement se substituer aux trains.

Mais, messieurs, la conception de l'automotrice n'est pas sa substitution aux trains, c'est une conception tout autre. On peut donc dire en théorie qu'il semble excellent d'avoir recours à cet engin, s'il satisfait aux conditions d'économie d'établissement, d'économie d'exploitation et, enfin, s'il se prête à l'exploitation partielle.

Sous ces réserves, je me rallie à l'opinion de Mr Baudry.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mr Baudry. — J'ai développé moi-même tout à l'heure une théorie peu différente de celle de Mr A. Sartiaux en disant que les voitures automobiles n'étaient pas faites pour exploiter les lignes secondaires, mais plutôt pour ajouter des facilités de circulation entre les trains, sur les lignes où le mouvement de voyageurs et la densité de la population le comportent.

Mr Ludvigh, *président de la 3e section.* — Ces voitures pourraient faire les deux services, répondre aux deux buts.

Mr Albert Sartiaux. — En chemin de fer, il n'y a pas de règle, il y a des doctrines et des espèces. C'est une question d'espèce.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section.* — Le second projet qui est débarrassé de la partie à laquelle quelques-uns de nos collègues ont fait des objections pourrait rallier tout le monde. Il semble qu'il dit à peu près tout et qu'il est aussi complet qu'on peut le désirer, tout en ne renfermant pas certaines affirmations de nature à choquer quelques personnes.

« Le Congrès estime qu'il est désirable que les administrations de chemins de fer continuent leurs essais de ces voitures, de façon à en permettre l'emploi en service courant, dans certains cas, sur certaines lignes, soit secondaires, soit à circulation active. »

Mr Albert Sartiaux. — Ce n'est pas méchant.

Mr le Président. — Quel amendement désirez-vous faire au premier projet, Mr Sartiaux ?

Mr Albert Sartiaux. — Je cherchais à comprendre pourquoi on était en désaccord. Il me semble qu'on est du même avis. C'est une question de mots ou de pointes d'aiguilles qui divise.

Mr le Président. — Il me paraît que nous sommes d'accord, sauf pour quelques mots à changer dans le premier projet.

Mr Baudry. — Au lieu de dire : « elles paraissent appelées à rendre des services », je mettrais : « continuent leurs essais pour préciser les services qu'elles peuvent rendre ».

Mr le Président. — Cela ne concorde pas très bien avec le reste de la rédaction.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section.* — Alors, le texte serait ainsi libellé :

« L'emploi des voitures automotrices a été jusqu'ici très limité, mais il semble qu'il y aurait intérêt à développer cet emploi, pour déterminer les services qu'elles peuvent rendre, non seulement sur les lignes à faible trafic, mais même sur les lignes à circulation active. » (*Très bien.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici le second paragraphe :

« Il est désirable que les administrations de chemins de fer continuent les essais de ces voitures. »

Mr Albert Sartiaux. — Dites-vous automotrices ou automobiles ? Le programme porte automobiles. L'automobile, c'est un système d'exploitation, les voitures automotrices, c'est tout à fait autre chose.

Mr le Président. — On a commis une petite erreur dès le commencement.

Mr Albert Sartiaux. — Mieux vaut réparer une erreur que d'y persévérer. Il y a là une différence essentielle au point de vue du système d'exploitation. L'automotrice existe partout. Les petits trains-tramways du Nord français, les voitures Belpaire en sont, tandis qu'il y a peu d'exemples de l'application des automobiles. Il faut savoir ce que l'on veut dire.

L'automobile, c'est une voiture qu'on exploite toute seule ; l'automotrice, c'est une voiture qui comporte des places et qui traîne quelque chose avec elle.

Mr Ludvigh, *président de la 3e section.* — Ce sont des choses différentes ; mais pour le cas qui nous occupe, on peut viser les deux alternatives. Souvent, une voiture sera employée comme automobile ou comme automotrice.

Mr Albert Sartiaux. — Alors qu'on mette les deux.

Mr Sauvage. — Nous dirons : « soit automobiles, soit automotrices », pour bien indiquer que nous voulons désigner des choses différentes.

Mr Albert Sartiaux. — Automotrices, c'est ce que nous appellerions en France, le train-tramway.

Le Congrès, messieurs, ne devrait-il pas émettre le vœu que la réglementation des voitures automotrices et automobiles fût aussi simplifiée que possible. Leur but est une exploitation économique. Pour cela, il faut que les règlements la permettent. Or, dans beaucoup de pays, en France notamment, jusqu'à ce jour, comme la voiture automobile n'a pas d'existence légale, réglementaire, les règlements d'exploitation de chemins de fer s'appliquent tels quels. L'ordonnance de 1846 est appliquée aux voitures automobiles. Il faut des autorisations spéciales, des discussions sans fin. Tant que les règlements en vigueur existeront et s'appliqueront aux automobiles, on ne fera pas d'économie. Il conviendrait de demander que les administrations recherchassent les procédures, les réglementations les plus efficaces pour obtenir des économies. Je propose d'ajouter un paragraphe disant, en bon français, que le Congrès émet le vœu que les règlements d'administration concernant l'usage des automobiles et des automotrices soient aussi simples que possible.

Mr le Président. — Cela formerait l'objet d'un troisième paragraphe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section*. — Voici, messieurs, le troisième paragraphe :

« Le Congrès émet le vœu que toutes les simplifications désirables de nature à faciliter l'emploi des voitures automobiles et automotrices, soient apportées aux règlements en vigueur. »

Mr Albert Sartiaux. — Il faudrait dire : « à faciliter l'emploi économique ».

Mr Sauvage. — Parfaitement.

Mr Souschinsky, Ministère des voies de communication, Russie. — Il faudrait remplacer le mot « désirables » par le mot « possibles ». Il y a des choses qui sont très désirables et qui ne sont pas possibles au point de vue de la sécurité.

Mr Sauvage. — Nous pourrions dire : « compatibles avec la sécurité », mais il vaudrait mieux encore supprimer le mot « désirables »,

Mr Albert Sartiaux. — Au lieu de « aux règlements en vigueur », il serait aussi préférable de dire : « aux réglementations en vigueur ».

Mr Sauvage. — Voici donc quel serait le texte :

« L'emploi des voitures, soit automobiles, soit automotrices, a été jusqu'ici très limité; mais il semble qu'il y aurait intérêt à en développer l'emploi, pour déterminer les services qu'elles peuvent rendre, non seulement sur les lignes à faible trafic, mais même sur les lignes à circulation active.

« Il est donc désirable que les administrations de chemins de fer continuent les essais de ces voitures.

« Le Congrès émet le vœu que toutes les simplifications de nature à faciliter l'emploi économique des voitures automobiles et automotrices, soient apportées aux réglementations en vigueur. »

— Adopté.

— La séance est levée.

(2e SECTION.)

Séance du 28 septembre 1900 (matin).

—

PRÉSIDENCE DE Mr FREDRIK ALMGREN.

Mr Clérault, Ch. de f. de l'Ouest français. — Messieurs, la seconde section est réunie pour la dernière fois et il nous reste à nous occuper d'un point qui n'est pas à notre ordre du jour, mais dont l'importance ne vous échappera pas.

**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons, en effet, pour devoir de constater combien notre bureau a facilité notre tâche et avec quel talent nos débats ont été conduits.

Vous me permettrez de signaler la manière dont les rapports de section ont été faits par Mr Sauvage, la netteté des conclusions qu'il a rédigées et de le remercier au nom de tous.

Mr d'Ervau, qui avait été adjoint au bureau comme traducteur, n'a pas eu à exercer ses talents. Cela prouve que messieurs les délégués étrangers parlent notre langue avec une rare correction. Mais la présence de Mr d'Ervau n'en était pas moins utile pour prouver que, parmi les Français, il en est aussi qui connaissent les langues étrangères.

Je ne dirai qu'un mot de notre sténographe, que nous connaissons par expérience; nous savons tous avec quelle clarté il rédige son compte rendu et, pour ma part, j'ai toujours trouvé qu'il me faisait parler bien mieux que je ne le fais moi-même.

Mais tous ces éléments, si parfaits qu'ils soient, auraient eté tout à fait insuffisants si nous n'avions pas eu à notre tête un président dont la haute autorité nous a séduits dès le premier abord. Mr Almgren nous disait, au commencement de nos travaux, qu'il ne connaissait pas parfaitement la langue française; cela est vrai : il y a des mots français qu'il ne connaît pas et ce sont ceux qui sont désagréables. Mais, quant à la netteté du langage, à la clarté des conclusions et à l'urbanité envers les membres du Congrès, Mr Almgren sait bien mieux le français que les Français eux-mêmes et il nous en a donné des preuves tous les jours.

Et, messieurs, si nous avons été parfois unanimes pour adopter des conclusions, il est certainement une proposition qui recueillera l'unanimité non seulement des membres présents, mais encore de tous les membres absents, pour lesquels je me porte fort, c'est la proposition consistant à adresser à Mr le président tous nos remerciements et l'expression de notre déférente gratitude. (*Applaudissements.*)

Mr le Président. — Messieurs, je suis vraiment confus de tant de bienveillance. En prenant la présidence de cette section, j'ai exprimé l'espoir que nous arriverions à notre station finale, aux séances plénières, sans secousses, sans tamponnement et sans retard. Nous voilà arrivés à cette station finale; nous avons eu, je crois, un voyage assez agréable, mais c'est grâce à vous, messieurs, et c'est grâce à notre mécanicien, qui a si bien conduit notre train. Messieurs, je vous remercie de tout cœur de votre bienveillance.

Mr Sauvage, *secrétaire principal.* — Mr le président, messieurs, puisque mon nom a été cité et qu'on a bien voulu trouver mes procès-verbaux clairs et les conclusions que je rédigeais suffisamment nettes, permettez-moi de vous dire que le mérite, si mérite il y a, n'en est pas tant à moi qu'à vous tous. Il est certaines discussions qu'il est extrêmement difficile à un secrétaire de résumer: ce sont les discussions confuses dans lesquelles les membres se contredisent et parlent en même temps. Dans notre section, les discussions se sont toujours déroulées dans un ordre parfait, sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

paroles inutiles ; les opinions ont été exprimées simplement et nettement, si bien que les conclusions et les rapports de section étaient en quelque sorte tout faits et que je n'ai eu qu'à enregistrer ce que vous aviez dit. Ce n'est donc pas moi qu'il faut remercier, messieurs, c'est vous tous, pour la façon dont vos discussions ont été menées.

— La séance est levée à 11 heures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 29 septembre 1900 (après-midi).

PRÉSIDENCE DE Mr ALFRED PICARD.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : Mr L. WEISSENBRUCH.

Mr Sauvage, *secrétaire principal de la 2e section*, donne lecture du

Rapport des 2e et 3e sections réunies.

(Voir *Bulletin* quotidien de la session, n° 9, p. 8.)

« Mr E. SARTIAUX analyse l'exposé qu'il a rédigé de concert avec Mrs KEROMNÈS et LÉCHELLE.

« Il donne des détails sur les voitures automotrices électriques avec accumulateurs, de l'État belge; sur les voitures à vapeur de la même administration et sur celles des *Baldwin Locomotive Works;* sur les voitures électriques à accumulateurs du réseau méditerranéen d'Italie; sur les voitures à vapeur des chemins de fer de l'État russe; sur les voitures à vapeur du système Rowan (à voie étroite) employées par les chemins de fer vicinaux de Belgique; sur le tracteur à vapeur du chemin de fer d'intérêt local de Vienne (qui est plutôt une véritable locomotive); sur la voiture à vapeur du Nord français, étudiée spécialement pour le service de la poste, et sur la voiture électrique de la même administration.

« Mr KRAMER (*État hongrois*) ajoute quelques détails sur la voiture électrique de l'État hongrois.

« Mr E. SARTIAUX estime que les voitures automobiles sont appelées à rendre de réels services, non seulement sur les lignes à faible trafic, mais même sur les lignes à circulation active.

« Sur les lignes à faible trafic, il est évident qu'elles peuvent remplacer utilement des trains, et surtout des trains légers, lorsque le nombre des voyageurs à transporter est très faible.

« Sur les grandes lignes, elles pourront être utilement employées : par exemple,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la banlieue de certains grands centres où se produisent des déplacements fréquents de voyageurs, mais peu importants quant au nombre de voyageurs à transporter par un même train, ou encore comme rabatteurs de trains directs vis-à-vis desquels la voiture automotrice peut jouer, soit en avant, soit en arrière, le rôle du train collecteur ou du train distributeur.

« La voiture électrique à accumulateurs paraît particulièrement avantageuse.

« Mr le Président de la 2e section met en discussion un projet de conclusion analogue à celui des rapporteurs.

« Mr Baudry (*Paris-Lyon-Méditerranée*) pense que cette conclusion est un peu optimiste, car il semble que les voitures automobiles se soient peu répandues malgré de bons résultats techniques donnés par les essais. Il semble donc qu'elles soient rarement applicables utilement.

« Mr le Président de la 3e section dit que ce fait peut tenir à ce que la plupart des expériences sont bien récentes, et n'ont pu encore faire connaître exactement le prix de revient de ce système d'exploitation.

« Mr Baudry répond que certaines de ces expériences sont déjà assez anciennes.

« Mr E. Sartiaux explique qu'au contraire, notamment en ce qui concerne les chemins de fer belges et italiens, les expériences sont récentes et ont donné lieu à des tâtonnements assez longs.

« Mr Baudry objecte que la voiture à vapeur est déjà assez ancienne, si la voiture électrique est, en effet, récente. Il ajoute qu'un inconvénient de l'exploitation par voitures automobiles peut résulter des affluences exceptionnelles à certains jours.

« Mr A. Sartiaux (*Nord français*) indique les avantages que peuvent présenter les voitures automobiles en permettant de multiplier, sans dépenses exagérées, les services sur certaines lignes. Il insiste sur la différence entre les voitures automobiles et les voitures automotrices qui en remorquent d'autres. Le rapport, bien que son titre ne mentionne que les voitures automobiles, s'applique aux deux catégories de véhicules.

« Mr A. Sartiaux ajoute qu'il serait bien intéressant de voir simplifier les réglementations actuelles qui imposent des charges excessives à l'exploitation par voitures automobiles ou automotrices.

« Après une discussion assez longue, la section arrête le projet de résolution qui suit. »

Mr le Président. — Voici les

CONCLUSIONS.

« L'emploi des voitures soit automobiles, soit automotrices, a été jusqu'ici très « limité; mais il semble qu'il y aurait intérêt à en développer l'emploi, pour déter-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« miner les services qu'elles peuvent rendre, non seulement sur les lignes à faible « trafic, mais même sur les lignes à circulation active.

« Il est donc désirable que les administrations de chemins de fer continuent les « essais de ces voitures.

« Le Congrès émet le vœu que toutes les simplifications de nature à faciliter « l'emploi économique des voitures automobiles et automotrices, soient apportées « aux réglementations en vigueur. »

— Ces conclusions sont adoptées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

DU

VOLUME IV

2e SECTION. — TRACTION ET MATÉRIEL.

QUESTION XVI. — Emploi de l'acier et du fer fondus dans la construction du matériel de traction et de transport.

	Pages.
Exposé n° 2 (tous les pays, sauf les États-Unis), par Mr DURANT. (Voir le *Bulletin* de juillet 1900, 2e fasc., p. 3941.)	XVI — 3
Exposé n° 1 (États-Unis), par Mr William FORSYTH. (Voir le *Bulletin* de juillet 1900, 3e fasc., p. 4689.)	XVI — 471
Discussion en section	XVI — 549
Rapport de la 2e section	XVI — 563
Discussion en séance plénière	XVI — 563
Conclusions	XVI — 564
Annexe : Errata à l'exposé n° 2 par Mr DURANT	XVI — 568

QUESTION XVII. — Freins et attelages des voitures et des wagons.

Exposé n° 1 (tous les pays, sauf l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse, l'Allemagne et les États-Unis), par Mr J. DOYEN. (Voir le *Bulletin* d'avril 1900, 1er fasc., p. 1146)	XVII — 3
Exposé n° 2 (États-Unis), par Mr Geo. W. WEST. (Voir le *Bulletin* de juillet 1900, 3e fasc., p. 4661.)	XVII — 27
Exposé n° 3 (Autriche Hongrie, Roumanie, Pays-Bas, Luxembourg, Suisse et Allemagne), par Mr Victor SCHÜTZENHOFER. (Voir le *Bulletin* d'août 1900, 1er fasc., p. 4961.)	XVII — 55
Discussion en section	XVII — 97
Rapport de la 2e section	XVII — 112
Discussion en séance plénière	XVII — 112
Conclusions	XVII — 113

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Question XVIII. — Capacité des wagons à marchandises.

	Pages.
Exposé n° 3 (Autriche-Hongrie, Roumanie, Pays-Bas, Luxembourg, Suisse et Allemagne), par Mr de Marx. (Voir le *Bulletin* de février 1900, 2e fasc., p. 529, et de mai 1900, 1er fasc., p. 2101.)	XVIII — 3
Exposé n° 4 (pays autres que l'Autriche-Hongrie, la Roumanie, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Suisse, l'Allemagne, l'Angleterre et les colonies, les États-Unis), par Mrs Biard et Schoeller. (Voir le *Bulletin* de mars 1900, p. 801.)	XVIII — 161
Exposé n° 2 (Angleterre), par Mr C. J. Owens. (Voir le *Bulletin* d'avril 1900, 1er fasc., p. 1139.)	XVIII — 253
Exposé n° 1 (colonies anglaises), par Mr Charles Oliver. (Voir le *Bulletin* de juin 1900, 2e fasc., p. 5411.)	XVIII — 261
Exposé n° 5 (États-Unis), par Mr L. F. Loree. (Voir le *Bulletin* d'août 1900, 1er fasc., p. 5265.)	XVIII — 319
Discussion en sections	XVIII — 421
Rapport des 2e et 3e sections réunies	XVIII — 435
Discussion en séance plénière	XVIII — 455
Conclusions	XVIII — 457
Annexe : Errata à l'exposé n° 3 par Mr de Marx	XVIII — 458

Question XIX. — Traction électrique.

Exposé n° 1 (États-Unis), par Mr N. H. Heft. (Voir le *Bulletin* d'août 1900, 2e fasc., p. 5805.)	XIX — 3
Exposé n° 2 (autres pays), par Mrs Auvert et Mazen. (Voir le *Bulletin* de septembre 1900, 1er fasc., p. 6215, et de mars 1901, p. 137.)	XIX — 135
Discussion en sections	XIX — 247
Rapport des 2e et 3e sections réunies	XIX — 270
Discussion en séance plénière	XIX — 270
Conclusions	XIX — 273
Annexe : Errata à l'exposé n° 2 par Mrs Auvert et Mazen	XIX — 274

Question XX. — Voitures automobiles.

Exposé, par Mrs Keromnès, Léchelle et E. Sartiaux. (Voir le *Bulletin* de février 1900, 1er fasc., p. 259.)	XX — 3
Discussion en sections	XX — 19
Rapport des 2e et 3e sections	XX — 42
Discussion en séance plénière	XX — 42
Conclusions	XX — 43

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires