

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 n° 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](mailto: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

Auteur(s)	Chemin de fer du Nord
Titre	Exposition universelle de 1878. Compagnie du Chemin de fer du Nord
Adresse	Paris : Dunod, 1878
Collation	1 vol. (103 p.-6 p. de pl.) ; 32 cm
Cote	CNAM-BIB 4 Sar 137 (1)
Sujet(s)	Appareils électriques -- Congrès et conférences Chemin de fer du Nord Freins --19e siècle
Thématique(s)	Expositions universelles Transports
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	17/01/2020
Date de génération du PDF	04/03/2020
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?4SAR137.1

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER DU NORD

21871 — PARIS, TYPOGRAPHIE LAHURE

Rue de Fleurus, 9

Sa 13^e

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878

Barthou
COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER DU NORD



PARIS

DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

—
1878

EXPOSITION UNIVERSELLE

DE 1878

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD

L'application du système perfectionné de frein continu, dit frein à vide *Smith*, les signaux électro-sémaphoriques et acoustiques, les appareils divers et les systèmes automoteurs de contrôle et d'avertissement, en un mot, l'ensemble de l'exposition que la Compagnie du Nord présente au public doit être considéré comme une manifestation nouvelle des efforts continus que cette Compagnie fait, depuis de longues années, pour résoudre l'un des problèmes les plus difficiles qui se posent dans son exploitation, c'est-à-dire, assurer la circulation à grande vitesse et en toute sécurité de lourds trains de voyageurs, sur un réseau où le mouvement est très-actif.

Les expositions précédentes ont déjà laissé des traces de ces efforts. En 1855, la Compagnie produisait une machine Crampton ayant fourni un long parcours, et dont le type, non modifié, est encore aujourd'hui appliqué avec le plus grand succès à la traction des trains rapides et légers.

Toutefois, vers 1862, M. Petiet, l'éminent ingénieur qui dirigeait alors le matériel de la Compagnie, commença, en raison même de l'activité de la circulation développée par les expositions, à se préoccuper de la traction des trains de voyageurs lourds et rapides. Il essaya l'emploi des machines mixtes

Engerth, qui paraissaient bien appropriées à ce service, puisqu'elles joignent à l'adhérence de leurs deux essieux couplés une surface de chauffe de 125^{m²}.

On fut arrêté par quelques ruptures de bielles d'accouplement. Ces ruptures, toutefois, ne paraissaient pas une conséquence de la vitesse ; car elles se produisaient aussi de temps à autre, quand ces machines faisaient leur service normal des gros trains omnibus à vitesse moyenne. On peut même dire que ce genre d'accident était général à toutes les machines à essieux couplés et devait dépendre plutôt de la qualité des matières et de l'établissement des bielles que du principe de l'accouplement.

C'est pour éviter ces inconvénients et pour ne pas surcharger les roues motrices des machines à roues libres, que M. Petiet fit étudier et construire les locomotives à quatre cylindres, dont deux spécimens figuraient à l'Exposition de 1867 ; l'un d'eux devait servir à faire les trains express très-lourds, en évitant de les remorquer avec deux machines, comme on était souvent dans la nécessité de le faire.

Mais, en même temps que l'on serrait de plus près chaque jour la solution du problème de la traction des trains lourds rapides, il fallait songer à leur assurer la plus grande sécurité possible.

Dans ce but, on fit deux choses :

1° On appliqua le système du croisement des trains à niveaux différents, aux bifurcations, système dont un exemple très-complexe, celui du kilomètre 3, à la sortie de Paris, exposé en 1867, a été étudié et exécuté par MM. Couche, ingénieur en chef du service des travaux et de la surveillance, et Boucher, ingénieur en chef de l'entretien. Il en existe maintenant sur le réseau plusieurs applications.

2° On étudia des systèmes efficaces de freins. — Les tenders étaient munis de freins ; presque toutes les machines en reçurent à leur tour. On appliqua au matériel roulant le frein Newall, perfectionné par M. Bricogne, et qui est encore en usage dans l'exploitation du Nord.

Ce système de frein s'appliquait, dans les trains, à deux groupes de trois voitures, un en tête, l'autre en queue ; les freins du groupe de tête pouvaient d'ailleurs être déclenchés par le mécanicien et recevoir un commencement de serrage, par un contre-poids ou un ressort, dit ressort Lapeyrie. Mais ces freins, quoique très-énergiques, exigeaient, pour l'arrêt du train, un parcours toujours assez long à cause du temps perdu pour le serrage, et surtout très-variable suivant la vigueur et l'attention du personnel.

Il faut, en effet, considérer qu'en admettant même que le personnel soit très-

attentif et bien préparé, un train marchant à la vitesse de 90 kilomètres à l'heure parcourra tout d'abord 500 mètres sans ralentissement sensible, après le moment où le mécanicien aura senti la nécessité de l'arrêter. En effet, 20 secondes seront facilement employées à siffler au frein, et dépensées à faire toutes les opérations nécessaires pour approcher les sabots des roues.

Le seul moyen de remédier à ces inconvénients très-sérieux était de mettre le serrage et le desserrage de tous les freins dans la main du mécanicien, qui est le meilleur juge de la nécessité d'un arrêt, et de munir de freins toutes les voitures du train, autant que possible, afin d'éviter les réactions qui doivent se produire entre les véhicules qui tendraient à s'arrêter et ceux qui continueraient leur course par suite de la vitesse acquise. En un mot, le train doit être assimilé, autant que faire se peut, à un bloc unique dont toutes les parties doivent subir en même temps le même ralentissement et le même arrêt.

On essaya d'abord, dans ce but, le frein électrique de M. Achard, dont un système perfectionné est exposé par cet ingénieux inventeur. Mais, désireuse de varier les éléments d'expérience et de comparaison, la Compagnie munit en même temps, en juin 1876, un train composé d'une machine, de son tender et de douze voitures, du frein à vide, système Smith, qu'elle jugeait le plus simple des systèmes connus, après avoir fait suivre scrupuleusement les expériences nombreuses qui avaient eu lieu en Angleterre.

Pendant un an, des essais journaliers et comparatifs, souvent poussés à outrance, se poursuivirent sous la direction de M. Banderali, ingénieur, sur les lignes de banlieue. La note annexe n° 5 donne le résumé des essais les plus intéressants. — Ces essais se firent en service ordinaire, et tout le monde put se convaincre, *de visu*, que le frein à vide permettait d'arrêter un train lancé au maximum de vitesse admis, dans un espace assez restreint pour parer à tous les accidents qui peuvent se rencontrer dans la pratique de l'exploitation.

On acquit aussi la preuve que ce frein, fondé sur le principe de la raréfaction de l'air dans des réservoirs compressibles et étanches, peut fonctionner même dans un état d'entretien très-médiocre. En effet, le train abandonné à lui-même, sans surveillance spéciale, et sans autre soin que celui de régler de temps en temps le jeu des sabots, présentait, au bout d'un an, des freins qui fonctionnaient encore d'une façon suffisante, malgré des rentrées d'air considérables provenant d'accidents de service et des mauvaises conditions du premier établissement.

L'action du frein était même encore très efficace, lorsque l'on négligeait de fermer les tuyaux d'accouplement de queue, à la condition que l'on fit fonc-

tionner l'appareil moteur, c'est-à-dire l'éjecteur créant le vide dans les réservoirs, pendant toute la durée de l'arrêt, soit pendant une vingtaine de secondes.

Cette considération que ce frein, dont le jeu très-simple fut immédiatement compris par le personnel, pouvait fonctionner sans soins particuliers, sans une perfection absolue, toujours très-difficile à réaliser dans un grand service, parut capitale à la Compagnie et la décida à en étendre l'application à ses trains express de Paris à Calais. La Compagnie est assez satisfaite du système pour se préparer à l'appliquer aux trains de marée et aux trains omnibus de banlieue.

En ce moment, trente machines et quatre-vingts voitures et fourgons en sont munis. L'application du système à tout le matériel à voyageurs actuellement en construction est décidée en principe.

Dans les machines de gare, le système essayé a donné les meilleurs résultats et doit être étendu ; il permet des arrêts rapides, obtenus sans peine.

On peut en voir un spécimen sur la locomotive de manutention n° 2001, destinée à opérer les mêmes manœuvres que les cabestans fixes des gares anglaises. (Voir Annexe n° 2.)

Dans les discussions passionnées qui se sont produites au sujet des différents systèmes de freins continus, le seul reproche sérieux que l'on avait pu faire au frein à vide, tel qu'il a été appliqué en Angleterre, c'est qu'il n'était pas automatique, c'est-à-dire qu'il ne pouvait, en cas de rupture d'attelage, agir automatiquement sur les tronçons séparés du train. Mais ce genre d'accident est, au moins jusqu'à présent, très-rare dans les trains de voyageurs, et, bien qu'on ait trouvé moyen de remédier mécaniquement à cette défectuosité un peu imaginaire, la Compagnie n'a pas cru nécessaire, pour parer à un accident qui se produit si exceptionnellement, de compliquer les organes du frein, dont le principal mérite est précisément de fonctionner presque sans mécanisme. Elle a préféré garder la simplicité caractéristique du système primitif, qu'elle juge devoir être un des éléments de fonctionnement régulier et de succès du système.

Toutefois, il serait possible, si l'expérience montrait la nécessité de cette mesure, de donner à l'action du frein une automaticité très-satisfaisante, sans complication et sans dépenses, en utilisant simplement l'intercommunication électrique établie dans les trains, et le sifflet électro-automoteur dont sont munies les machines. — Nous reviendrons sur ce point un peu plus loin.

La manœuvre d'un système aussi énergique, et dont l'action retardatrice ne se propage pas instantanément, surtout dans les trains un peu longs, de la tête à la queue, mais est nécessairement progressive, demande quelques précau-

tions, quelques études et une certaine expérience; — il faut éviter la compression de la partie d'arrière du train, non encore arrêté, contre la tête dont la quantité de mouvement est la première amortie, et les contre-coups qui peuvent être la suite de cette inégalité d'effet.

On trouvera dans l'Annexe n° 5, qui résume les expériences faites, quelques indications sur les mesures nécessaires à prendre pour rendre le fonctionnement de ce frein aussi doux que possible pour le voyageur.

Quoi qu'il en soit, le système de frein continu exposé par la Compagnie permet d'arrêter un train même très-chargé et lancé avec toute la vitesse qu'on peut atteindre en service, à une distance variant de 550 à 450 mètres, suivant les circonstances atmosphériques et l'état du rail. Son extrême simplicité est une garantie d'un fonctionnement régulier, et le met à l'abri de toute chance d'accident.

L'application du frein continu, faite par la Compagnie du Nord, présente quelques particularités nouvelles et intéressantes :

1° Le frein se serre de lui-même, en un point quelconque de la ligne qu'on peut déterminer d'avance, et particulièrement devant tout disque à l'arrêt;

2° Le frein peut être serré non-seulement par le mécanicien, mais par les agents du train, et, si on le désire, par les voyageurs. — En cas de rupture d'attelage, les freins de la partie de tête pourraient se serrer d'eux-mêmes, de sorte que la queue resterait appliquée contre la tête et s'arrêterait avec elle. La descente de la queue à la dérive sur une rampe n'est d'ailleurs pas à craindre, puisque les anciens freins à main subsistent dans le train et conservent leur action, comme on peut le voir sur le fourgon exposé.

Pour se rendre compte de la manière dont on a obtenu ce double résultat, il faut observer d'abord que la machine faisant partie du train spécimen exposé par la Compagnie du Nord est munie du sifflet électrique imaginé par MM. Lartigue et Forest, ingénieurs de la Compagnie, et construit par M. Digney : ce sifflet est appliqué aujourd'hui sur 200 machines. Il se compose d'un électro-aimant Hughes, qui retient une armature en fer doux. Le passage d'un courant de sens contraire à l'aimantation dans les bobines de l'électro-aimant suffit pour détruire cette attraction : l'armature, poussée par un ressort, tombe, et le mouvement initial a pour conséquences l'ouverture du sifflet et le déclenchement d'un contre-poids, qui ouvre la valve motrice du frein à vide. — Il ne s'agit plus, pour provoquer le fonctionnement du sifflet et du frein d'un point quelconque, que de faire parvenir, de ce point, un courant de sens convenable jusqu'aux bobines de l'électro-aimant Hughes. (Voir Annexe n° 6)

1° Si le point d'où l'application doit se faire est un disque à l'arrêt, un commutateur, placé sur le disque manœuvré à distance, enverra le courant dans un contact fixe, placé entre les rails. — Une brosse métallique, portée par la machine, passera sur ce contact, recueillera le courant et le transmettra aux bobines. Sifflet et frein agiront ensemble.

On comprend que le disque, à la rigueur, pourrait être supprimé, sans que le fonctionnement de l'appareil en souffrît. Il suffirait d'envoyer directement le courant dans le contact.

2° Si l'on veut envoyer le courant qui déclenche le frein de l'intérieur d'un des véhicules du train, il suffit de se servir de l'intercommunication Prud'homme existant sur tout le matériel à voyageurs du Nord, soit qu'on agisse sur les manettes des commutateurs placés dans les fourgons, soit qu'on tire les anneaux placés derrière les glaces, dans les compartiments de première classe, ou qu'on presse un bouton spécial dans les coupés de luxe, soit enfin qu'une corde d'accouplement vienne à se décrocher par suite de rupture d'attelage.

Les dessins exposés donnent tous les détails de cette application.

Nous ferons observer que jusqu'à présent, à la Compagnie du chemin de fer du Nord, on n'a pas mis la manœuvre des freins dans la main des voyageurs, ni même des conducteurs de queue. Ceux-ci, par l'appareil de sonnerie Prud'homme, qui fonctionne très-régulièrement, avisent le conducteur de tête, qui juge ce qu'il convient de faire, et qui alors, s'il le croit nécessaire, manœuvre la manette de son commutateur et applique le frein à vide sur la locomotive, quel que soit le nombre de véhicules placés entre son fourgon et la machine.

Rien ne serait plus facile, d'ailleurs, que de trouver une combinaison de fils qui satisfait toute exigence que pourrait formuler le service de l'exploitation. — Dans les essais, on a réalisé tous les cas possibles.

La Compagnie du Nord expose encore le système d'électro-sémaphores de MM. Tesse, Lartigue et Prud'homme, construits par M. Mors, dont l'Annexe n° 10 donne les dispositions spéciales et indique le fonctionnement.

Ce système se compose de mâts placés de distance en distance, et portant des signaux qui servent à fermer la voie au passage des trains. Quand le train, ayant quitté un premier mât, arrive au mât suivant, la manœuvre du signal qui le couvre ouvre la voie en arrière du premier mât et débloque la section parcourue.

Ces appareils fonctionnent depuis trois ans, sur la ligne de Paris à Creil, par Chantilly, sans dérangement. Ils permettent d'appliquer l'« *absolute* » ou le « *permissive block system* ». — On verra, dans l'Annexe n° 10, à quel système

s'est arrêtée la Compagnie. On va munir encore de ces mâts sémaphoriques quelques parties du réseau dont le trafic est très-chargé. Certains chemins russes viennent d'en adopter l'emploi sur des lignes à voie unique.

On remarquera que les contacts fixes permettant au courant électrique de faire agir le sifflet et les freins continus peuvent aussi servir à la protection des électro-sémaphores.

Les grosses sonneries électriques destinées au service des voies uniques (Annexe n° 11), le contrôleur d'aiguilles de changement de voie (Annexe n° 12), la pédale d'avertissement automatique de l'approche d'un train (Annexe n° 13), sont encore des appareils nouveaux dont l'application a toujours pour objectif la sécurité de l'exploitation.

Encore, dans ce même ordre d'idées, divers appareils spéciaux, exposés sur la machine 2861, ont pour objet de contrôler automatiquement la marche des trains, d'en écrire l'historique et de créer des témoignages irrécusables des vitesses atteintes en certains points de la ligne. Ce sont :

1° Le tachymètre électrique (Annexe n° 5), étudié par MM. Delebecque et Banderali, ingénieurs, et construit par M. Bréguet ;

Et 2° le contrôleur établi par M. Brunot, ingénieur attaché à la Compagnie (Annexe n° 4).

Ces appareils sont de grande utilité pour contrôler la régularité de la marche des trains express.

En effet, toutes les précautions que nous venons d'énumérer seraient de peu d'effet, si cette régularité du service à grande vitesse n'était pas absolue ; — tout ce qui concourt à obtenir ce résultat précieux ne doit pas être négligé. La régularité du service dépend de bien des causes multiples ; mais, en premier lieu, il faut citer l'établissement des machines destinées aux trains express qui ne sauraient recevoir trop de soins, et le parfait entretien et l'irréprochable montage du matériel roulant. Les Annexes n° 1 et n° 7 donnent une idée de ce qu'a fait, en ce sens, la Compagnie du chemin de fer du Nord.

Cette question n'est point du tout indépendante du confortable intérieur, qui a une grande importance. (Voir l'Annexe n° 8 sur le chauffage des voitures.)

La célérité avec laquelle une voie, embarrassée par accident, est rendue à la circulation, est un des éléments les plus importants de sécurité. — La Compagnie a exposé, dans cet ordre d'idées, quelques engins destinés aux nouveaux wagons de secours perfectionnés qu'elle vient de construire, tels que crics de ripage, vérins, poulains, étudiés par M. Ferd. Mathias, ingénieur à Lille, et

les lanternes destinées à remplacer avantageusement les torches. (Voir l'Annexe n° 9.)

Enfin, la Compagnie expose une série de dessins dont la nomenclature, placée à la suite des Annexes, indique l'objet. — Les uns montrent les dispositions intéressantes de ses nouveaux ateliers ; d'autres expliquent les détails des appareils exposés.

ANNEXES

ANNEXE N° 4

QUELQUES RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES SUR LA MACHINE 2861 MUNIE DU FREIN A VIDE ET DU DÉCLENCHEMENT ÉLECTRO-AUTOMATIQUE

La Note générale a déjà exposé les efforts constants de la Compagnie du Nord vers l'établissement de machines rapides et puissantes. On a vu qu'en 1867 on avait construit, dans ce but, des machines à quatre cylindres, qui faisaient disparaître l'inconvénient des bielles d'accouplement en les supprimant ; c'était une solution radicale, mais qui avait le défaut de produire une machine un peu plus compliquée, puisqu'elle avait deux mécanismes. Aussi les ingénieurs de la Compagnie cherchaient-ils en même temps à perfectionner les bielles d'accouplement. Ils reconnurent bientôt que la plupart des locomotives de la Compagnie étaient entachées d'un vice de construction particulier : les boutons de manivelle n'étaient pas tous exactement montés sur les roues, et c'était la cause la plus fréquente des ruptures.

On construisit, aux ateliers de la Chapelle, une machine spéciale pour vérifier et rectifier ce montage, machine qui fonctionne encore, — et l'on reconnut bientôt que les ruptures de bielles devenaient très-rares, quand le montage des garnitures avait été bien vérifié.

On appliqua aussi le système des bielles à bagues, importé d'Angleterre, et dont la machine 2861 présente le spécimen, d'abord aux machines à cylindres

intérieurs, puis ensuite aux machines à cylindres extérieurs elles-mêmes ; on alla jusqu'à l'appliquer aux machines à quatre essieux couplés. On y trouva un élément de sécurité considérable, surtout en y joignant la suppression simultanée des coins de serrage des boîtes. La machine étant, en effet, bien montée, *à priori*, dans les ateliers, le mécanicien n'y peut plus toucher ; et l'homme le plus intelligent et le plus soigneux peut faire quelque erreur, lorsqu'il est obligé de serrer un coussinet la nuit, ou pendant un stationnement trop-court.

Une enquête, faite en Angleterre à la fin de 1868, prouva d'ailleurs que les ingénieurs de ce pays ne reculaient pas devant l'accouplement par bielles, même pour les plus grandes vitesses.

Parmi tous les types de machines étudiés en Angleterre, celui qui parut le mieux approprié à la Compagnie du Nord fut le type créé par M. Sturrock, pour le Great Northern Railway. On l'adopta donc : une commande de douze de ces machines fut faite à la maison Kœchlin, et M. Édouard Beugnot, son ingénieur, se chargea de franciser la machine, pour ainsi dire, en lui adaptant les modèles de détail en usage dans le matériel du Nord.

Ces machines, livrées en 1871, peuvent remorquer des trains express de vingt voitures, en toute circonstance, et même en regagnant du temps en cas de retard. Elles peuvent même, dans des circonstances spéciales, remorquer des trains de vingt-deux à vingt-quatre voitures, sans perdre de temps. Aussi leur succès fut-il complet, non-seulement parmi les ingénieurs, mais aussi parmi les agents secondaires : les mécaniciens apprécièrent immédiatement leur facilité d'entretien et leur grande régularité de marche. Quant à leur puissance, ils la caractérisèrent d'un mot, en les appelant *machines à outrance*. — Il est inutile d'ajouter que ces machines peuvent remorquer, avec la plus grande facilité, les plus lourds trains omnibus. (Voir service de juin, relevé ci-après, pages 20, 21, 22 et 23.)

Ce type de machines n'avait qu'un inconvénient, inconvénient qui se retrouve d'ailleurs dans presque tous les types anglais, celui d'exiger l'emploi de combustibles en morceaux et de premier choix. Or, la Compagnie cherchait justement, à cette époque, et depuis quelques années, à développer l'emploi des charbons tout-venants. Elle avait parfaitement réussi à utiliser ce combustible moins coûteux, dans ses puissantes machines à marchandises, et même dans quelques machines mixtes à voyageurs, à roues d'avant couplées, de 1^m,80, faisant généralement les trains omnibus ou directs, mais pouvant au besoin remorquer des trains express.

M. Beugnot, très au courant de ces efforts de la Compagnie, dont il appréciait l'importance, lui proposa, en 1872, de construire pour essai une ma-

chine modifiée de manière à brûler du tout-venant. Ce n'était pas chose très-facile. Il s'agissait de loger, au-dessus d'un essieu reliant des roues de 2^m,10 de diamètre, un foyer qui devait avoir 2^m,54 de longueur. L'étude fut cependant faite, et la machine construite en 1875.

Le succès fut encore complet, et la machine put marcher avec du tout-venant pur, et même avec des charbons presque fins. La consommation n'était pas plus forte que celle des douze premières machines (8^k,8 par kilomètre), et la production de vapeur était plus grande : ce qu'il faut attribuer, non pas tant à l'accroissement de surface de chauffe du foyer, qui est restée à peu près la même, mais à l'augmentation de la surface rayonnante de ce foyer.

Encouragée par ce succès important au point de vue technique et au point de vue des économies réalisées, la Compagnie fit construire, en 1875 et 1877, 25 machines semblables, qui assurèrent de la manière la plus satisfaisante le service de tous les trains rapides et lourds sur les lignes anciennes, dont le tracé ne présente que des courbes à grand rayon.

Mais les lignes à fortes rampes, construites dans ces dernières années, offrent au contraire un tracé souvent très-sinueux, et il était impossible de songer à y faire passer des machines dans lesquelles l'écartement des roues extrêmes est de 5^m,50. C'est alors que la Compagnie se décida à faire construire la machine 2861 à avant-train articulé. Cette machine est destinée, comme les autres, à la traction des express sur les grandes lignes ; mais elle doit aussi servir à faire, sur les lignes à fortes courbes, des trains aussi rapides que peut le comporter la sécurité du matériel roulant.

La machine 2861, livrée le 29 juin 1877, a fait, jusqu'au 16 février 1878, jour où on l'a retirée du service pour la repeindre et l'envoyer à l'Exposition, 54 564 kilomètres. Elle a été surtout attachée au service des express entre Paris, Boulogne et Calais. On a pu juger, pendant ce temps, que son allure en alignement droit, à très-grande vitesse, est aussi stable que celle des autres machines, qui sont d'ailleurs particulièrement stables ; elle est même beaucoup plus douce. C'était là la question la plus douteuse.

Dans les parties très-sinueuses de la ligne, entre Amiens et Abbeville, on a constaté qu'elle ne donnait aucune secousse à l'entrée dans les courbes, en grande vitesse. On peut voir aussi que les boudins de ses bandages d'avant ne sont pas coupés, comme le sont ceux des autres machines, après un même temps de service.

On peut donc dire que le modèle de locomotive, choisi par la Compagnie du Nord pour former la tête de son train spécimen, à l'Exposition, est le modèle d'un type de machines destiné à remorquer des trains lourds, à très-grande

vitesse, sur les lignes à profil et tracés faciles de l'ancien réseau, et, en même temps, en état d'assurer le service des lignes plus sinueuses du nouveau réseau, à la vitesse que comporte leur tracé.

Nous avons dit plus haut que cette machine brûlait, comme le lot qui l'avait précédée, du tout-venant. C'est, avec la forme spéciale de son avant-train articulé, un fait qui la distingue des machines analogues anglaises et américaines.

Cette substitution du tout-venant au gros charbon et aux briquettes, dans la consommation des locomotives du Chemin de fer du Nord, mérite de fixer l'attention. Elle a suivi, depuis vingt ans, une progression croissante. (Voir le dessin exposé n° 4.)

Les premières tentatives remontent à l'année 1861 et les machines à quatre cylindres, exposées en 1867, étaient munies de la grille de M. Belpaire, destinée à la combustion des charbons menus. Mais on reconnut bientôt qu'il n'était pas nécessaire de pousser, sur le réseau du Nord, les choses aussi loin qu'en Belgique. Le combustible qu'il convenait de brûler était ce qu'on appelle le tout-venant, qualité que les mines du Nord et du Pas-de-Calais produisent abondamment; car elles font peu de triage. C'est le charbon, tel qu'il sort de la mine, contenant de 15 à 40 p. 100 de gailleterie, et, en moyenne, environ 25 p. 100.

La qualité de ce combustible varie du demi-gras, que fournit le bassin du Nord, au charbon le plus flambant que produit le Pas-de-Calais. On a pu, en employant ce combustible, réduire sensiblement les dimensions du foyer belge, augmenter l'épaisseur de la couche sur la grille et donner plus d'espacement aux barreaux.

Le tableau suivant donne par année la consommation totale des machines, la quantité et la proportion pour 100 de tout-venant consommé. (Voir pl. III.)

ANNÉES.	CONSOMMATION TOTALE des machines.	QUANTITÉ de tout-venant brûlée.	PROPORTION p. 100 de tout-venant consommée.	OBSERVATIONS.
1858	96.440.620	»	»	
1859	107.952.820	»	»	
1860	123.161.600	»	»	
1861	128.886.550	5.013.700	2. »	
1862	137.029.170	13.000.000	11. »	
1863	130.188.030	26.345.500	20. »	
1864	141.564.510	46.079.650	33. »	
1865	165.734.080	65.871.350	40. »	
1866	192.897.150	72.557.550	37. »	
1867	226.398.450	95.126.050	41.40	
1868	217.138.460	109.486.400	51.50	
1869	213.391.400	115.963.000	54.30	
1870	195.331.445	99.553.015	51. »	
1871	213.192.350	108.276.200	51.73	
1872	276.948.750	144.109.600	52.03	
1873	312.539.110	169.772.800	54.33	
1874	291.696.550	209.819.600	72. »	
1875	294.497.050	227.309.650	77.18	
1876	324.868.600	268.034.050	82.51	
1877	320.258.350	271.113.750	84.66	

On remarquera que l'on est arrivé à ce résultat, 84.66 pour 100, bien que la Compagnie ait encore en service 450 machines anciennes à foyer petit et profond. Mais le personnel s'est habitué à brûler ce combustible, même dans des conditions qui ne sont pas des plus commodes.

Le service n'a nullement souffert de cette substitution ; il est même à remarquer que les détresses par suite de manque de pression sont devenues beaucoup plus rares.

La charge des trains des anciennes machines non modifiées est restée la même qu'autrefois. On l'a augmentée de 8 pour 100 environ pour certains types de machines dont on a allongé le foyer, sans y faire aucun autre changement, et seulement dans le but de substituer le tout-venant au gros combustible.

La consommation n'a pas augmenté ; elle aurait plutôt diminué. Ainsi, quand on a modifié des séries de machines, comme on vient de l'indiquer, la consommation des machines modifiées n'était pas plus grande que celle des machines encore munies des anciens foyers étroits et profonds, bien que leur charge ait été augmentée.

Si l'on considère en particulier les machines à grande vitesse, dont il est ici plus particulièrement question, on trouve que les 12 machines primitives

à foyer ordinaire ont consommé, depuis leur mise en service, 8.85 par kilomètre, tandis que les machines à grand foyer ont consommé 8.89.

La consommation des machines Crampton, qui ne remorquent pas douze voitures en moyenne, mais qui ont des foyers étroits et profonds, était de 8^k,5 en 1877.

Il est donc établi que la substitution du tout-venant au gros combustible, qui a été une des grandes opérations réalisées par la Compagnie du Nord dans ces dernières années, n'a pas été une cause d'augmentation dans la consommation.

Si maintenant l'on calcule que le charbon tout-venant vaut au minimum 6 francs de moins par tonne que le mélange de grosse houille et de briquettes, on voit que l'économie réalisée monte, pour l'année 1877 par exemple, à 1 625 000 francs.

CONDITIONS PRINCIPALES D'ÉTABLISSEMENT

DE LA MACHINE ET DU TENDER N° 2861

ET RELEVÉ DES TRAINS LOURDS REMORQUÉS

PAR LES LOCOMOTIVES 2821-2860

En juin 1878

CONDITIONS PRINCIPALES
DE LA MACHINE ET DU

CHAUDIERE.	CHASSIS ET ROUES.
Grille. { Longueur horizontale..... { Largeur..... Surface.....	2.275 1.020 2.31
Longueur intérieure en haut.....	2.200
Longueur — — — — —	1.012
Longueur — — — — —	1.580
Foyer. { au-dessous du cadre à l'A..... { — — — — — à l'R..... { Hauteur du ciel..... { au-dessus de l'axe du corps cylindrique..... { hauteur du rang inférieur des tubes au-dessus de la grille à l'avant.....	1.010 0.200 0.760 2.472 1.280 1.218 1.251 0.0145
Boîte à feu extérieure. { Longueur..... { Largeur en haut..... { — — — — — en bas.....	2.120 301 5.360 0.041 0.045
Corps { Diamètre intérieur maximum..... { Épaisseur des tôles..... cylindrique. { Hauteur de l'axe au-dessus des rails.....	2.120 301 5.360 0.041 0.045
Tubes. { Nombre..... { Longueur entre les plaques..... { Diamètre intérieur..... { Diamètre extérieur.....	9.57 90.61 99.98 9.67
Surface de chauffe { du foyer..... { des tubes (à l'arrière)..... { totale.....	9.57 90.61 99.98
Rapport { Surface des tubes à celle du foyer..... { Surface de chauffe à la surface de grille.....	45.5 10.000
Timbre de la pression (en kilogrammes).....	0.110
Diamètre des soupapes de sûreté.....	0.480
Clemence. { Diamètre intérieur en haut..... { — — — — — en bas..... { Hauteur au-dessus des tubes supérieurs.....	0.500 1.500
Rapport { Surface de grille à la section de cheminée..... { Diamètre intérieur..... { Longueur intérieure.....	19.5 1.251 0.851
Boîte à fumée. { Diamètre intérieur..... { Longueur intérieure.....	2050 2550 5680
Capacité. { Eau (10 centimètres sur le ciel)..... { Vapeur..... { Totale (eau et vapeur).....	0.070 0.080 0.080

D'ÉTABLISSEMENT
TENDER N° 2861

MÉCANISME.	TENDER.
Cylindres { Écartement d'axe en axe..... { Diamètre..... intérieurs. { Course des pistons..... { Inclinaison sur l'horizontale.....	0.760 0.452 0.610 0
Bielles motrices. { Longueur d'axe en axe..... { Tourillons des petites têtes..... { long. 2 X	1.800 0.070 0.042
Rapport. { Longueur de la bielle à la manivelle..... { Inclinaison des tiroirs sur l'axe des cylindres.....	5.9 0
D'axe en axe des tiges de tiroirs.....	0.124
D'axe en axe des coulisses de distribution.....	0.240
Excentriques. { Angles d'avance..... { Rayon d'excentricité..... { Longueur des barres.....	50° 0.0625 1.560
Longueur des lumières (admission et échappement).....	0.550
Largeur des lumières { Admission..... { Échappement.....	0.040 0.100
Reconvenement des tiroirs. { Extérieur 2 X..... { Intérieur 2 X.....	0.055 0.002
Introduction de vapeur (moyenne au maximum).....	76 0/0
Effort de traction (maximum théorique).....	5450
— — — — — (coefficient de 0.65).....	5525
POIDS DE LA MACHINE.	
Poids de la machine. { Vide..... { En charge.....	5800 41000
Répartition du poids { 1 ^{re} (Bogie)..... { 2 ^e (Bogie)..... par essieu { 3 ^e (motone)..... { 4 ^e (arrivé)..... (anchène en charge).....	7300 7200 45000 15000
Poids utile à l'adhérence.....	27500
Rapport : Poids adhérent à l'effort de traction.....	7.72
LOCOMOTIVE ET TENDER (ATTELÉS).	
Écartement des essieux extrêmes.....	11.787
Sillage des tampons { A l'avant de la manivelle..... { A l'arrière du tender.....	1.408 1.750
Longueur totale à l'extrémité des tampons.....	13.015

SERVICE DES EXPRESS

TEMPS PERDU OU GAGNÉ EN MARCHÉ PAR LES MACHINES 2821-2860

Ligne de Paris à Calais

DATES — 1878	NUMÉROS des Trains	NOMBRE de Voitures	PARIS A AMIENS			AMIENS A BOULOGNE			OBSERVATIONS
			Numéros des machines	Temps perdu	Temps gagné	Numéros des machines	Temps perdu	Temps gagné	
1 ^{er} Juin	7	16	2.854	"	3'	2.550	"	"	
3 "	7	16	2.830	"	"	2.846	"	"	
7 "	7	17	2.834	"	"	2.549	"	"	
8 "	7	20	2.835	"	"	2.847	"	"	
9 "	7	17	2.845	"	"	2.851	"	"	
10 "	7	18	2.835	"	"	2.550	7'	"	
11 "	7	19	2.844	"	"	2.548	"	"	
12 "	7	17	2.830	"	"	2.848	"	2'	
13 "	7	18	2.844	"	3'	2.846	"	"	
14 "	7	18	2.843	"	"	2.849	"	"	
15 "	7	18	2.842	"	"	2.853	"	2'	
17 "	7	20	2.813	"	"	2.549	6'	"	
18 "	7	17	2.842	"	"	2.851	"	"	
19 "	7	18	2.845	"	"	2.550	"	"	
22 "	7	16	2.845	"	2'	2.846	"	"	
3 Juin	31	16	2.844	"	"	2.548	"	"	
7 "	31	18	2.835	"	"	2.848	"	4'	
10 "	31	18	2.843	"	"	2.549	"	7'	
11 "	31	19	2.845	"	"	2.847	"	"	
14 "	31	17	2.835	"	"	2.548	3'	"	
16 "	31	19	2.835	"	"	2.846	"	"	
17 "	31	21	2.835	"	"	2.849	"	"	
18 "	31	19	2.835	"	"	2.853	"	"	
19 "	31	16	2.835	"	"	2.850	"	"	
3 Juin	Marée B	20	2.828	5'	"	2.851	3'	"	
4 "	Marée B	17	2.833	"	"	2.848	"	"	
5 "	Marée B	17	2.832	4'	"	2.548	"	"	
6 "	Marée B	17	2.831	"	"	2.550	"	"	
9 "	Marée C	17	2.828	"	"	2.849	"	"	
10 "	Marée C	18	2.845	"	"	2.852	"	"	
11 "	Marée D	16	2.828	"	"	2.850	"	"	
17 "	Marée B	22	2.828	"	"	2.500	10'	"	
18 "	Marée B	18	2.844	"	"	2.486	"	"	
19 "	Marée B	19	2.834	4'	"	2.526	7'	"	
20 "	Marée B	17	2.833	"	"	2.486	"	"	
21 "	Marée B	16	2.833	"	"	2.481	"	"	
22 "	Marée B	21	2.843	2'	"	2.499	3'	"	
23 "	Marée B	16	2.828	4'	"	2.481	"	4'	
24 "	Marée C	16	2.833	"	"	2.499	"	"	

SERVICE DES EXPRESS

TEMPS PERDU OU GAGNÉ EN MARCHÉ PAR LES MACHINES 2821-2860

Ligne de Paris à Calais

DATES — 1878	NUMÉROS des Trains	NOMBRE de Voitures	BOULOGNE A AMIENS			AMIENS A PARIS			OBSERVATIONS
			Numéros des machines	Temps perdu	Temps gagné	Numéros des machines	Temps perdu	Temps gagné	
1 ^{er} Juin	10	16	2.851	"	3'	2.845	"	"	
8 "	10	18	2.852	4'	"	2.843	6'	"	
15 "	10	19	2.848	"	3'	2.835	6'	"	
16 "	10	18	2.846	"	"	2.835	"	"	
22 "	10	17	2.550	8'	"	2.835	"	2'	
2 Juin	32	22	2.851	1'	"	2.834	"	8'	
4 "	32	17	2.852	2'	"	2.843	"	9'	
5 "	32	19	2.550	"	"	2.842	"	"	
9 "	32	19	2.852	"	6'	2.845	5'	"	
10 "	32	17	2.850	"	2'	2.835	"	"	
11 "	32	18	2.549	6'	"	2.844	3'	"	
12 "	32	17	2.847	"	5'	2.830	3'	"	
13 "	32	19	2.851	"	3'	2.844	"	1'	
14 "	32	18	2.550	5'	"	2.843	"	10'	
15 "	32	18	2.548	"	10'	2.842	"	1'	
19 "	32	17	2.853	"	"	2.845	"	"	
21 "	32	18	2.549	2'	"	2.845	"	"	
25 "	32	17	2.852	"	"	2.829	"	"	
4 Juin	Marée G	18	2.851	"	1'	2.833	1'	"	
5 "	Marée G	18	2.848	"	8'	2.832	"	"	
6 "	Marée G	18	2.548	"	3'	2.834	2'	"	
7 "	Marée G	19	2.550	2'	"	2.844	"	"	
8 "	Marée G	19	2.853	"	1'	2.830	10'	"	
9 "	Marée H	16	2.846	"	"	2.828	5'	"	
10 "	Marée H	17	2.849	"	"	2.845	4'	"	
15 "	Marée F	19	2.525	"	4'	2.832	4'	"	
18 "	Marée G	18	2.500	3'	"	2849, 2839	8'	"	
19 "	Marée G	18	2.486	"	12'	2.834	"	"	
20 "	Marée G	17	2.524	"	5'	2.833	"	"	
21 "	Marée G	16	2.486	"	11'	2.833	"	5'	
22 "	Marée G	20	2.481	"	5'	2.843	"	3'	
25 "	Marée H	16	2.499	"	"	2.831	"	"	

SERVICE DES EXPRESS

TEMPS PERDU OU GAGNÉ EN MARCHÉ PAR LES MACHINES 2821-2860

Ligne de Paris à Erquelines

DATES — 1878	NUMÉROS des Trains	NOMBRE des Voitures	PARIS A TERGNIER			TERGNIER A LA FRONTIÈRE			OBSERVATIONS
			Numéros des machines	Temps perdu	Temps gagné	Numéros des machines	Temps perdu	Temps gagné	
15 Juin	25	19 et 20	2.836	"	"	2.837	"	5'	
22 "	25	17 et 18	2.840	"	"	2.821	"	"	
3 Juin	33	16		"	"	2.825	"	2'	
4 "	33	19		"	"	2.837	1'	"	
7 "	33	18		"	"	2.839	10'	"	
8 "	33	21		"	"	2.840	20'	"	
9 "	33	17		"	"	2.821	"	"	
10 "	33	17	2.840	"	5'	2.825	"	"	
11 "	33	16		"	"	2.837	"	"	
12 "	33	18		"	"	2.836	"	2'	
13 "	33	16		"	"	2.825	2'	"	
14 "	33	17		"	"	2.821	"	"	
18 "	33	19		"	"	2.821	"	"	
19 "	33	17		"	"	2.841	11'	"	
20 "	33	16		"	"	2.839	"	"	
21 "	33	16		"	"	2.839	"	"	
23 "	33	16		"	"	2.825	"	"	

SERVICE DES EXPRESS

TEMPS PERDU OU GAGNÉ EN MARCHÉ PAR LES MACHINES 2821-2860

Ligne de Paris à Erquelines

DATES — 1878	NUMÉROS des Trains	NOMBRE des Voitures	LA FRONTIÈRE A TERGNIER			TERGNIER A PARIS			OBSERVATIONS
			Numéros des machines	Temps perdu	Temps gagné	Numéros des machines	Temps perdu	Temps gagné	
6 Juin	16	16	2.841	7'	»	2.840	»	7'	
7 »	16	18	2.839	5'	»	2.821	»	5'	
8 »	16	19	2.840	»	»	2.825	»	4'	
9 »	16	19	2.821	6'	»	2.837	»	»	
10 »	16	17	2.825	1'	»	2.836	»	»	
11 »	16	16	2.837	»	»	2.841	»	4'	
12 »	16	17	2.836	1'	»	2.821	»	3'	
13 »	16	17	2.841	7'	»	2.839	»	5'	Avarie à la machine.
14 »	16	16	2.821	»	6'	2.840	»	7'	
15 »	16	16	2.839	»	2'	2.836	»	10'	
16 »	16	18	2.840	5'	»	2.821	»	5'	Jusqu'à Creil. — Avarie à la machine.
17 »	16	16	2.836	»	2'	2.841	»	3'	
18 »	16	17	2.821	2'	»	2.837	»	5'	
19 »	16	16	2.841	»	»	2.839	»	6'	
20 »	16	16	2.837	11'	»	2.836	»	6'	
21 »	16	16	2.839	»	7'	2.825	»	8'	
22 »	16	16	2.836	»	5'	2.840	»	»	

ANNEXE N° 2

NOTE

SUR LA LOCOMOTIVE DE MANUTENTION

La petite machine locomotive construite par la Compagnie de Fives-Lille, et exposée par la Compagnie du Nord, sous le numéro 59, est une *locomotive de manutention* ; elle a été étudiée, dans son ensemble, par les services de l'exploitation et de la traction de la Compagnie du Nord, et, dans ses détails, par les ingénieurs de la Compagnie de Fives-Lille. Elle a pour objet spécial d'effectuer la traction des wagons entre la gare et le port de Compiègne ; et elle est accessoirement destinée à remplacer, en tout ou partie, les chevaux de manœuvre de cette gare.

A cet effet, la machine porte à l'arrière un treuil ou un cabestan analogue aux cabestans fixes des gares anglaises et de la gare d'Anvers, et qui, comme ceux-ci, permet de trainer les wagons, de les faire tourner sur plaques, etc.... La machine elle-même peut se tourner sur plaque à l'aide du même cabestan et de poulies folles fixées au sol, dans le voisinage des plaques.

La *locomotive de manutention* manœuvre dans la gare pendant tout le temps où elle n'est pas occupée à remorquer les wagons entre le port et la gare.

Ce type est donc appelé à tenir lieu des chevaux dans les gares d'impor-

tance moyenne où le trafic ne justifierait pas toute une installation d'un système de cabestans fixes et où cependant l'emploi de ces engins pourrait procurer des économies réelles sur la dépense en chevaux de manœuvre.

La machine exposée pèse vide 7400 kil., et en service 9950 kil. — Elle est supportée par deux paires de roues couplées. Le poids utile pour l'adhérence, en supposant les approvisionnements épuisés, serait de 8150 kil. La machine peut développer un effort théorique de traction de 1175 kil., soit environ $\frac{1}{7}$ du poids adhérent utile minimum.

Elle peut trainer sur palier 80 à 90 tonnes, et peut remorquer un poids égal au sien sur une rampe de 70 millimètres.

Le treuil ou le cabestan à câble est actionné par une petite machine Brotherhood. Il fait, à vide, 200 tours par minute, et peut développer sur la corde un effort maximum de 450 kil. suffisant pour manœuvrer une coupe de wagons sur une voie latérale, ou perpendiculaire à celle qu'occupe la machine au repos.

CONDITIONS PRINCIPALES D'ÉTABLISSEMENT

DE LA MACHINE N° 2004

CONDITIONS PRINCIPALES D'ÉTABLISSEMENT

CHAUDIERE.		CHASSIS ET ROUES.	
Grille. {	0.700	Longerons. {	1.505
Surface. {	0.49	Écartement intérieur. {	0.016
		Épaisseur. {	0.020
Foyer. {	0.790	Diamètre des 4 roues (au contact). {	0.020
Hauteur du ciel au-dessous du cadre. {	1.450	Écartement des 2 essieux. {	1.500
Hauteur du ciel au-dessus de la grille. {	1.570		
Corps {	1.000	Diamètre des essieux {	0.095
(Diamètre intérieur (maximum). {		Au corps. {	0.085
Hauteur (jusqu'à la base de la {		Au chape. {	
cylindrique cheminée). {	2.700		
vertical. {	0.011	De milieu en milieu des fusées. {	1.240
Épaisseur des tôles. {			
36 tubes (Field). {	0.600	Fusées des essieux {	0.090
Longueur (dans le foyer). {	0.650	Diamètre. {	0.100
Diamètre intérieur. {	0.0025	Longueur. {	
Épaisseur. {			
Diamètres intérieurs du tube bouilleur (co- {	0.510	Tourillons des manivelles {	0.050
nique) 0.170 à. {		Diamètre. {	0.060
		Longueur. {	
Surface de chauffe {	5.18	Boutons des {	0.060
(Du foyer. {	0.54	roues mo- {	0.046
Du bouilleur. {	5.28	trices. {	0.045
Des tubes. {	9.50	Roues d'ac- {	0.046
Totale. {		couplement. {	
		Longueur. {	
Surface de chauffe à la surface de {			
grille. {	19		
Surface des tubes à celle du foyer. {	1.07		
Timbre de la pression (en kilogrammes). {	9.000	Poids des roues montées {	1.677
Diamètre des soupapes de sûreté. {	0.035	(bandages neufs). {	
		accouplées. {	
Diamètre des soupapes de sûreté. {	0.252		
Diamètre intérieur en haut. {	0.180	Ressorts {	0.550
Diamètre intérieur en bas. {	2.250	de {	0.520
Hauteur au-dessus du ciel du {		Corde de fabrication. {	0.040
foyer. {		Flèche de fabrication. {	0.0082
		Flexibilité par 1000 kilogr. {	
Surface de grille à la section de {	21.5		
cheminée. {			
Eau (30 centimètres sur le ciel). {	650		
Vapeur. {	650		
Totale (eau et vapeur). {	1300		

DE LA LOCOMOTIVE DE MANUTENTION

MÉCANISME.		LOCOMOTIVE-TENDER.	
Écartement d'axe en {	1.820	Longueur totale à l'extrémité des tampons. {	4.511
axe. {	0.180	Diamètre. {	4.558
Cylindres extérieurs. {	0.250	Course des pistons. {	1.475
Inclinaison sur l'hor- {	0.1655	des roues extrêmes. {	
izontale. {		Hauteur du tablier au-dessus des rails. {	1.000
Longueur d'axe en axe. {	1.575	Volume d'eau. {	1.500
Tourillons des {	0.040	Poids du combustible. {	500
petites têtes. {	0.040	Poids de l'outillage. {	100
Longueur. {			
Rapport : Longueur de la bielle à la manivelle. {	11		
Inclinaisons des tiroirs sur l'axe des cy- {	0	MACHINE BROTHERHOOD ET CABESTAN. {	
lindres. {			
D'axe en axe des tiges de tiroirs. {	1.005		
D'axe en axe des coulisses de distribution. {	1.055		
Rayon des coulisses de distribution. {	0.005	Nombre de tours par minute (machine). {	200
		Diamètre moyen du tambour. {	0.400
Angles d'avance. {	50	Nombre de tours par minute (cabestan). {	40
Rayon d'excentricité. {	0.021	Effort maximum sur le câble. {	450
Longueur des barres. {	0.550	Vitesse maxima par seconde. {	0.850
Longueur des lumières (admission et échap- {	0.100		
pement). {			
Largeur des lumières {	0.014		
D'admission. {	0.025		
D'échappement. {			
Recouvrement des tiroirs {	0.0095	Poids de la machine. {	7400
Extérieur 2 X. {	0.0005	Vile. {	9950
Intérieur 2 X. {		En charge complète. {	
Introduction de vapeur (moyenne au maxi- {	75 0/0	Répartition du poids par essieu. Avant {	5000
mum). {		(approvisionnement complets) {	4550
Effort de traction (maximum théorique). {	1175	Arrière. {	
Effort de traction pratique (coefficient de 0.65). {	761	Poids utile pour l'adhérence (minimum). {	8150
		Rapport de l'effort de traction pratique au {	10 6
		poids adhérent. {	

ANNEXE N° 3

NOTE

SUR LES ESSAIS DU FREIN A VIDE

(SYSTÈME SMITH, A DÉCLENCHEMENT AUTOMATIQUE)

Juin 1876 — Mai 1878

C'est en juin 1876 que la Compagnie du chemin de fer du Nord prit la détermination de munir, pour essai, un train de 12 voitures et une locomotive Crampton du frein à vide (système Smith). Pendant les trois années qui avaient précédé cette époque, elle avait délégué un de ses ingénieurs, M. Banderali, qui avait suivi en Angleterre les très-nombreux essais de freins continus qui s'y étaient succédé sans interruption et au milieu des plus vives controverses. C'est après ces trois années d'études et d'investigations qu'elle s'est décidée à l'essai du système Smith, qui lui a paru unir à des mérites de simplicité remarquable une efficacité suffisante.

Les appareils du frein à vide Smith se composent :

1° d'une valve à vapeur ;

- 2° d'un éjecteur ;
- 3° d'une valve à air ;
- 4° d'un indicateur du vide ;
- 5° de sacs compressibles en caoutchouc ;
- 6° d'une conduite générale, s'étendant sur toute la longueur du train et reliant les *sacs compressibles* à l'éjecteur.

Les quatre premiers appareils sont montés sur la machine.

La *valve à vapeur* est une valve équilibrée tendant à se fermer sous l'action de la vapeur. Le fonctionnement de cette valve se trouve à portée du mécanicien, qui n'a qu'à tirer à lui ou à repousser un levier pour ouvrir ou fermer la valve. L'ouverture de cette valve permet à la vapeur de la chaudière de se rendre à l'éjecteur.

Cette vapeur doit être sèche.

NOTA. — Une disposition spéciale électrique permet l'ouverture de la valve équilibrée de l'intérieur du train ou automatiquement par le passage de la machine sur le contact fixe, préservateur d'un disque à l'arrêt.

L'éjecteur est fondé sur un principe analogue à celui de l'injecteur Giffard.

La vapeur s'échappant par un orifice annulaire entraîne l'air compris dans la tuyère centrale qui est en communication avec la *conduite générale* et les *sacs compressibles* placés sous les véhicules. L'éjection de la vapeur a donc pour résultat la production d'un vide relatif dans ces *sacs*. L'éjecteur, comme on le verra plus loin, peut recevoir diverses modifications de forme.

La *valve à air* ou valve de desserrage se compose d'un simple clapet à fermeture hermétique placé sur la conduite établissant la communication entre la *tuyère à air de l'éjecteur* et les *sacs compressibles*.

L'ouverture de cette valve qui s'obtient sans le moindre effort permet la rentrée de l'air dans les sacs et produit le desserrage général des freins.

L'*indicateur du vide* ou *vacuomètre* sert à indiquer le vide relatif produit dans les appareils par l'éjection de la vapeur et par suite donne la mesure du serrage des freins. Il est placé sur la machine et à la portée du mécanicien.

Les *sacs compressibles* ou *soufflets* sont formés de cylindres en caoutchouc armés à l'intérieur de cercles en fer, pour éviter l'aplatissement latéral qui, sans cette précaution, se produirait sous l'influence de la pression atmosphérique. Ces sacs sont fermés à leurs extrémités par deux plateaux en fonte. L'un de ces plateaux est fixé au châssis du véhicule et est percé d'une ouverture avec amorce recevant un branchement formé d'un tuyau en caoutchouc

qui unit le sac à la conduite générale. Le second plateau, qui est mobile, est plein et peut agir sur le levier de l'arbre du frein, soit directement quand le sac est vertical, soit par l'intermédiaire d'une poulie de renvoi quand il est horizontal.

Lorsque le vide se propage dans le sac, la pression atmosphérique, s'exerçant sur le plateau mobile, tend à le rapprocher du plateau fixe, en produisant un mouvement de soufflet; dans ce mouvement, le fond mobile tire sur le levier moteur et applique le frein.

Lorsque, par suite de l'ouverture de la *valve à air*, on permet la rentrée de l'air dans les sacs, la pression atmosphérique n'agissant plus, le poids du levier moteur suffit à produire le desserrage et à écarter le plateau mobile du plateau fixe.

Les sacs ont été remplacés, dans certains cas, par des capsules en fonte avec diaphragme en cuir, système Hardy.

Il y a ordinairement *un sac* sous chaque véhicule, *deux* sous la machine et *deux* sous le tender.

La *conduite générale* est formée d'une ou de deux lignes de tuyaux en fer, s'étendant sur toute la longueur du train. Quand il n'y a qu'un tuyau, il se bifurque à chaque extrémité des véhicules et prend la forme d'un T dont les deux branches horizontales reçoivent des *tuyaux d'accouplement* plissés, en caoutchouc, et armés intérieurement d'une spirale en fil d'acier pour éviter l'aplatissement sous l'action de la pression atmosphérique.

S'il y a deux tubes en fer sous les véhicules, chaque tube reçoit un *tuyau d'accouplement*.

Dans tous les cas, ces tuyaux portent des *raccords* en bronze, l'un *mâle*, l'autre *féfelle*, et qui sont disposés comme il convient pour que l'accouplement soit toujours possible. En queue du train, les deux tuyaux accouplés ferment la conduite générale, dont l'origine est la *tuyère à air de l'éjecteur*.

En résumé, pour *faire le frein*, il suffit d'ouvrir soit à la main, soit automatiquement, la *valve à vapeur*; pour desserrer, il n'y a qu'à ouvrir la *valve à air*.

Le montage du train d'essai fut terminé en août, et les essais commencèrent aussitôt; tous ne donnèrent pas lieu à des procès-verbaux dignes d'être conservés. Mais le train fit un service non interrompu, depuis le mois d'août 1876 jusqu'au 30 mai 1878.

La machine Crampton destinée au train d'essai était la machine 166; les quatre roues porteuses d'avant étaient munies du frein, ainsi que celles du tender; le train se composait de 2 fourgons, 3 voitures de 1^{re} classe, 3 voitures de

seconde classe et 4 voitures de 3^e classe : soit en tout 12 véhicules munis du frein.

Première série d'essais.

Le train choisi pour le service continu de ces essais était le train 119 (10 heures 15), omnibus jusqu'à Creil, et son retour, le train 118, omnibus jusqu'à Paris, où il arrive à 2 heures 15. On pouvait expérimenter facilement en profitant de tous les arrêts de ces trains.

Du 30 juillet 1876 au 9 février 1877, douze procès-verbaux d'essais ont été relevés ; ils ont donné des résultats très-comparables et très-constants, et qui peuvent se résumer dans l'essai n° 10 du 29 décembre 1876.

PROCÈS-VERBAL N° 10

ESSAI DU FREIN A VIDE

Vendredi, 29 décembre 1876

TRAIN 119.						
ARRÊTS.	VITESSE au moment du serrage (à l'heure).	INCLINAISON de la voie.		CHEMIN parcouru jusqu'à l'arrêt complet.	TEMPS mis à le parcourir	OBSERVATIONS
		Pentes.	Rampes.			
	kilomètres.	millimèt.	millimèt.	mètres.	secondes.	
Saint-Denis.	72	0	0	295	25	Emploi du sable.
Pierrefitte.	45	»	2.6	151	19	Rails gras à tous les arrêts.
Gonesse.	45	0	0	150	20	
Goussainville.	42	0	0	155	18	
Louvres.	41	»	1	151	18	
Luzarches.	65	1	} succédant à des pentes de 5 ^{mm} .	281	22	Emploi du sable.
Orry-la-Ville.	67	1		352	50	Emploi du sable.
Chantilly.	70	1		320	24	Emploi du sable.

TRAIN 118.						
Chantilly.	56	»	1	208	20	
Orry-la-Ville.	45	»	1	159	17	Rails secs à tous les arrêts.
Luzarches.	47	»	1	150	17	Régulateur ouvert.
Louvres.	77	1	»	325	24	Emploi du sable.
Goussainville.	68	0	0	245	22	Emploi du sable.
Gonesse.	70	0	0	250	18	Régulateur ouvert.
Pierrefitte.	70	5 et 2.6	»	325	25	Régulateur ouvert.
Saint-Denis.	75	0	0	240	21	Emploi du sable.

Dans cette série d'essais, *la vitesse au moment de l'arrêt* atteint jusqu'à 78 kilomètres à l'heure; l'espace parcouru n'a pas dépassé 350 mètres, et le temps de l'arrêt est toujours resté au-dessous de 50 secondes, *quelles que soient les circonstances de l'essai, mais en supposant le régulateur fermé au moment même de l'application du frein*. Avec le régulateur grand ouvert, le train s'arrêtait, mais avec une légère perte de temps et d'espace.

Deuxième série d'essais.

Le 26 février fut commencée une nouvelle série d'essais. Elle avait pour but, non-seulement de relever la durée et les espaces parcourus pendant les arrêts, mais aussi d'étudier la manière dont fonctionnait le déclenchement automatique du frein par l'intermédiaire du sifflet, système qui était à ce moment même étudié par MM. Ed. Delebecque et D. Banderali.

Sept nouveaux procès-verbaux d'essais ont été dressés du 26 février 1877 au 11 mai de la même année.

Les résultats ont été satisfaisants; les vitesses au moment de l'arrêt ont souvent atteint 85 kilomètres à l'heure, la durée des arrêts a toujours été inférieure à 29 secondes et la longueur parcourue n'a pas dépassé 350 mètres, dans les conditions normales du service. D'ailleurs, tous les modes d'opérer l'arrêt ont été essayés : par le disque, du fourgon, des voitures, par rupture d'attelage, régulateur ouvert, tuyaux d'accouplement ouverts, etc.

Un type d'essai pour cette seconde série est donné par le procès-verbal n° 14 du 5 mars 1877.

PROCÈS-VERBAL N° 44

ESSAI DU FREIN A VIDE

3 mars 1877

TRAIN 119

Saint-Denis. — Le mécanicien arrête le train en ouvrant directement la valve motrice.

Pierrefitte. — Le disque à distance est à l'arrêt; le contact fixe qui le protège opère le déclenchement, et le frein est actionné automatiquement par le disque. Le mécanicien desserre le frein et entre en gare *régulateur ouvert*; mais en ouvrant à la main la valve à vapeur motrice du frein, il arrête son train, sensiblement dans les mêmes limites de temps d'espace que si le régulateur était fermé.

Gonesse. — Le frein est appliqué de l'intérieur du fourgon de tête; le commutateur manœuvré par le conducteur envoie le courant électrique dans l'appareil Lartigue, le déclenchement du levier de la valve à vapeur a lieu, et l'application du frein arrête le train.

Goussainville. — L'arrêt s'opère comme dans le cas précédent, mais de l'intérieur du fourgon de queue.

Louvres. — L'arrêt s'opère comme dans les deux cas précédents, mais de l'intérieur d'un compartiment de 1^{re} classe, par la manœuvre du commutateur électrique quel qu'il soit, c'est-à-dire en pressant un bouton ou en tirant l'anneau du commutateur à ailettes.

Luzarches. — Le disque à l'arrêt applique le frein. En entrant en gare, l'application a lieu de l'intérieur d'une voiture.

Orry-la-Ville. — Le disque à l'arrêt manœuvre le frein. A l'entrée en gare, le frein est appliqué par le conducteur de queue; les tuyaux d'accouplement sont découplés entre la 7^e voiture et la 8^e; malgré la rentrée d'air, et en main-

tenant l'éjection de vapeur, l'arrêt se produit à une distance une fois et demie plus considérable que lorsque la conduite générale est fermée.

Chantilly. — Le disque à l'arrêt applique le frein. A l'entrée en gare, l'arrêt s'obtient par une rupture d'attelage simulée ; c'est-à-dire que la rupture de la communication électrique entre deux voitures déclenche le frein.

TRAIN 118.						
ARRÊTS.	VITESSE au moment du serrage (à l'heure).	INCLINAISON de la voie.		CHEMIN parcouru jusqu'à l'arrêt complet.	TEMPS mis à le parcourir	OBSERVATIONS.
		Pentes.	Rampes.			
	kilomètres.	millimèt.	millimèt.	mètres.	secondes.	
Chantilly.....	50	»	1	195	20	Rails secs pendant toute la durée de l'essai.
Orry-la-Ville.....	45	»	1	156	18	
Luzarches.....	47	»	1	115	17	
Louvres.....	70	1	»	550	25	Rail mouillé par l'eau de la pompe alimentaire de la machine.
Goussainville.....	80	0	0	525	24	
Gonesse.....	78	0	0	285	25	
Pierrefitte.....	55	5 et 2.6	»	240	24	Accouplements en caoutchouc ouverts en queue pour simuler une rupture d'attelage.
Saint-Denis.....	60	0	0	500	55	

Les essais duraient depuis un an et n'avaient donné que d'excellents résultats. L'adoption du système fut décidée, et l'on commença à songer à faire le montage de l'éjecteur à des machines d'un type différent. Il fallut étudier les dispositions les plus convenables pour les divers genres de locomotives ; faire le choix d'un type d'éjecteur, le plus rapide et le plus puissant ; essayer dans quels cas il convenait de spécialiser une tuyère d'appel pour la locomotive, une autre pour le train ; déterminer les conditions d'établissement du tube divergent qui reçoit le mélange d'air et de vapeur à sa sortie des tuyères ; le diamètre des tubes en fer, etc.

Troisième série d'essais

Ces différentes études se poursuivirent concurremment au laboratoire et sur le train d'essai, qui continuait son service régulier. Du 10 septembre 1877 au 30 mai 1878, 24 essais faits sur le train donnèrent lieu à des procès-verbaux intéressants.

Ces essais avaient pour but de contrôler l'effet en service des différents types d'éjecteurs qui étaient essayés préalablement au laboratoire. Les essais de laboratoire portèrent sur 25 éjecteurs variant par un détail de construction, depuis l'éjecteur primitif à double tuyère dont nous avons augmenté la puissance par l'addition d'un jet central de vapeur, jusqu'à l'éjecteur étudié par M. Giffard et construit par MM. Flaud et Cohendet, qui présente un jet unique central de vapeur au lieu du jet annulaire.

La série de ces essais donne encore des résultats parfaitement concordants entre eux et avec ceux obtenus précédemment; elle nous permet d'établir certains faits pratiques intéressants sur la meilleure forme à donner aux éjecteurs.

Il fut prouvé qu'il était possible d'atteindre dans un train de 12 voitures un vide de 500^{mm} sur la machine, c'est-à-dire de $\frac{2}{3}$ d'atmosphère, en se servant d'éjecteurs convenablement faits. Ce résultat une fois acquis, nous constatâmes que l'éjecteur devait avoir tous ses éléments calculés pour une *pression de vapeur donnée* qui présentait toujours le maximum de rendement de vide dans les appareils.

Nous avons remarqué également un fait assez curieux et qui nous conduisit à faire une nouvelle série d'expériences sur les trains : c'est que, à mesure que la puissance de l'éjecteur augmentait, et avec elle la rapidité d'arrêt de la machine et de la tête du train, on trouvait que l'arrêt était moins doux, que la queue du train arrêtée après la tête venait comprimer celle-ci par le jeu naturel des ressorts de choc, ce qui donnait lieu à quelques réactions qu'il était nécessaire d'éviter à tout prix; car elles devaient s'accuser davantage à mesure que la longueur du train augmenterait.

Il fallait donc étudier de très-près les causes de ces réactions, surtout si l'on voulait arriver à munir du frein à vide des trains de 24 voitures.

J'ai dit maintenant comment nous avons été conduits à la quatrième série d'expériences. Avant d'en rendre compte, je donnerai ici : 1° un type des essais de la troisième série dans les trains, en choisissant les essais du 11 janvier et du 15 février 1878; 2° un tableau des essais des éjecteurs au laboratoire.

Le 15 février 1878, les résultats, au point de vue de la rapidité des arrêts, ont été un peu moins satisfaisants que d'ordinaire à cause de l'état des rails et de la poussée de deux écuries placées en queue du train et qui n'avaient pas de frein. Mais l'inspection du procès-verbal permet de constater que la modification qu'avait subie l'éjecteur primitif, modification qui consiste à introduire dans chaque tuyère un jet central de vapeur, avait eu pour effet de produire un vide allant jusqu'à 500^{mm} de mercure.

PROCÈS-VERBAL N° 52

ESSAI DU FREIN A VIDE

11 janvier 1878

TRAIN 119.

ARRÊTS.	VITESSE au moment du serrage (à l'heure)	INCLINAISON de la voie.		CHEMIN parcouru jusqu'à l'arrêt complet.	TEMPS mis à le parcourir	PRESSION dans la chaudière	VIDE obtenu.	OBSERVATIONS.
		Pentes.	Rampes.					
	kilom.	millim.	millim.	mètres.	secondes.	kilog.	centim.	Le train était composé de 12 véhicules munis du frein et dont les sacs étaient branchés sur une conduite unique, la conduite de gauche étant supprimée au moyen d'obturateurs; machine 2835, dont les grandes roues d'arrière sont soumises à l'action du frein, ainsi que celles du tender. Emploi du sable. Frein fait de l'intérieur d'une voiture de 1 ^{re} classe.
Saint-Denis . . .	66	0	0	298	30	7.75	45	
Pierrefitte . . .	50	»	2.6	415	20	7.50	45	
Gonesse	55	0	0	430	20	7.50	45	
Goussainville . .	55	0	0	435	25	7.50	45	
Louvres	53	»	1	425	19	7.50	42	
Luzarches	67	1	Succédant à des pentes de 5 ^{mm}	250	23	7.25	48	
Orry-la-Ville . .	75	1		»	25	7.00	42	
Chantilly	82	1		340	28	7.00	45	

TRAIN 118.

Chantilly	48	»	1	100	15	6.50	45	Même composition que le train 119. Les 2 conduites ont été rétablies sur toute la longueur du train. Éjecteur double, de construction Thiébaud, à jet central supplémentaire de vapeur dans chaque tuyère. Rails secs pendant toute la durée de l'essai.
Orry-la-Ville . .	52	»	1	148	18	7.75	45	
Luzarches	55	»	1	115	17	7.50	42	
Louvres	70	0	»	500	27	7.25	46	
Gonesse	67	0	0	500	25	7.00	47	
Pierrefitte	70	5 et 2.6	»	350	25	7.00	47	
Saint-Denis . . .	64	0	0	195	22	6.50	44	

PROCÈS-VERBAL N° 55

ESSAI DU FREIN A VIDE

15 février 1878

TRAIN 119.								
ARRÊTS.	VITESSE au moment du serrage (à l'heure)	INCLINAISON de la voie.		CHEMIN parcouru jusqu'à l'arrêt complet.	TEMPS mis à le parcourir	PRESSION dans la chaudière	VIDE obtenu.	OBSERVATIONS.
		Pentes.	Rampes.					
	kilomètr.	millim.	millim.	mètres.	secondes.	kilog.	centim.	
Saint-Denis . . .	70	0	0	320	26	5.5	50	Rails un peu gras pendant toute la durée de l'essai.
Pierrefitte . . .	45	»	2.6	115	18	6.5	40	
Gonesse	44	0	0	115	18	8.5	57	Le train était composé de 14 véhicules dont 12 munis du frein et 2 écuries à roues libres, remorqués par la machine 2842, dont les roues accouplées sont soumises à l'action du frein ainsi que celles du tender
Goussainville . .	45	0	0	125	20	8	58	
Louvres	45	»	1	140	19	8	40	
Luzarches	60	1	Succédant	260	26	8	40	
Orry-la-Ville . .	70	1	à des pentes	280	26	5.5	50	
Chantilly	80	1	de 5 ^{mm} .	450	55	6	45	

TRAIN 118.								
Chantilly	»	»	1	»	»	7.5	59	Rails un peu gras pendant toute la durée de l'essai.
Orry-la-Ville . .	48	»	1	150	18	7	42	
Luzarches	45	»	1	150	17	7.25	40	Le train était composé de 11 véhicules à frein et 1 écurie sans frein; les freins n'ont pas été réglés depuis 2 mois.
Louvres	68	1	»	295	26	7	45	
Goussainville . .	75	0	0	298	26	7.5	47	On a étranglé le passage de la vapeur pour diminuer la pression dans l'éjecteur.
Gonesse	72	0	0	500	25	8	50	
Pierrefitte	75	5 et 2.6	»	580	29	7.5	45	

Essais d'éjecteurs faits au laboratoire.

On a construit, pour cette série d'essais, un appareil spécial d'expérimentation. Il se compose d'un cylindre bien étanche, de 175 litres environ de capacité. Deux robinets à brides, fixés à sa partie supérieure, le font communiquer avec l'éjecteur. Un manomètre à mercure et un vacuomètre Bourdon donnent la dépression de l'air dans le réservoir, et la rentrée d'air s'effectue au moyen d'un robinet spécial.

La vapeur venant par une conduite assez longue, on a noté la pression indiquée par le manomètre placé sur la chambre à vapeur de l'éjecteur.

On a fait ces essais sur plusieurs types différents d'éjecteurs. Ce sont :

1° Un éjecteur double ; éjecteur primitif livré par la Compagnie « Smith vacuum brake » ;

2° Un éjecteur simple à jet de vapeur central et annulaire extérieur ;

3° Un éjecteur simple avec jet de vapeur annulaire et central, et double passage d'air ;

4° Un éjecteur livré brut par la maison Thiébaud, semblable au premier modèle fourni par la Compagnie « Smith vacuum brake » ;

5° Un deuxième éjecteur Thiébaud retouché à l'atelier central, avec la disposition admise d'abord pour fixer les cônes de sortie de l'air. Cet éjecteur a été muni plus tard de jets de vapeur placés dans l'axe de ses tuyères ;

6° Un éjecteur d'étude construit par M. Giffard ;

7° Un éjecteur de machine à jet de vapeur central de 19 millimètres de diamètre intérieur, construit, sur les données fournies par l'étude de l'appareil précédent, par MM. Flaud et Cohendet ;

8° Un éjecteur anglais, système Gresham, simple ;

9° Un éjecteur anglais, système Gresham, double ;

10° Un éjecteur construit par MM. Flaud et Cohendet, avec tuyère unique centrale à vapeur, de 26 millimètres ;

11° Le même éjecteur avec une tuyère de 27 millimètres.

Les cinq premiers de ces appareils ont été essayés, soit tels qu'ils sortaient de l'atelier, soit munis de cornets divergents fixés à leur partie supérieure. Ces cornets ont eu des profils différents : l'un allongé, avec pente de 5 centimètres par mètre sur la verticale ; l'autre évasé, avec pente de 8 centimètres par mètre sur la verticale.

L'éjecteur anglais, indiqué par le n° 3, a été aussi essayé avec un cornet du deuxième type, porté à 765 millimètres de longueur. Comme la chaudière fixe

employée d'abord ne permettait pas d'atteindre une pression suffisante pour bien étudier les appareils, certains de ces éjecteurs ont été essayés, montés sur des chaudières de locomotives timbrées à 8^k,500. Ce sont notamment les éjecteurs marqués sous les n^{os} 7, 8, 9, 10 et 11.

Dans ces essais, on a donc noté le vide produit par chaque éjecteur avec une pression de vapeur donnée, et les résultats ainsi obtenus ont été représentés par des courbes reproduites sur le tableau synoptique annexé (planche IV).

Il est facile de voir, à l'inspection de ce tableau, combien des modifications très-légères soit dans la forme des tuyères, soit dans leur position, soit dans la hauteur des cornets de sortie du mélange d'air et de vapeur, peuvent avoir d'influence sur le rendement de l'appareil. — Mais on peut conclure de ces études, qui nous ont amenés d'ailleurs à décider quel était le meilleur éjecteur pour les besoins de notre service, que le choix d'un appareil approprié à des données pratiques, fixées d'avance, est toujours possible.

Quatrième série d'essais.

Cette quatrième série d'expériences a donné lieu à huit procès-verbaux. Elle a été faite en partie de concert avec M. Vicaire, ingénieur du contrôle de l'État. — Elle avait pour objet de se rendre compte de l'importance que peut avoir la longueur du train sur la propagation du vide dans les sacs compressibles, depuis la tête jusqu'à la queue, et des circonstances qui accompagnent le serrage et le desserrage du frein dans des trains de différentes longueurs.

Voici comment les expériences étaient conduites.

Un vacuomètre était monté sur la machine ; un second vacuomètre, sur le sac du fourgon de tête ; un troisième, sur le sac d'une voiture intermédiaire ; un quatrième, sur celui du fourgon de queue.

Un observateur était chargé de relever les données de chacun de ces appareils, pendant qu'un autre comptait les secondes écoulées depuis l'origine de l'application du frein.

De l'intérieur de la voiture de 1^{re} classe, le frein était déclenché sur la machine au moyen du système d'intercommunication électrique ; à ce moment, l'observateur placé sur la machine, avisé par le sifflet, marquait la pression de la vapeur et notait le maximum de vide obtenu dans le cours de l'expérience ; les autres observateurs, deux à deux, avisés par les sonneries électriques des fourgons, notaient à chaque seconde, jusqu'à la fin de l'arrêt, les dépressions croissantes marquées par le vacuomètre, en même temps que ceux de la voiture de 1^{re} classe faisaient la même opération.

Des courbes, reproduisant la décroissance successive de la pression dans les sacs des voitures du train, furent relevées isolément, puis comparées. — Cent arrêts environ donnèrent lieu à des diagrammes, dont je présente ici quelques spécimens. (Voir les planches annexées V et VI.)

De l'ensemble des observations, il y a lieu de tirer les conclusions générales suivantes :

1° Le temps qui s'écoule entre le moment où le doigt se pose sur le bouton électrique et celui où se déclenche le levier de la valve motrice du frein est inappréciable ; le déclenchement est instantané.

2° Le temps qui s'écoule entre le déclenchement du levier de la valve en tête et le moment où le vide commence à se produire dans le sac du fourgon de queue a varié, avec la longueur du train, entre 2 secondes et 6 secondes. Ce dernier résultat, qui est un maximum, a été obtenu sur un train de 20 voitures avec une seule conduite de 50^m/^m de diamètre intérieur, c'est-à-dire dans des conditions de propagation reconnues mauvaises. — Il est à remarquer que malgré ce retard, le ralentissement du train se fait par suite de l'action du vide sur les premières voitures, dont les freins viennent immédiatement en prise.

3° La rapidité de la propagation du vide dépend du diamètre de la conduite générale, qui doit être portée au moins à 60^m/^m de diamètre intérieur pour donner un écoulement suffisamment rapide à l'air des derniers sacs d'un train de 20 voitures.

4° Cette rapidité varie avec la puissance de l'éjecteur.

5° Il faut avoir soin de prolonger d'autant plus longtemps l'action du jet de vapeur moteur que le train est plus long ; et avec des trains très-longs, il serait bon de ne la supprimer qu'après l'arrêt du train.

6° Les freins à vis ou à main ne doivent pas être employés dans le train concurremment avec le frein à vide. Car, s'ils sont énergiques, ils créent brusquement une résistance, en un point du train, qui contrarie l'effet progressif du frein à vide et peut donner lieu à des réactions assez vives.

7° Enfin, les ressorts de choc et de traction des voitures doivent avoir une flexibilité beaucoup moindre que celle qu'on leur a donnée jusqu'à présent. Cette raideur, que rend du reste nécessaire tout frein continu vraiment efficace, empêche les réactions qui pourraient se produire, si certains freins agissaient avec moins d'énergie que d'autres dans l'étendue du train.

C'est en tenant compte des résultats des expériences dont nous venons de résumer les conclusions les plus importantes, que la Compagnie du chemin de fer du Nord règle actuellement le montage des freins à vide dont l'application est appelée à s'étendre assez rapidement.

ANNEXE N° 4

NOTE

SUR LE CONTROLEUR DE LA MARCHE DES TRAINS

L'appareil exposé sous le nom de « Contrôleur de la marche des trains, système *Brunot* », permet un contrôle *automatique* des mouvements divers exécutés par la machine ou par le train qui le porte. Il inscrit le moment, la durée des arrêts, et, jusqu'à un certain point, les diverses phases des trajets effectués.

Le principe très-simple de l'appareil est que la trépidation du train en marche, jointe à l'oscillation d'un pendule, fait mouvoir un crayon ou style mobile, qui trace un trait sur un cadran en papier ou carton, déroulé par un mouvement d'horlogerie.

L'appareil est contenu dans une boîte peu volumineuse, que l'on peut placer soit sur la machine, soit dans un fourgon. Il est composé d'un mécanisme d'horlogerie, entraînant un cadran circulaire en carton mince, divisé en heures et en fractions d'heure.

En regard de ce cadran se trouve un crayon, qui ne touche pas le carton lorsque la machine portant l'appareil est au repos, et sur la tête duquel vient frapper un pendule-marteau, qui ne s'agite que sous l'influence des oscillations de tout le système.

Lorsque le véhicule portant l'appareil se met en marche, le pendule oscille et pousse le crayon sur lequel il vient frapper avec d'autant plus d'intensité, qu'à chaque oscillation il est renvoyé sur le crayon par un petit ressort antagoniste.

Le pendule et le porte-crayon sont, en outre, soumis à un mouvement transversal très-lent, de telle sorte que, tandis que le carton fait un tour, le crayon se déplace, et cela d'une façon continue, en traçant sur le carton une spirale.

Ce mouvement permet d'employer le même carton pendant 96 heures. Lorsqu'on retire le disque, on y trouve tracée une spirale non continue. Les interruptions correspondent aux arrêts de la machine portant l'appareil, ce qui donne l'historique des alternatives de mouvement et de repos par lesquelles elle a passé.

L'appareil porte, en outre, un cadran extérieur sur lequel on peut lire l'heure, et qui sert à contrôler la bonne marche de l'appareil et à rectifier, s'il y a lieu, les indications données par le disque-carton.

Le contrôleur Brunot est en essai depuis 1872 sur le chemin de fer du Nord, et en usage régulier depuis 1876. — Le service du mouvement en place quelques-uns dans les fourgons de certains trains, dont il désire suivre et contrôler plus spécialement la marche.

ANNEXE N° 5

NOTE

SUR LE TACHYMÈTRE ÉLECTRIQUE

Le tachymètre électrique a pour objet la détermination exacte de la vitesse moyenne d'un train en marche, entre deux points donnés, obtenue automatiquement et directement, c'est-à-dire, sans l'intermédiaire d'aucun mécanisme de transmission mis en mouvement par les organes du train.

L'appareil qui sert à réaliser cette détermination n'enregistre plus le nombre de tours exécutés par une roue ou un essieu en un temps donné ; il enregistre le temps exact mis à franchir la distance, rectiligne ou courbe, parcourue sur la voie par le train ou par la machine qui porte l'appareil.

Le système consiste à placer sur la voie, à chacune des extrémités des parcours sur lesquels on veut connaître la vitesse de marche du train, un contact métallique électriquement isolé, soit entre les rails, soit sur le côté de la voie ; ce contact est mis en communication permanente avec une pile électrique, chaque fois que les mesures de vitesse doivent avoir lieu. La machine porte une brosse en fils de laiton, semblable à celles que MM. Lartigue, Forest et Digney ont adoptées pour leur sifflet électro-automoteur, ou tout autre appareil conducteur remplissant les mêmes fonctions. Quand les machines sont déjà

munies de la brosse pour le sifflet, on peut faire usage de cette même brosse en ayant soin d'armer les contacts servant à mesurer la vitesse, d'un courant de sens contraire à celui qui fait agir les sifflets. La brosse, en frottant le contact fixe, donne passage au courant électrique, qui arrive, par un fil conducteur isolé, jusqu'à l'appareil enregistreur. — C'est le montage qui a été adopté pour la machine 2861.

L'appareil enregistreur est enfermé dans une boîte, soit suspendue sur la machine, soit reposant sur des ressorts à boudin verticaux, destinés à éviter la dureté des chocs qui nuiraient à la bonne marche du système.

Le tachymètre exposé se compose d'un mécanisme d'horlogerie qui entraîne dans son mouvement un cylindre sur lequel sont tracées en creux deux hélices voisines formant, pour ainsi dire, une vis à deux filets; ces deux hélices sont des gorges qui facilitent le percement d'un papier tendu sur le cylindre, et qui doit recevoir les indications de vitesse et de temps. En regard du cylindre se trouve un petit chariot portant deux électro-aimants; le chariot est mû par une vis commandée par le cylindre, et dont le pas est calculé pour que les pointes traçantes dont nous avons parlé, et qui sont actionnées par les électro-aimants, suivent constamment les gorges du cylindre. En effet, chacun de ces deux électro-aimants est en relation avec une armature munie d'une pointe, qui perce le papier déroulé à chaque passage du courant.

Le premier commande l'enregistrement du temps. A cet effet, dans le mécanisme d'horlogerie, la minuterie est disposée de manière à former un circuit et à envoyer, pendant un temps très-court et de minute en minute, un courant dans le premier électro-aimant du chariot : ce courant actionne l'armature et la pointe qui perce le papier du cylindre. On obtient ainsi une hélice formée de points équidistants, indiquant le nombre de minutes écoulées depuis la mise en marche de l'appareil.

Le fil des bobines du second électro-aimant monté sur le chariot, et qui sert à la détermination des espaces parcourus, est en relation, d'un côté avec la brosse par un fil isolé, et de l'autre avec la terre par les pièces métalliques de la machine et par les rails. Il en résulte que chaque fois que la brosse frotte sur un contact fixe, un courant passe dans les bobines du second électro-aimant, attire l'armature et marque sur le cylindre un point en dehors de l'hélice tracée par la première pointe.

On a donc, sur le papier, des points marquant l'arrivée à chacun des contacts fixes placés sur la voie, et, en regard, le temps que l'on aura mis à parcourir la distance qui sépare ces contacts fixes; d'où il est facile de déduire la vitesse moyenne avec laquelle la machine a franchi cette distance.

La description qui précède est celle du tachymètre exposé sur la machine 2861.

On peut modifier l'appareil de la manière suivante : on remplace le cylindre à gorges par un autre à surface unie, et le papier ordinaire par du papier imbibé d'une solution chimique, que l'électricité décompose et colore. On enlève les électro-aimants du chariot, que l'on remplace par des pointes reposant constamment sur le papier. Avec cette disposition, toutes les minutes sont marquées par de petits points, et le passage sur les contacts par de petits traits plus ou moins longs, selon la durée du passage du courant.

Il y aurait quelques modifications à faire à ces appareils dans le cas où l'on voudrait leur faire enregistrer la vitesse d'un train pendant un kilomètre et à tous les instants du parcours de ce kilomètre, ou bien le ralentissement progressif d'un train arrêté par les freins.

Si l'on voulait employer dans ce but l'appareil que nous avons décrit en premier lieu, il suffirait d'accélérer la vitesse de rotation du cylindre, sur lequel on ferait marquer les demi-minutes et même les quarts de minute, et de placer sur la voie des contacts espacés, suivant le cas, de cinq, huit ou dix mètres. On obtiendrait ainsi un graphique très-exact des variations de la vitesse du train sur tout le parcours à étudier.

On comprend très-bien comment le second appareil pourrait donner les mêmes résultats.

Ce tachymètre, imaginé par MM. Delebecque et Banderali, ingénieurs, a été construit par M. Bréguet.

ANNEXE N° 6

NOTE

SUR LE SIFFLET ÉLECTRO-AUTOMOTEUR

Les gares, les croisements, les bifurcations, et en général tous les points dangereux sont protégés par des signaux manœuvrés à distance, qui dans une position signifient *voie libre*, et dans une autre commandent l'arrêt. En France, ces signaux affectent presque uniformément la forme de disques.

Par suite de distraction accidentelle ou momentanée, en cas de brouillard intense, surtout pendant le jour ; en cas de neige tombante, surtout lorsque les flocons frappent le voyant du disque ; en cas de forte pluie avec bourrasque ; en cas d'extinction de la lanterne pendant la nuit, il peut arriver que les mécaniciens n'aperçoivent pas un disque fermé, et négligent, par conséquent, de prendre les précautions que commande l'approche du point dangereux annoncé et couvert par le disque.

Pour remédier à cet inconvénient, on a, à diverses reprises, tenté d'ajouter au signal à vue un signal acoustique avertissant automatiquement le mécanicien de la fermeture du disque. Ainsi, depuis quinze ou vingt ans, on a successivement essayé les cloches mues par pédales ou contre-rails mobiles, les pétards

placés automatiquement, et même des sifflets automoteurs, dont la valve s'ouvrirait par l'effet d'un obstacle rigide présenté par le disque fermé.

Ces différents appareils n'ont pas, en général, résisté aux chocs produits par la rencontre avec des obstacles rigides de pièces de locomotives animées de vitesses, qui, dans les conditions actuelles d'exploitation, atteignent et dépassent même quelquefois cent kilomètres à l'heure.

Cependant l'importance que présentait la solution du problème continuait à être signalée par les ingénieurs, et en 1867, dans son *Étude sur les signaux des chemins de fer*, M. E. Brame s'exprimait ainsi (page 46) :

« Quelle que soit l'attention des mécaniciens, il serait utile de pouvoir, en tout temps, les prévenir quelque cent mètres à l'avance, qu'un signal est fermé. En temps de brouillard, un disque est à peine visible à 100 mètres; 5 à 6 secondes suffisent à un train express pour franchir cette distance.

« On conçoit qu'un mécanicien peut être obligé de regarder dans une autre direction que celle du disque, pendant un espace de temps aussi court; s'il tombe de la neige ou de la grêle, il a la vue troublée. Un agent peut négliger d'allumer la lanterne d'un disque, le vent peut éteindre la lumière de ce disque, que le mécanicien dépassera sans être averti.

« Enfin on peut admettre qu'un mécanicien manque de vigilance pendant quelques instants, quelques minutes, quoiqu'il soit le premier intéressé à éviter tout accident, et qu'il passe à côté d'un disque mis à l'arrêt sans l'apercevoir. Nous le répétons donc, il serait très-utile que le mécanicien fût averti que la voie est fermée devant lui.

« Pour arriver à ce résultat, il faut trouver autre chose que des pétards qui seraient incessamment écrasés. »

A la suite d'accidents dus à l'une des causes signalées plus haut, M. Lartigue, chargé du service électrique au chemin de fer du Nord, et M. Forest, chef des études du matériel des voies à la même Compagnie, en collaboration avec MM. Digney frères, constructeurs à Paris, proposèrent l'appareil qui figure à l'Exposition et qui est aujourd'hui en usage au chemin de fer du Nord. Cet appareil présente cette particularité que l'appareil acoustique est placé sur la machine et qu'il peut fonctionner en avant du disque à une distance quelconque.

Il se compose d'un sifflet en bronze, à cloche et à levier, en communication avec la chaudière, et porté sur une boîte métallique fixée à la machine.

Cette boîte renferme elle-même un second levier parallèle à celui du sifflet auquel il est relié; ce levier est sollicité par un ressort énergique qui tend à l'abaisser, et, par le fait, à livrer passage à la vapeur; mais il porte à l'extré-

mité de sa volée une palette en fer doux en contact avec un électro-aimant du système Hughes, dont l'attraction contre-balance l'action du ressort.

Si l'on fait passer dans les bobines de l'électro-aimant un courant électrique dans un sens déterminé, l'attraction cesse momentanément, le levier tombe, et le sifflet se fait entendre jusqu'à ce que le mécanicien, en appuyant sur une manette, vienne l'arrêter en ramenant le levier dans sa position primitive, c'est-à-dire en contact avec l'électro-aimant.

L'action de l'électricité se produit de la façon suivante :

Le fil de la bobine est relié d'un côté avec le corps de la machine et, par l'intermédiaire des roues et des rails, avec la terre ; l'autre extrémité est prolongée par un fil qui, descendant sous la machine, aboutit à une brosse métallique isolée et fixée dans une position telle, que les brins dépassent de quelques centimètres les parties les plus saillantes de la machine.

Sur la voie et à la distance voulue du disque, se trouve une pièce que l'on a appelée *contact fixe*, et que les agents désignent vulgairement sous le nom de *Crocodile*. Elle est composée d'une traverse en bois, placée longitudinalement entre les rails, portée sur des supports en fer, et à une hauteur telle qu'elle ne puisse être atteinte par les pièces mécaniques les plus basses de la locomotive.

Cette traverse en bois, recouverte d'un enduit isolant, porte à sa partie supérieure une feuille de cuivre qui, par l'intermédiaire d'un fil conducteur d'une longueur quelconque, est mise en communication avec le pôle positif d'une pile. Le pôle négatif est relié à un commutateur qui le met en relation avec la terre, lorsque le disque est tourné à l'arrêt, et l'isole au contraire pendant tout le temps que le disque est effacé.

La plupart des disques du chemin de fer du Nord sont déjà pourvus de ce commutateur qui fait fonctionner actuellement une sonnerie trembleuse ; le fil de cette sonnerie et celui du contact fixe étant d'ailleurs reliés au pôle positif de la même pile, l'introduction de l'appareil n'apporte aucune adjonction ou modification au disque existant quel qu'en soit le système.

Au passage de la machine, la brosse vient frotter le contact fixe : si le disque est à voie libre, il n'y a aucun effet produit ; mais si le disque est tourné à l'arrêt, la plaque de cuivre se trouve en communication avec une source d'électricité et, au passage de la locomotive, le contact de la brosse métallique sur la plaque, complétant le circuit par l'intermédiaire des bobines, du corps de la machine et des rails, fait fonctionner le sifflet installé sur la machine.

Les contacts fixes ou crocodiles sont fixés, au chemin de fer du Nord, sur les

traverses entre les rails, dans l'axe de la voie; les premiers avaient une longueur de contact de 4^m,20, pouvant permettre le passage du courant pendant 1/4 ou 1/5 de seconde environ, dans les plus grandes vitesses. L'expérience a démontré qu'une longueur de 2 mètres était suffisante; c'est celle qui a été adoptée.

Pour protéger l'appareil contre l'action des tendeurs qui traînent parfois sur le sol, on a établi à l'avant un bouclier formé d'une pièce de bois taillée en plan incliné.

Le sifflet électro-automoteur a été mis en expérience sur le Nord au mois de juin 1872. En 1873, 60 machines en ont été pourvues, et 60 contacts fixes ou crocodiles ont été installés. Depuis, l'application du sifflet a été faite à 140 nouvelles machines. Le nombre des contacts fixes, annexés à tous les disques des lignes de Paris à Erquelines, Paris à Calais par Boulogne et Amiens à Calais par Lille, est actuellement de 300.

Une circulaire ministérielle du 12 janvier 1876 a signalé aux Compagnies des chemins de fer le système de MM. Lartigue, Forest et Digney.

Le sifflet des locomotives coûte 145 francs, la brosse 45 francs et le contact fixe 85 francs, droits de brevet non compris. — La dépense moyenne totale d'installation a été à la Compagnie du Nord de 500 francs par machine et de 120 à 140 par contact.

Le sifflet électro-automoteur a été également utilisé comme moyen de communication entre le conducteur du train et le mécanicien.

Il suffit, en effet, de prolonger sous le tender et jusqu'au sifflet, la communication électrique Prud'homme, existant déjà sous les voitures pour permettre aux agents du train d'actionner le sifflet, en manœuvrant un commutateur placé dans leur fourgon.

Enfin, par une disposition spéciale, le mécanisme du sifflet a été approprié au déclenchement automatique des freins continus. — (Voir le Dessin n° 1, et la *Note sur une nouvelle application de l'électricité à la manœuvre des freins continus*, par M. Banderali, ingénieur du service central du matériel. — *Annales de la Société des Ingénieurs civils*. — 18 mai 1877.)

ANNEXE N° 7

NOTE

SUR L'ÉTABLISSEMENT ET LE MONTAGE DES VOITURES A VOYAGEURS DU CHEMIN DE FER DU NORD



SPÉCIMEN : VOITURE DE 1^{re} CLASSE A COUPÉ-TOILETTE

Pour assurer à grande vitesse la sécurité et le bien-être des voyageurs, le matériel roulant doit répondre à diverses conditions, dont les unes sont de l'ordre mécanique, et les autres n'ont trait qu'aux aménagements intérieurs de la caisse.

On s'occupera d'abord des conditions du premier genre.

Au point de vue de la sécurité, la question des freins est certainement la principale ; elle est traitée spécialement dans l'annexe n° 5 et dans les notes précédentes.

Mais il faut aussi que la voiture soit bonne au point de vue mécanique. La douceur du roulement est très-importante, non-seulement pour le confort du public, mais aussi pour parer aux accidents de tout genre, tels que : chauff-

fage de boîtes, usure et rupture de pièces, et même déraillement dans le cas d'un très-fort mouvement de lacet.

Pour arriver à établir une voiture vraiment douce, il faut :

1° Que les roues soient bien construites et bien montées ;

2° Que la suspension soit bien étudiée en raison de l'état de la voie que l'on a à parcourir, et en tenant compte du poids de la voiture.

I. — Construction et montage des roues.

Tour à coussinets pour vérification du montage et des dimensions des essieux montés.

Les roues, sortant des ateliers des tours, sont montées, par les soins du service du matériel roulant, sur un tour à coussinets. On y vérifie, à l'aide d'un gabarit muni de verniers, le profil des bandages, leur écartement intérieur, la constance du diamètre d'un même bandage, l'égalité des diamètres des deux bandages montés sur le même essieu, et la rectitude des fusées.

Tour à pointes pour vérifier le balourd.

On vérifie ensuite la répartition des poids de toute la matière constituant l'essieu monté, autour de l'axe de l'essieu, c'est-à-dire suivant les diamètres différents de l'essieu monté. — Pour cela, on le place sur un tour à pointes, et si l'essieu ne se tient pas en équilibre dans toutes les positions successives qu'il occupe dans son mouvement rotatif, on mesure au moyen d'un curseur l'importance du balourd, et, par conséquent, le poids de matière qu'il convient d'enlever suivant l'un des rayons, ou d'ajouter suivant l'autre, pour rétablir l'équilibre sur le diamètre qui présente le défaut constaté.

Dans les roues à disque en fer laminé de la Compagnie du Nord, on peut généralement rétablir l'équilibre en enlevant de la matière sur le tour. Si ce n'est pas possible, on n'hésite pas à river sur la toile un contre-poids calculé suivant le balourd qu'il s'agit de faire disparaître et la position qu'il convient de donner à ce contre-poids.

La nécessité de cette opération se comprend très-bien. Supposons, en effet, pour un essieu, un balourd de 5 kilogrammes ramené à la circonférence des roues. On verra facilement que, à la vitesse de 90 kilomètres à l'heure ou de 25 mètres par seconde, la charge de l'essieu augmentera ou diminuera suivant la verticale dans de telles proportions, que le centre de gravité du système porté sur les fusées pourra se déplacer, sur cette verticale, de 2 millimètres à chaque tour de roue; cette variation de charge et cette oscillation se reproduiront environ huit fois par seconde.

C'est là l'origine des mouvements de très-courte amplitude, ou trépidations,

qui se font sentir, à travers le jeu des ressorts, jusque dans les caisses des voitures.

Par une troisième vérification, on cherche s'il y a égalité de poids sur les deux roues d'un même essieu. Pour cela, on place l'essieu sur deux bascules jumelles indépendantes. On corrige les différences de poids reconnues, en enlevant ou en ajoutant de la matière à l'un des corps de roue.

Bascules jumelles pour le pesage simultané des deux roues d'un même essieu.

Une quatrième opération complète la précédente, en permettant de s'assurer que les additions de poids n'ont point modifié les conditions générales de l'équilibre de l'essieu monté. Elle consiste à suspendre l'essieu par son centre de figure à un fléau, et a pour but de faire reconnaître si le centre de gravité se trouve rigoureusement dans le plan vertical perpendiculaire à l'axe de l'essieu et passant par son centre de figure.

Fléau pour vérifier si les deux roues d'un même essieu sont en équilibre par rapport au centre de figure de l'essieu.

La nécessité de ces deux dernières opérations se comprend très-bien. En effet, l'effort de traction qui entraîne l'essieu et qui se compose de deux forces égales sur les deux fusées, peut être assimilé à une seule force appliquée au centre de figure de l'essieu. Si le centre de gravité ne se trouve pas en ce même point, il se produit un couple qui tend à faire obliquer l'essieu et à appliquer les boudins contre les rails.

En résumé, il est de toute nécessité que le centre de gravité de tout le système de l'essieu monté se confonde exactement avec son centre de figure.

L'importance de cette condition a été démontrée pratiquement avec la plus grande évidence. On a choisi des voitures qui donnaient lieu à un mouvement de lacet et à des secousses de toute nature, fort désagréables, dont les plafonds étaient sonores, dont les châssis à glace vibraient et claquaient fortement; on a équilibré leurs roues, et on a remis en service ces voitures sans faire aucune autre réparation : elles sont devenues immédiatement douces et sourdes.

La construction des roues ayant été reconnue irréprochable par les moyens indiqués plus haut, il faut que leur montage sous la voiture ne laisse rien à désirer, c'est-à-dire que les deux essieux soient bien parallèles, leur axe étant perpendiculaire à celui de la voiture. — Il faut aussi que les axes de figure des deux plaques de garde d'un même essieu soient dans un plan vertical, perpendiculaire à l'axe longitudinal de la voiture.

Fosse destinée à vérifier le parallélisme des essieux, et le montage des plaques de garde.

On arrive à vérifier ce montage, à l'aide d'une fosse munie de quatre plaques quadrillées sur lesquelles on reporte, au moyen de fils à plomb, la projection des axes des essieux et des plaques de garde. Les plaques de garde étant fixées au moyen de boulons, et les ressorts de suspension au moyen de

maines avec écrous de rappel, on peut facilement corriger toutes les défauts du montage.

C'est par ces divers moyens, d'accord d'ailleurs avec la logique, et justifiés par le plus simple bon sens, que l'on arrive à avoir un roulement qui ne laisse rien à désirer; et, lorsqu'il n'est survenu aucun accident de service, on trouve la même douceur dans les plus anciennes voitures à essieux écartés de 3^m,25, que dans les voitures récentes à essieux écartés de 4^m,100.

Des expériences directes ont fait voir la perfection du roulement dans une voiture montée avec toutes les précautions que nous venons d'indiquer. — On a mis à la queue de trains express, des voitures ainsi établies, en ayant soin de peindre en blanc la surface des bandages. Ces voitures ont pu aller de Paris à Creil, c'est-à-dire parcourir cinquante kilomètres sans que les boudins aient touché aux rails; la surface de roulement apparente sur les bandages n'avait pas plus de deux à trois centimètres de largeur, ce qui démontrait qu'il n'y avait aucun mouvement de lacet en ligne droite, et que la conicité du profil des bandages suffisait en général dans les courbes pour déplacer l'axe de la voiture.

En pratique, les visiteurs peuvent même se servir de cette indication : ils sont assurés que le montage d'une voiture a besoin d'être rectifié, quand ils voient le boudin *travailler*, c'est-à-dire frotter contre le rail, ou même la surface du roulement s'agrandir de manière à occuper la presque totalité du plat du bandage.

II. — Étude de la suspension.

L'étude de la suspension est très-délicate, parce que l'élasticité à donner aux ressorts est déjà une question d'appréciation.

Si l'on pouvait avoir une voie parfaite et sans aucune dénivellation, la voiture roulerait sans secousse, comme une bille sur une table de marbre, et les ressorts seraient d'une utilité médiocre.

Si, au contraire, la voie est très-cahotante, il convient de donner aux ressorts une plus grande flexibilité, afin que les chocs brusques se transforment en oscillations longues et douces. — Il ne faut pourtant pas exagérer cette flexibilité, sous peine d'avoir une voiture instable et dont le balancement pourrait incommoder les voyageurs. C'est surtout une affaire de tact et d'expérience.

La voiture à coupé-lit, dont on présente un spécimen, pèse 8245 kilogr. ;

le poids suspendu est de 6164 kilogr. se partageant en 3440 kilogr. sur les deux ressorts d'avant ou de coupé, et de 2724 kilogr. sur ceux d'arrière.

Dans ces conditions, la flexibilité des ressorts par 1000 kilogr. a été fixée à 0^m,148 pour l'avant, et à 0^m,152 pour l'arrière, en tenant compte, bien entendu, de l'inégalité de répartition du poids des voyageurs portés dans la voiture.

L'angle des mains de suspension avec l'horizontale est, à l'avant, de 56 degrés; à l'arrière, de 54 degrés. — La tension initiale des ressorts correspondant à ces angles est de 180 et de 160 kilogrammes.

La tension initiale des ressorts de caisse est de 25 kilogr. pour les ressorts d'avant, de 50 à 60 pour les ressorts du milieu, et de 100 kilogr. pour les ressorts d'arrière; elle varie en raison de la répartition de la charge utile. — Leur flexibilité par 1000 kilogr. est la même que celle des ressorts de châssis correspondants.

Ces chiffres sont calculés pour chaque type de voiture; car c'est à la suite de nombreux relevés et d'essais directs, que M. Bricogne, ingénieur du matériel roulant, est arrivé à établir sur des données expérimentales, des barèmes précis qui servent à régler la flèche en place des ressorts, en fonction de leur flexibilité, du poids mort et de la charge utile qu'ils supportent.

L'exemple de la voiture à coupé-lit est compliqué, parce que cette voiture n'est symétrique, ni sous le rapport de la répartition de poids, ni sous celui de la disposition et de la forme. Mais, avec les précautions indiquées plus haut, les oscillations sont évitées, le roulement est assez doux pour qu'on puisse employer des châssis à glace en acajou, maintenus simplement par des baguettes de pression, sans interposition de velours, drap ou caoutchouc.

La voiture à coupé-lit, par suite de dissymétrie dans la construction, présente deux bouts de poids inégaux, ce qui entraîne l'étude de ressorts différents pour chaque essieu. Dans certains cas, il peut y avoir des différences très-sensibles de poids sur les deux fusées d'un même essieu, dans les fourgons à frein et à guérite, par exemple, dans les salons à distribution dissymétrique, etc. — C'est pour arriver à régler rigoureusement les ressorts suivant la charge qu'ils ont à supporter, que l'on a établi l'appareil à peser les quatre angles d'une voiture.

Cet appareil se compose essentiellement de trois couteaux de balance situés dans un même plan, et dont l'un, se trouvant dans l'axe longitudinal du véhicule, permet la libre oscillation de la caisse suivant cet axe.

Appareil à peser les quatre angles d'une voiture.

Le pesage se fait en deux fois : à chaque opération, la voiture, dégarnie de ses roues, boîtes et ressorts, repose sur les trois couteaux, de telle façon que

l'un d'eux supporte le poids total qu'auraient à porter les deux ressorts de l'essieu A, et que les deux autres donnent la mesure du poids reposant sur chacun des ressorts de l'essieu B.

Dans la seconde opération, toute semblable, mais faite en sens inverse, les appareils sont passés d'un bout à l'autre, et l'on mesure alors le poids qu'aura à supporter chacun des ressorts de l'essieu A.

L'on a donc ainsi le poids de chacun des angles de la voiture, soit le poids supporté par chaque ressort.

Les pesées ainsi faites sont d'une exactitude absolue ; il suffit, pour s'en assurer, d'ajouter aux poids relevés sur les bascules le poids connu des roues, boîtes, ressorts, etc. ; on retrouve ainsi exactement le poids total obtenu par une pesée directe sur le pont à bascule.

Cet appareil sert à répartir le lest des fourgons à frein, de manière à avoir, autant que possible, le même poids sur les deux fusées d'un même essieu.

Compas destiné
à mesurer l'usu-
re des coussinets
sans lever la voi-
ture.

Le bon roulement des voitures a entraîné une conséquence fort heureuse, c'est la rareté très-grande du chauffage des boîtes. Les essieux bien tournés, bien montés, ne recevant presque pas de chocs, peuvent marcher très-long-temps sans qu'il soit nécessaire de lever la voiture. Il était donc intéressant de voir construire un instrument permettant de vérifier le degré d'usure du coussinet, sans autre démontage que celui du dessous de boîte.

L'opération se fait en deux fois. On mesure d'abord l'usure totale du coussinet et de la fusée, en appuyant l'appareil sous le corps de boîte, et en se servant d'une vis à vernier.

La seconde opération consiste à prendre, au moyen d'un compas, le diamètre de la fusée ; l'usure de la fusée s'en déduit immédiatement : alors, en faisant la différence entre la lecture de la première opération et celle de la seconde, on obtient l'usure du coussinet.

On remarquera qu'il faut, pour cette opération, que les corps de boîte soient rigoureusement calibrés.

Au chemin de fer du Nord, sur 55 080 véhicules, on a trouvé 125 988 boîtes absolument identiques, et sur lesquelles le compas peut s'appliquer avec exactitude et donner des indications rigoureuses. Aussi cet appareil rend-il de grands services ; et les vérifications pour lesquelles on l'a employé en 1877, ont amené cette constatation, qu'il a permis de maintenir en service 40 000 coussinets, sans levage.

Le prix des appareils, établis pour ces vérifications minutieuses du matériel roulant n'est pas exagéré. On le trouve au tableau suivant :

Fosse à vérifier le parallélisme des essieux et des plaques de garde.....	1500 fr. »
Calibres et accessoires.....	120 — »
Tour à coussinets pour vérifier le montage et les dimensions des bandages des roues montées.....	450 — »
Calibres et accessoires.....	20 — »
Tour à pointes pour vérifier le balourd des roues montées.....	300 — »
Bascules jumelles pour vérifier l'égalité du poids des roues d'un même essieu.....	250 — »
Fléau destiné à vérifier si le centre de gravité de l'essieu monté passe par le centre de figure.....	150 — »
Appareils servant à peser les 4 angles d'une voiture, le lorry, les deux romaines, et leurs accessoires.....	800 — »
Compas destiné à mesurer l'usure des coussinets sans lever la voiture, les deux pièces : le curseur et le compas d'épaisseur.....	35 — »

Une dernière précaution, dont le but est de faire disparaître les chances de chauffage des fusées, avant leur mise en service, consiste à munir les essieux parfaitement vérifiés, de leurs coussinets ajustés, et de les faire tourner rapidement dans ces coussinets au moyen d'une courroie actionnée par une transmission de mouvement. Ils reposent sur des tréteaux, placés au niveau du sol, et sont, du reste, chargés convenablement de manière à produire, pendant une heure, un rodage mécanique, qui met les deux surfaces en accord parfait l'une avec l'autre. (Voir dessin n° 12.)

C'est un artifice d'atelier qui permet, pour ainsi dire, de faire faire aux roues un voyage d'essai, avant leur montage sous les voitures.

Nous n'entrerons pas dans le détail des aménagements intérieurs de la voiture exposée ; ce sont là des affaires de goût, et chacun les juge à son point de vue. On a cru devoir faire une voiture de hauteur moyenne, qui fût légère et ne donnât pas lieu à de trop fortes oscillations. Les fenêtres sont assez petites pour éviter le froid en hiver et le soleil en été. En un mot, on a recherché, autant qu'on l'a pu, le confortable du voyageur, mais sans avoir la prétention de satisfaire tout le monde.

Cette voiture pèse 8245 kilogrammes, ce qui fait ressortir le poids de la place du coupé à 1148 kilogrammes, et celle des compartiments ordinaires à 500 kilogrammes.

La Compagnie du Nord, a attaché une grande importance à ne pas exagérer le poids de ses voitures.

Dans les dernières voitures de 1^{re} classe, le poids mort par place est de 508,70 ;

pans celles de 2^e classe, il est de 171 kilogrammes ; dans celles de 3^e classe, il est de 127 kilogrammes.

Cette économie du poids mort est le seul moyen d'arriver à remorquer à grande vitesse, et sans perte de temps, des trains qui sont quelquefois composés de 24 voitures.

ANNEXE N° 8

NOTE

SUR LE RÉCHAUFFAGE DES CHAUFFERETTES

En décidant l'application du chauffage aux voitures de toutes classes, la Compagnie du Nord a admis, en principe, qu'on essayerait pour les voitures de 3^e classe un chauffage par appareils isolés, à demeure sur le plancher des compartiments, et que les voitures de 1^{re} et de 2^e classe seraient chauffées à l'aide des chaufferettes mobiles ordinaires à eau chaude.

En présence de l'importance prise par ce service et des dépenses qu'il occasionnerait, les services de l'exploitation et du matériel se préoccupèrent, dès le mois de novembre 1875, d'appliquer le principe du réchauffage à la vapeur, déjà tenté sous diverses formes.

On adopta une disposition analogue à celle de M. Forquenot, ingénieur en chef du chemin de fer d'Orléans, qui permet le réchauffage à l'aide d'un jeu de tuyaux injecteurs de vapeur, pouvant plonger simultanément dans les orifices des chaufferettes remplies d'eau et rangées dans les tricycles, mais qui présente en outre quelques dispositions spéciales nouvelles.

Le programme adopté fut le suivant :

1° Ne point modifier le type des chaufferettes en service, conserver leur

ouverture, sur la face supérieure, et munir cet orifice d'une fermeture simple, non fragile, et à manœuvre rapide ;

2° Disposer les chaufferettes horizontalement sur un tricycle, de manière à les présenter, autant que possible, à hauteur du plancher des voitures ;

5° Faire un appareil injecteur solide, un peu rustique, pouvant, à volonté, soit remplir d'eau les chaufferettes, soit les vider en partie, soit les réchauffer, isolément ou simultanément, à l'aide de la vapeur.

Les appareils construits d'après ce programme sont semblables à ceux qui figurent à l'Exposition.

L'appareil injecteur porte les tuyaux conducteurs pouvant amener l'eau ou la vapeur, et une pompe destinée à vider partiellement les chaufferettes ; il est formé de 21 tuyaux de vapeur que des robinets permettent de condamner en totalité ou en partie. Les pièces mobiles de l'appareil sont équilibrées par un contre-poids.

Les chaufferettes en cuivre, encaissées dans une enveloppe en bois, qui laisse à nu la face supérieure de l'appareil, portent à l'intérieur, sur la moitié de la longueur, un tube recourbé, dans lequel s'adapte l'ajutage de l'appareil à vapeur ; ce tube lance la vapeur au milieu de la masse liquide par son extrémité et par une fente longitudinale.

Les chaufferettes pèsent, vides, 15 kilogrammes, et pleines, 21 kilogrammes. Elles contiennent 8 litres d'eau. Théoriquement pour les porter de 15 à 90°, il faut dépenser 994 grammes de vapeur d'eau à la pression de 1 kilogramme par centimètre carré ; en pratique, la dépense de vapeur dépasse un peu 1 kilogramme.

Le prix de revient du chauffage est, à la gare de Paris, de 0 fr. 055 par chaufferette, non compris l'intérêt et l'amortissement du capital nécessaire à l'établissement de tout l'appareil ; par l'ancien système d'emplissage à l'eau bouillante, le prix de revient était de 0 fr. 052, dans les mêmes conditions. Les tricycles sont à trois étages et renferment 21 chaufferettes, soit sept par étage ; on a préféré répartir les appareils sur une largeur plus grande et une hauteur moindre, afin de placer les trois étages de chaufferettes à peu près à la hauteur du plancher des voitures, et de faciliter la manutention.

La durée de l'opération consistant à déboucher les 21 chaufferettes, à les injecter et à les reboucher est de 4 minutes environ.

Le prix d'acquisition d'une chaufferette est de 55 fr. 20, et celui d'un tricycle est de 476 francs. Les appareils rechauffeurs coûtent 2000 fr. environ, les chaudières, 6000 fr. : les dépenses d'installation, peu importantes, varient avec les dispositions des lieux.

ANNEXE N° 9

NOTE

SUR QUELQUES NOUVEAUX APPAREILS DESTINÉS A L'ARMEMENT DES WAGONS DE SECOURS

Les appareils dont il va être question ont été construits dans les ateliers de la Compagnie du chemin de fer du Nord, par M. Ferdinand Mathias, ingénieur de la Traction. Ils simplifient et abrègent le travail du relevage des machines déraillées, suppriment tout danger pour les hommes et constituent un véritable progrès dans une partie essentielle de l'exploitation des chemins de fer.

Avant d'en donner la description, et pour bien faire comprendre les avantages de ces appareils, il est nécessaire de rappeler les engins et les procédés employés partout aujourd'hui pour relever, pour ramener au-dessus des rails et pour y replacer une machine qu'un accident a jetée hors de la voie.

L'outil principal consacré à ces longues et difficiles opérations est le vérin à chariot transversal ; son application est souvent précédée de celle du vérin simple, dit « tête de mort » dans quelques ateliers.

Tous deux sont représentés planche I (fig. 1 et 2).

Le vérin à chariot se compose d'un bâti vertical portant en haut un écrou dans lequel une vis, de 0^m,08 à 0^m,10 de diamètre et de 0^m,02 de pas, peut monter et descendre au moyen d'un encliquetage trop connu pour être décrit. Le bout de la fourche des rochets reçoit une rallonge à douille sur laquelle

deux ou trois hommes agissent directement, aidés au besoin par d'autres ouvriers tirant sur une corde attachée à l'œil ménagé au bout.

Tout ce système repose sur un chariot horizontal et est terminé en bas par un écrou double, marchant sur une vis de 0^m,040 de diamètre portée par le bâti et actionnée par un cliquet à long manche qu'on engage sur l'un des carrés extérieurs. La vis verticale sert à lever ou à descendre la machine, la vis horizontale la déplace et la ramène au-dessus des rails.

Le vérin tête de mort se compose simplement d'une vis verticale tournant dans un écrou porté sur un bâti à base circulaire. Souvent l'encliquetage est supprimé et remplacé, pour réduire la hauteur de l'appareil, par quatre ou cinq branches horizontales sur lesquelles se place successivement le levier à douille servant à la manœuvre (pl. I, fig. 2).

Le vérin à chariot a une hauteur variant de 0^m,650 à 0^m,750, et celle du vérin simple est au moins de 0^m,450. Les courses de la vis, rendue à fleur de la base de l'écrou, sont généralement de 0^m,25 à 0^m,25 pour le premier et de 0^m,20 pour le second.

On voit que la tête de mort, à cause de sa moindre hauteur, doit être employée avant le vérin à chariot, lorsque celui-ci ne peut pas être placé sous la traverse, ce qui arrive très-fréquemment.

Pour décrire la marche d'un relevage opéré à l'aide de ces engins connus, nous nous placerons dans les conditions d'un déraillement de gravité moyenne : la machine est restée debout, les roues d'avant à un mètre, celles d'arrière à 0^m,50 de la voie. La traverse d'avant est de 0^m,40 à 0^m,45 au-dessus du ballast ou du sol naturel, celle d'arrière plus haut. Il n'y a pas d'avarie grave.

Lorsque le wagon de secours arrive avec les agents supérieurs et les ouvriers de la Traction, le personnel de la machine a fait son devoir : le tender est découplé, les boîtes à graisse calées, les pièces les plus gênantes, telles que rotules, marchepieds, chasse-pierres, sont démontées. Les cantonniers sont rassemblés, ils rétablissent la voie, aident au déchargement des engins et des nombreux morceaux de bois dits « ablots », préparent l'installation des vérins et prêtent un concours utile et souvent indispensable aux opérations diverses du relevage.

Le premier travail consiste à soulever successivement l'avant et l'arrière de la machine, de manière à amener les boudins des roues au-dessus du niveau des rails. On commence par caler les roues d'arrière, afin d'empêcher le recul, et, suivant le poids de la machine, on installe une ou deux têtes de mort sous le milieu de la traverse d'avant.

Après avoir ôté assez de ballast ou de terre pour que les têtes de mort puis-

sent être placées sur une bonne base de bois, on est en mesure de lever. Lorsque la vis a accompli sa course de 0^m,20, les roues n'ont pas monté de la même quantité, à cause de la compression du sol, du jeu des cales de boîtes à graisse, etc., et l'on n'utilise souvent que la moitié de la course.

Admettons que cette première manœuvre ait amené la traverse à 0^m,580 au-dessus du sol; cette hauteur est encore insuffisante pour l'application immédiate des vérins. Le louchet ou la pelle reviennent alors et creusent sous chaque extrémité de la traverse une petite plate-forme assez profonde pour recevoir, sur une solide base d'ablots, les vérins à chariot.

Lorsque leurs vis sont en prise, on lève avec six à huit hommes à chaque appareil. Les roues sont toujours maintenues en contact avec leurs cales et, quand la vis a accompli sa montée, la machine s'est élevée de 0^m,200 à 0^m,250. Les boudins des roues d'avant et milieu ne sont pas encore au-dessus des rails, et il faut recommencer l'opération au moins une fois. Il arrive fréquemment que trois et quatre courses de vérin sont nécessaires pour atteindre une hauteur qui permette le ripage.

Pour chaque opération il faut d'abord soutenir la machine au milieu de la traverse au moyen d'un vérin, puis dégager les vérins des extrémités, en descendre les vis et les replacer sur des supports d'ablots plus hauts et, par conséquent, à plus large base.

Ces installations deviennent de plus en plus difficiles à mesure que la hauteur augmente; les bois se font rares, et l'on n'en trouve pas toujours d'épaisseur convenable; on a de la peine à élargir la base et à établir le vérin dans une position tout à fait verticale, condition essentielle pour la sécurité du travail et la conservation de l'engin, qui se fausse facilement sous une pression oblique.

Tous ceux qui ont assisté à des relevages de machines savent combien ces installations donnent d'embarras et font perdre de temps.

Enfin la traverse d'avant est à hauteur, et l'on peut passer au ripage. Jusque dans ces derniers temps on n'employait qu'un vérin ordinaire au milieu de la traverse ou deux vérins aux extrémités, si la machine est trop lourde. Ces vérins, destinés à marcher dans le sens transversal au moyen du chariot, doivent travailler avec la vis verticale abaissée, afin d'éviter tout danger de renversement. Il faut donc que leur base soit plus élevée encore que celle des vérins qui viennent d'amener la traverse à hauteur. Cette base établie, non sans peine, avec une légère inclinaison vers la voie, et les têtes mises en prise, on dégage les vérins de support; deux hommes, à chaque cliquet de vis, suffisent pour imprimer à l'avant de la machine un mouvement de translation, et l'on arrive en quelques minutes à la rapprocher de 0^m,270, longueur utile de la vis horizontale.

Cette course ne suffit pas ; il faut soulever de nouveau la machine sur d'autres vérins et retourner les premiers bout pour bout, de façon à pouvoir leur faire faire une nouvelle course horizontale.

Enfin, après avoir calé les roues d'avant, on passe à l'arrière avec les vérins, et l'on recommence la série des installations dont nous avons donné la description.

La machine ainsi levée et rendue parallèle à la voie, on peut reprendre l'opération du ripage.

Souvent on continue à se servir du chariot horizontal. D'autres fois, on glisse sous chaque paire de roues extrêmes un rail à double champignon, en le faisant reposer sur les rails de la voie ou sur des supports quelconques. On descend la machine, et on la fait avancer en la poussant avec des pinces dont le bout s'engage sous le bandage. Ce procédé, qui ne s'applique qu'à des machines légères, exige beaucoup de prudence, car il serait assez facile de faire tomber les roues hors des rails, malgré le calage qu'on ne cesse de maintenir sous les roues intermédiaires, et la chute de la machine entraînerait un long et pénible retard.

Le poulain, récemment introduit par M. Forquenot, ingénieur en chef du Matériel de la Compagnie d'Orléans, remédie en partie aux inconvénients du ripage par vérins. Il se compose de deux rails maintenus à un écartement de 0,24 par des entretoises et munis à une extrémité d'une espèce de buttoir. On lève la machine assez haut pour placer un de ces engins sous les roues d'avant et un autre sous celles d'arrière, et l'on fait poser les boudins sur les deux rails assemblés qui assurent une stabilité beaucoup plus grande que le rail unique. On appuie ensuite la base d'un cric ou d'une tête de mort contre le buttoir et la tête de la crémaillère ou de la vis contre la jante de la roue. En actionnant la manivelle ou la vis, on fait avancer la machine vers la voie.

Après un parcours variant de 0^m,25 à 0^m,50, suivant l'outil employé, on arrête, on remet les engins au départ, on interpose des morceaux de bois entre la tête et le bandage, et l'on recommence.

Il faut remarquer seulement que, pour l'application des poulains, la machine doit être levée de 0,12 à 0,15 plus haut que pour celle du vérin à chariot horizontal.

Cette description sommaire d'un relevage ordinaire, dont les détails peuvent varier beaucoup, était nécessaire pour faire ressortir les inconvénients des procédés actuels, inconvénients dont les causes sont maintenant faciles à reconnaître.

Le vérin à chariot horizontal présente, en effet, les défauts suivants :

1° Il est trop haut, c'est-à-dire qu'il faut, pour le mettre en prise, une distance de 0^m,800 au moins entre le bas de la traverse et le sol ; cette hauteur se réduit à 0^m,600 pour la tête de mort, mais est encore beaucoup trop considérable.

De là une perte de temps et des difficultés d'installation très-fâcheuses.

2° La course de la vis est trop faible ; on n'arrive qu'à un soulèvement utile de 0^m,150 à 0^m,200 et le nombre des reprises est trop grand ; on a vu ce qu'il faut de temps, de bois et de soins pour une levée.

3° La vis est mobile. Plus elle monte, et plus tout le système menace de devenir instable ; il arrive assez souvent, surtout avec des « embloquages » élevés et du jeu dans l'écrou, que le vérin s'incline ; la vis ou le bâti se ploie, et l'engin est hors de service.

4° Le point d'application est invariable ; le vérin ne peut être placé qu'en dessous des traverses ; c'est une gêne qui fait souvent perdre beaucoup de temps.

5° La course de la vis horizontale est trop courte et nécessite des reprises répétées. La machine, en se déplaçant, oblige les vérins de reprise et de ripage à se déplacer avec elle, et souvent il est très-difficile de leur préparer de bons supports d'ablots pour chaque nouvelle position.

6° Pour le ripage sur poulains, le eric a trop de longueur et fait perdre de la place ; sa course n'est d'ailleurs que de 0^m,50. Le vérin simple est plus court, mais la vis se meut lentement et ne fait avancer la machine que de 0^m,250 à la fois.

7° Les deux bouts de la machine doivent être levés l'un après l'autre, l'instabilité des échafaudages et des vérins ne permettant pas de songer à un travail simultané. D'ailleurs le nombre d'hommes et d'ablots nécessaires deviendrait trop considérable ; les chefs n'arriveraient que très-difficilement à obtenir quatre installations solides et une marche uniforme des vérins.

Tous ces inconvénients ont pour résultat une grande dépense de temps. Un déraillement produit aujourd'hui, pendant six à huit heures, et plus longtemps quelquefois, un trouble profond dans la marche des trains ; sur les chemins à voie unique, dont le nombre augmente tous les jours, les transbordements répétés constituent une gêne excessive pour le public et pour les administrations de chemins de fer.

Avec les appareils nouveaux, la perte de temps est réduite à un minimum. Ainsi, dans une expérience faite à Fives, en présence de fonctionnaires supérieurs de la Compagnie, il a suffi d'une heure, à partir de l'ouverture

des portes du wagon de secours, pour mettre sur la voie une machine à 4 essieux couplés pesant 45 tonnes, dont les roues d'avant et d'arrière étaient écartées de 2^m,600 et de 2 mètres de leurs rails et enfoncées dans le sol de 0^m,400 et 0^m,500.

Voici maintenant la description de ces appareils, dont l'ensemble se compose, par wagon de secours, de quatre vérins à manivelle avec des supports de formes diverses pour les mettre en prise, de deux poutres pour lever et ripper, de deux crics de ripage et de deux poulains modifiés.

Vérin à manivelle.

Une forte colonne en tôle de forme conique (pl. I, fig. 5 à 9) est boulonnée sur un large pied en fonte malléable, portant une crapaudine et rivé lui-même sur une plaque en tôle. En haut, la colonne reçoit une tête formant boîte à engrenages avec couvercle (pl. I, fig. 10 et 11) et munie d'un guide dont l'axe correspond à celui de la crapaudine du pied.

Une vis de 0^m,080 de diamètre et de 0^m,020 de pas est ainsi maintenue solidement dans la crapaudine et le guide. Ce dernier est alésé au diamètre extérieur de la vis, de façon que celle-ci puisse être mise en place sans démontage de la tête; une bague en bronze, goupillée au guide, vient racheter le jeu laissé dans ce dernier. Au-dessus du guide est calée sur la vis une roue de 22 dents, engrenant avec un pignon de 6 dents, porté par un arbre vertical muni en dessous d'une roue conique de 16 dents. Celle-ci est actionnée par un pignon conique de 7 dents, venu de fonte ou forgé avec l'arbre de la manivelle. Cet arbre reçoit une roue droite de 18 dents, attaquée par un pignon de 6 dents fondu ou forgé avec le second arbre à manivelle.

On voit que la vis reste fixe et n'accomplit plus qu'un mouvement de rotation, mouvement relativement rapide ou lent suivant que la manivelle est placée sur l'arbre supérieur ou inférieur. Dans la première position, utile pour les poids légers et pour la descente, la vis fait trois fois plus de tours dans le même temps que dans la deuxième position, où la force est transmise par trois couples d'engrenages au lieu de deux. Enfin le carré ménagé en haut de la vis permet l'application d'une petite manivelle qui peut imprimer un mouvement très-rapide à la vis.

Un écrou en bronze (pl. I, fig. 5, 4, 8 et 9) peut se mouvoir le long de la vis, et les deux pattes latérales dont il est muni sont destinées à supporter la charge. Pour empêcher cet écrou de tourner, on le réunit par un goujon à

clavette (pl. I, fig. 8 et 9) à une pièce plate en fer dont les extrémités sont guidées par les côtés intérieurs du bâti.

A cet effet, il porte une nervure percée de cinq trous, et l'on peut faire varier sa position autour de la vis dans une limite de 45 degrés, en assemblant le guide par son goujon unique avec l'un quelconque des trous. Si donc on maintient toujours l'écrou dans la même position par rapport à la traverse de la machine, le bâti a tourné autour de la vis (pl. I, fig. 9). On verra plus loin l'utilité de cette disposition.

Le vérin a 1^m,15 de hauteur totale ; l'écrou a une course utile de 0^m,74, et lorsqu'il est en bas, la face supérieure des pattes est élevée de 0,21 au-dessus du plan inférieur de la base. Enfin le poids total est de 150 kil., poids supérieur à celui d'un vérin ordinaire, mais que l'emploi de l'acier permettra de réduire. D'ailleurs le maniement en est facile.

En effet, un petit palan suspendu au-dessus de la porte du wagon de secours sert à descendre l'appareil, et deux hommes suffisent pour le porter, jusqu'à la machine déraillée, à l'aide d'un tinet dont les chaînes s'accrochent dans les ouvertures ménagées dans la colonne.

Pour le porter à bras, les ouvriers placent une main dans l'un des trous pratiqués de chaque côté du pied et saisissent de l'autre le support des arbres de manivelle.

Les poignées indiquées sur le dessin ont été supprimées.

On a remarqué déjà quelques différences caractéristiques entre ce vérin à manivelle et le vérin ordinaire :

- 1° La vis est fixe, et l'appareil présente une stabilité absolue ;
- 2° La course de 0^m,74 suffit dans le plus grand nombre de cas pour élever les boudins au-dessus des rails, et elle remplace au moins quatre courses de vérin ordinaire ;
- 3° L'écrou, pour être mis en prise, n'a besoin que d'une faible hauteur libre entre le dessous de la traverse et le madrier sur lequel est placé le vérin. Cette hauteur varie de 0^m,55 à 0^m,10, suivant l'engin intermédiaire employé.

D'autres différences vont ressortir de la description du fonctionnement du vérin nouveau.

Il est évident d'abord qu'il ne peut pas être appliqué directement sous la traverse, puisque la vis, en tournant, ne s'élève plus au-dessus de son bâti. Il faut donc qu'il se place en avant ou à côté, et les dispositions spéciales adoptées pour réaliser ces conditions varient avec la gravité du déraillement.

On peut diviser ces accidents en deux catégories, suivant que la machine est restée sur le ballast ou qu'elle s'est jetée en dehors de la plate-forme, sur le sol naturel.

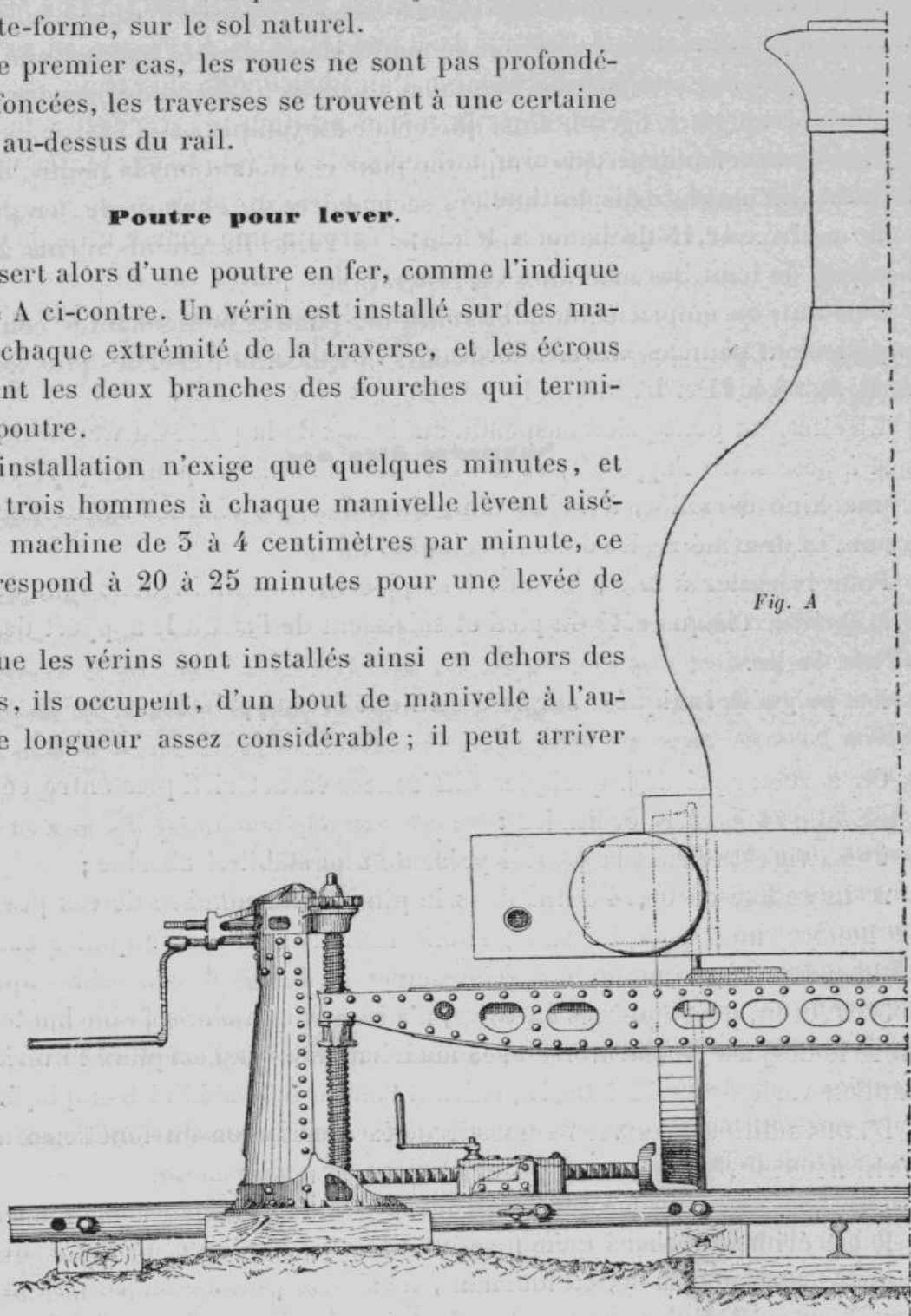
Dans le premier cas, les roues ne sont pas profondément enfoncées, les traverses se trouvent à une certaine hauteur au-dessus du rail.

Poutre pour lever.

On se sert alors d'une poutre en fer, comme l'indique la figure A ci-contre. Un vérin est installé sur des mardiers à chaque extrémité de la traverse, et les écrous supportent les deux branches des fourches qui terminent la poutre.

Cette installation n'exige que quelques minutes, et deux ou trois hommes à chaque manivelle lèvent aisément la machine de 3 à 4 centimètres par minute, ce qui correspond à 20 à 25 minutes pour une levée de 0^m,74.

Lorsque les vérins sont installés ainsi en dehors des traverses, ils occupent, d'un bout de manivelle à l'autre, une longueur assez considérable ; il peut arriver



Milouillet, Auto

que cette longueur ne soit pas disponible ou que les appareils, ainsi écartés, gênent la circulation sur la voie restée libre. Ce dernier inconvénient perd, il est vrai, beaucoup de sa valeur à cause de la courte durée du relevage; mais il était nécessaire de prévoir le moyen de réduire la longueur de l'installation. C'est pour atteindre ce but qu'on a permis à l'écrou de prendre diverses positions (voy. pl. I, fig. 9), ainsi que cela est expliqué page 71.

Nous avons commencé par employer pour ces opérations la poutre de 0^m,52 de haut, en usage, dans les ateliers secondaires du chemin de fer du Nord, pour mettre sur tréteaux ou sur roues, à l'aide de grands vérins à vis de 2 mètres de haut, les machines en réparation.

A l'avenir on emploiera de préférence des poutres moins hautes, construites spécialement pour les wagons de secours et qui seront décrites plus loin (voy. pl. II, fig. 8 à 11).

Supports dits nez.

Nous arrivons maintenant au relevage d'une machine fortement écartée de la voie, et dont les traverses sont très-près du sol.

C'est évidemment le cas le plus favorable pour faire ressortir les avantages de la faculté d'abaisser l'écrou du vérin jusqu'à 0^m,21 au-dessus de sa base.

Pour en profiter complètement, on fixe de chaque côté de la traverse, en dehors ou en dedans des tampons, un support appelé « nez », au moyen d'un boulon passant dans un trou percé d'avance, et garni, dans le bois, d'une gaine en fer.

Les figures 1, 2 et 3, pl. II, donnent une idée complète du nez et de son boulon, dont les deux écrous se serrent à la main.

La figure B ci-contre représente l'ensemble de l'installation, qui se comprend à première vue.

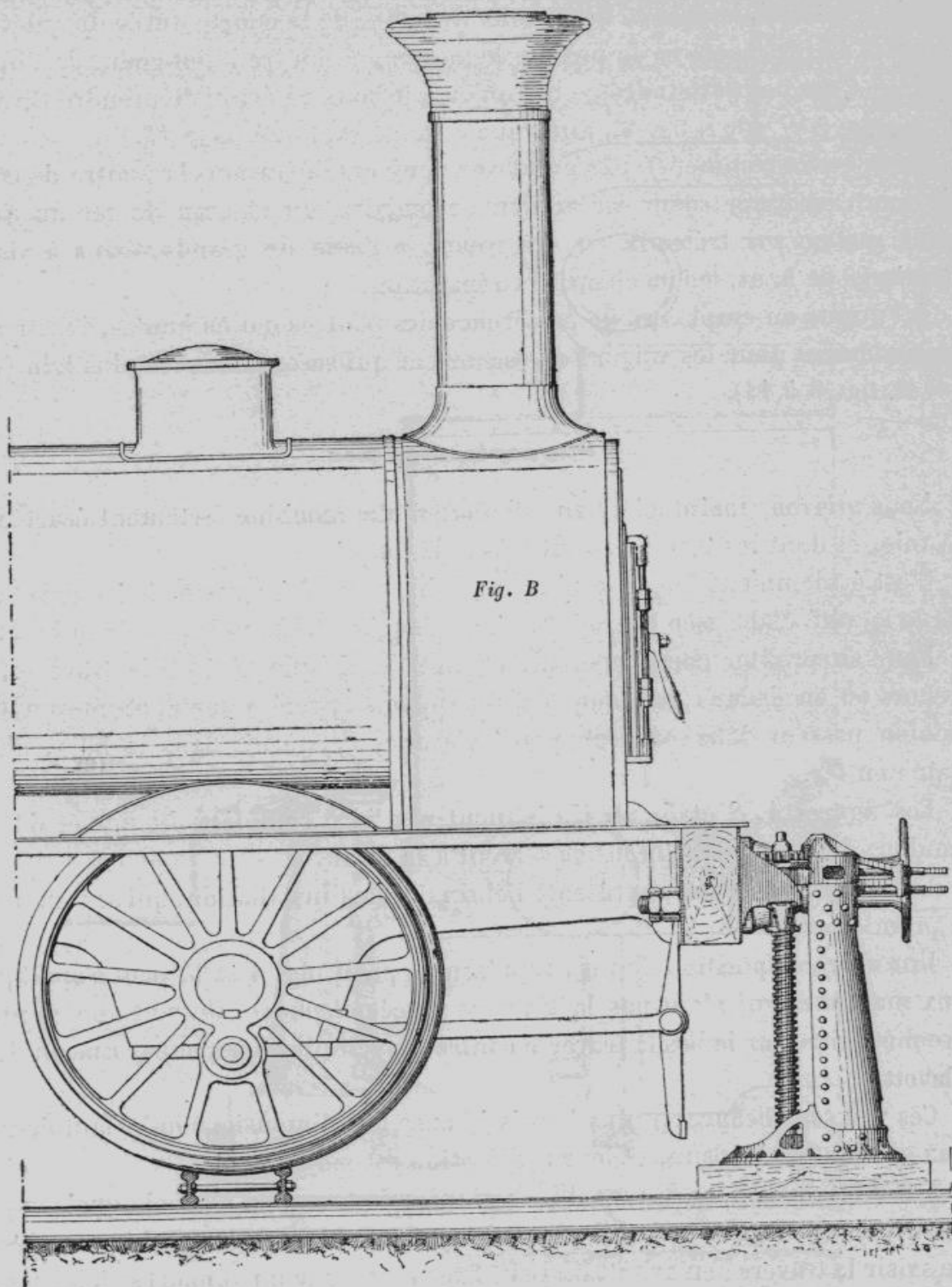
Une autre disposition de nez, représentée pl. II, fig. 4 et 5, peut s'appliquer aux machines qui n'ont pas la traverse percée d'avance. On voit que ce nez à crochet saisit par le bas la traverse contre laquelle il est serré par une ou deux clavettes.

Ces nez sont beaucoup plus lourds à cause des dimensions qu'il faut donner aux sections de rupture, et leur application est moins facile.

Enfin lorsque, pour des machines munies de trous, un obstacle quelconque, des débris de wagons par exemple ou le système même de la machine, empêche de saisir la traverse en avant, on peut fixer le nez sur un support spécial (fig. C, page 75, et pl. II, fig. 6 et 7) dont on armerait l'extrémité de la traverse.

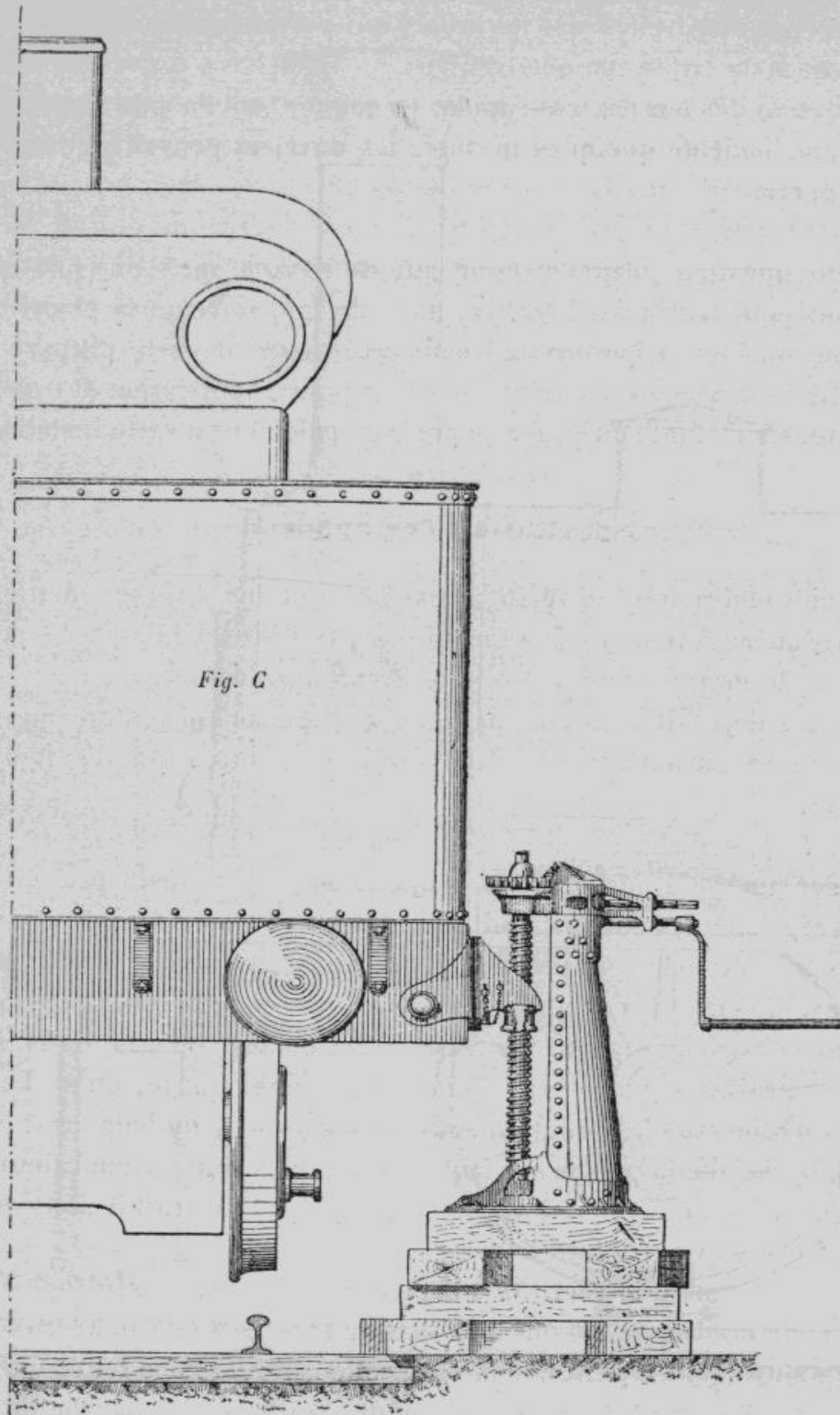
Ce support, maintenu par un boulon à clavette passant dans le trou déjà

mentionné, porte un tourillon sur lequel un nez vient s'attacher. A cet effet



une rainure est ménagée dans la face postérieure de ce dernier. La faculté de tourner autour du tourillon permet aux deux ailes du nez de s'appliquer sur

les deux côtés de l'écrou, qui, de cette façon, ne travaille jamais en porte-à-faux.



C'est dans ce but que le nez ordinaire n'est attaché que par un seul boulon.
Du reste, dans la plupart des accidents graves, on pourra toujours saisir la tra-

verse par les nez simples, et la présence des tampons de choc n'empêche pas le mouvement des manivelles, car les arbres qui portent celles-ci ont été allongés précisément pour éviter cet inconvénient.

L'installation des nez est très-rapide, et comme on l'a fait remarquer pour la poutre, au bout de quelques minutes les ouvriers peuvent tourner la manivelle et lever.

Il n'a été question jusqu'à présent que de l'avant, mais on voit que pour l'arrière on peut tout aussi bien se servir de la poutre en la plaçant sous la traverse ou sous les longerons ; on peut également, dans la plupart des cas, percer dans les traverses d'arrière des trous pour l'application des nez.

Les traverses en fonte ou en fer se prêtent également à cette installation.

Application des appareils.

On connaît maintenant le vérin à manivelle et les diverses manières de le faire servir au soulèvement d'une machine par l'intermédiaire de poutres ou de supports de formes variées que nous avons appelés nez.

Nous avons déjà fait ressortir (page 71) sa supériorité, comme engin, sur le vérin ordinaire, et nous allons indiquer les avantages qui résultent de son application.

Ce qui frappe d'abord, c'est l'extrême stabilité de l'appareil. Reposant souvent sur un seul madrier, et toujours sur un massif peu élevé, portant la charge sur des supports qui ne peuvent s'écarter de la verticale et qui maintiennent aussi bas que possible le centre de gravité de l'ensemble, le vérin à manivelle suffit presque toujours pour atteindre en une seule course la hauteur nécessaire au ripage. S'il fallait lever encore, l'engin, dans la plupart des cas, resterait à sa place ; sans toucher à l'embloquage, on se bornerait à caler la machine sous les roues ou sous les longerons, on baisserait les écrous et, n'employant que la poutre sur laquelle quelques ablots viendraient appuyer la traverse, on aurait, en quelques minutes, préparé le travail dans des conditions aussi sûres que celles du départ.

L'ouvrier est dans une sécurité complète. Il n'a plus à s'introduire sous la machine pour creuser le sol ou pour établir sans cesse de nouveaux échafaudages ; le mouvement régulier de la manivelle qui remplace les coups saccadés de la prolonge à cliquet, la facilité de rendre uniforme la marche de deux vérins, le silence même dans lequel s'accomplit la manœuvre ont inspiré à nos hommes une confiance absolue. Aussi n'avons-nous pas hésité, après une ou

deux opérations sur la voie, à lever les machines carrément, c'est-à-dire par l'arrière et l'avant à la fois à l'aide de quatre appareils, et le travail s'est toujours accompli sans le moindre inconvénient. Jamais les vérins connus n'ont permis de songer à cette manière de procéder qui, aujourd'hui, ne paraît même pas hardie tant elle est sûre.

La machine soulevée ainsi par quatre vérins extérieurs permet une réfection très-facile de la voie, réfection qui, jusqu'à ce jour, était rendue difficile par la présence de l'échafaudage placé sous les traverses.

En résumé, après cette description, dans laquelle bien des détails ont dû être négligés, on peut dire que les vérins à manivelle introduisent dans le travail des relevages une simplification, une sécurité et une rapidité très-remarquables.

Cric de ripage.

Lorsque tous les boudins des roues sont élevés au-dessus du niveau des rails, l'opération du ripage commence. Nous avons décrit plus haut la manière d'employer la vis horizontale du vérin ordinaire. Depuis quelque temps on se sert des poulains établis par la Compagnie d'Orléans, et dont nous avons également déjà parlé. Mais il manquait un appareil spécial pour s'y adapter commodément et pour réaliser une course supérieure à celle des crics et des têtes de mort.

Les figures 15 et 16 (pl. II) montrent le cric de ripage construit à Lille, par la Compagnie du Nord, et, page 72, la figure A en fait voir l'application. Sa boîte est très-courte et munie de deux oreilles qui fournissent le point d'appui sur les buttoirs du poulain. Sa course est de 0^m,800.

Deux hommes suffisent pour faire avancer rapidement la machine déraillée, lorsque les rails du poulain sont graissés et légèrement inclinés.

On voit que, lorsque la crémaillère est tout à fait sortie d'un côté, il suffit de retourner le cric et de l'appuyer de nouveau contre le buttoir.

Poulains à buttoir mobile.

Dans les poulains employés jusqu'à présent le buttoir est fixé à l'extrémité des rails qui le supportent, et cette disposition donne naissance à plusieurs inconvénients qu'il était intéressant de corriger.

En effet, lorsque la machine doit être ripée de plus d'une course de cric, il faut interposer des morceaux de bois entre la tête et la roue sur laquelle on agit; il en résulte une difficulté d'installation et une perte de temps.

D'un autre côté, les poulains existants ne sont pas assez longs, et dans bien

des cas on est obligé, pour les remettre en position, de soulever la machine.

Le poulain modifié à Lille supprime ces deux défauts. Il est représenté pl. II, fig. 17, 18 et 19.

Le buttoir est rendu mobile; au moyen d'une broche dont la tête forme poignée, il se fixe à différents trous percés d'avance dans les rails du poulain, et la figure 17 fait voir comment il suit la marche de la machine. Il faut beaucoup moins de temps pour déplacer le buttoir et pour retourner le cric que pour installer des ablots entre la tête et la roue, et la sécurité de l'opération est mieux assurée.

Quant à la longueur insuffisante du poulain, on y a remédié en le perçant au bout de deux trous d'éclisses et en munissant le wagon de secours de quelques rails également percés.

On peut allonger ainsi la course de ripage sans perdre un instant.

Le poulain du Nord ne se composera donc plus que de deux rails assemblés par des entretoises, percés de trous d'éclisses aux extrémités et de trous pour la broche convenablement espacés.

Poutre de ripage.

L'emploi de poulains et de crics spéciaux est surtout avantageux lorsque la course de ripage est considérable. Mais il arrive que cette course ne dépasse pas 0^m,400, et dans ce cas l'importance de la durée de l'installation et la puissance des engins ne sont pas en proportion avec le résultat à obtenir. Il y avait un appareil plus simple à trouver.

Or, nous l'avons déjà dit, lorsque la machine déraillée n'est pas loin des rails, elle n'est pas non plus très-enfoncée dans le sol et l'emploi de la poutre est toujours possible. Dès lors il suffit d'armer cette pièce d'un appareil supportant la machine sur des glissières mobiles et pouvant faire marcher ces points d'appui dans le sens transversal.

Il est évident que cette modification ne devait pas s'appliquer aux poutres des vérins d'atelier. Celles-ci ont d'ailleurs une hauteur de 0^m,320, et il était possible de la réduire à 0^m,260. D'un autre côté, il fallait en augmenter un peu la longueur, car le ripage doit se faire sans changer de place les vérins qui ont opéré le levage de la machine.

Le problème a été résolu par la construction d'une poutre en forme de parallépipède, dont les figures 8 à 14, planche II, font suffisamment connaître l'ensemble et les détails. Deux flasques en tôle sont réunies en haut et en bas par des plates-bandes rivées sur des cornières; les extrémités seules sont libres afin de pouvoir s'appuyer sur les pattes des écrous des vérins (fig. A, p. 72).

La plate-bande supérieure porte d'un côté une entaille longue de 0^m,60 sur une largeur de 0^m,07 (fig. 12 et 13) ; l'affaiblissement qui en résulte se trouve compensé par l'addition de bandes de fer plat. Dans cette entaille et sur ces fers convenablement dressés peuvent glisser une glissière et une cale sur lesquelles s'appuient, soit la traverse de la machine, soit les longerons, selon la disposition adoptée pour le levage.

Au moyen d'une patte à fourche (fig. 12), la glissière embrasse l'écrou d'une vis horizontale solidement fixée à la poutre par des supports. Cette vis reçoit un mouvement de rotation par l'intermédiaire de deux roues coniques (fig. 10 et 11) dont l'une est attaquée par un cliquet qu'on peut emmancher sur l'une des têtes carrées de l'arbre (fig. 9).

La course de la vis est de 0^m,44, et il est facile de comprendre que lorsque le ripage ne dépasse pas cette longueur, il s'effectue sans interruption aucune jusqu'à ce que les boudins soient arrivés au dessus des rails. En effet, on a commencé par installer les vérins et les poutres de telle sorte que celles-ci dépassent la traverse du côté de la voie à atteindre. On lève la machine par les deux bouts à la fois ; dès qu'elle est à hauteur, et sans toucher à l'installation, on applique le cliquet sur l'un des carrés de l'arbre de la roue conique. Avec une légère pente donnée par les vérins et le graissage préalable des surfaces frottantes, le ripage se fait facilement, sans que les poulains et les crics aient quitté le wagon de secours.

Il suffit d'enlever la pièce conduite par l'écrou et la cale pour avoir une poutre ordinaire dans tous les cas où le ripage par vis n'est pas utile.

CONCLUSION

Les vérins à manivelle et les nez de diverses formes, la poutre l'atelier et la poutre spéciale de ripage, les crics de ripage à longue course et à double tête, les poulains à buttoir mobile et à éclisses forment un ensemble d'appareils dont les applications varient de la manière la plus heureuse avec la gravité des accidents, et qui transforment toujours la mise sur rails des machines déraillées en une opération simple, sans danger, et extrêmement rapide. Nous l'avons annoncé au commencement de cette notice et nous croyons l'avoir démontré.

Le tableau suivant donne le détail du temps employé au relèvement opéré à Fives le 10 novembre 1877 et dont nous avons déjà parlé page 69.

Machine 4953 à 4 essieux couplés, pesant 44 300 kilogrammes

Écartement des roues de leurs rails respectifs { à l'avant 2^m,60
à l'arrière 2^m
Enfoncement. { à l'avant 0^m,400
à l'arrière 0^m,300

NUMÉROS D'ORDRE.	DÉTAIL DES OPÉRATIONS.	DURÉE			OBSERVATIONS.
		pour l'avant.	pour l'arrière.	MAXIMUM.	
1°	Déchargement de l'outillage et mise en place des vérins, des nez à l'avant, de la poutre à l'arrière, etc., etc.	8	6	8	{ l'avant a été levé de 0 ^m ,67. l'arrière a été levé de 0 ^m ,44.
2°	Levage de la machine.	23	19	23	
3°	Mise en place des poulains (à buttoir fixe) et des crics de ripage.	4	3	4	
4°	Descente de la machine sur les poulains. . . .	1	1	1	
5°	Ripage de la machine :				
	1 ^{re} course de cric.	5	5	5	
	2 ^e — —	5	5	5	
	3 ^e et fraction de 4 ^e	7	5	7	
6°	Levage de la machine pour retirer les poulains et retrait de ceux-ci	5	1	5	
7°	Descente de la machine sur rails.	1	1	1	
	Durée de l'opération.			59'	

ANNEXE N° 10

NOTE

SUR LES ÉLECTRO-SÉMAPHORES

Le mode d'exploitation désigné sous le nom de Block-System, consiste à substituer la distance parcourue par les trains au temps écoulé entre les départs successifs, pour assurer leur espacement régulier.

Le principe du Block-System est donc de diviser la voie en sections et de ne laisser pénétrer un train dans une section que lorsque le train qui le précède a quitté cette section.

Il exige l'emploi d'appareils qui signalent le passage des trains devant des postes répartis le long de la ligne, de telle sorte qu'un train ne soit expédié d'un poste avant que le train précédent ait passé devant le poste en avant.

Le Block-System, proposé en Angleterre en 1843, est très-répandu dans ce pays, et appliqué en France surtout sur les lignes à grande circulation. (Voy. *Notes sur le Block-System*, par M. Sartiaux, ingénieur des Ponts et Chaussées, sous-chef de l'exploitation du chemin de fer du Nord. — Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées*, 1877.)

Jusqu'en 1872 les appareils divers employés sur les chemins de fer ainsi exploités, ont tous consisté en instruments, plus ou moins délicats, donnant,

au moyen de cadrans à aiguille, des avis que les gardes répétaient en manœuvrant des signaux à vue s'adressant aux mécaniciens.

Vers cette époque, MM. Siemens et Halske construisirent un appareil dans lequel le signal à vue et l'appareil électrique, quoique manipulés séparément, dépendent l'un de l'autre, en ce sens que le dernier ne peut être manœuvré qu'autant que le premier est dans une position déterminée.

En février 1872, MM. Tesse et Lartigue, chargés du service télégraphique au chemin de fer du Nord, en collaboration avec M. Prudhomme, constructeur à Paris, ont proposé une disposition qui solidarise les appareils électriques destinés à donner et à recevoir les avis à distance avec les appareils mécaniques des signaux à vue. Les appareils réalisant cette disposition sont ceux qui figurent à l'Exposition universelle sous le nom d'Électro-Sémaphores.

L'électro-sémaphore se compose :

1° D'un mât pour les signaux à vue ;

2° D'appareils en même nombre que les bras du sémaphore, au moyen desquels on manœuvre à la fois : sur place, mécaniquement, le bras auquel chaque appareil est relié ; à distance, au moyen de l'électricité, le bras symétrique du sémaphore correspondant ;

3° Enfin, d'une pile.

L'appareil à vue ou sémaphore, desservant la voie dans les deux directions, se compose d'un mât élevé, portant à sa partie supérieure deux grandes ailes pouvant prendre deux positions, l'une verticale où l'aile est effacée et signifie voie libre, l'autre horizontale où l'aile est apparente et commande l'arrêt.

A mi-hauteur du mât, deux ailes de moindre dimension sont destinées à prévenir le garde de l'expédition des trains des postes voisins.

Ces ailes oscillent symétriquement, c'est-à-dire que les grandes ailes abandonnées à elles-mêmes pendent effacées, et deviennent apparentes sous l'action d'une tringle de tirage ; les petites, au contraire, sont apparentes lorsqu'elles sont libres, et s'effacent par l'effet de la traction.

Les tringles de tirage qui manœuvrent les ailes sont reliées chacune à un appareil de manipulation, à la fois électrique et mécanique.

Il se compose d'un axe avec manivelle, portant une bielle articulée avec la tringle du tirage de l'aile correspondante.

En faisant faire à la bielle un peu plus d'une demi-révolution, on exerce une traction sur la tringle, et on amène l'aile à la position d'enclenchement qui est fixée par un doigt porté sur l'axe et qui vient poser sur un buttoir. L'appareil, une fois enclenché, ne peut être déclenché que par l'envoi d'un courant du poste correspondant. En effet, le buttoir est maintenu par un levier portant une

palette que tient collée un électro-aimant Hughes. Si l'aimant est affaibli par le passage d'un courant, le levier est écarté par l'effet d'un contre-poids, et le buttoir entraîné laisse échapper le doigt d'arrêt, qui permet à la bielle de continuer sa révolution, et à l'aile de reprendre sa position primitive. Dans ce mouvement de l'axe, une came en hélice ramène la palette au contact de l'aimant, et le buttoir dans la situation voulue pour arrêter de nouveau le doigt d'arrêt.

Le rôle de l'électricité se borne à affaiblir l'aimant. L'appareil de manipulation de la grande aile d'un poste est relié par un fil télégraphique à l'appareil qui agit sur la petite aile au poste correspondant.

Le courant est envoyé d'un appareil à l'autre par la manœuvre mécanique elle-même au moyen d'un commutateur inverseur, porté sur l'axe, et qui dans sa révolution envoie successivement soit le courant positif, soit le courant négatif de la pile.

Le premier courant se produit pendant la première demi-révolution lorsque le garde manœuvre l'aile ; le second, pendant la seconde demi-révolution, au moment où le signal que l'on a voulu produire du poste correspondant est exécuté, et il fournit automatiquement à ce poste, par un coup de timbre et l'apparition d'un voyant dans l'appareil, un accusé de réception qui permet aux agents de connaître aussi bien la situation des mâts des postes voisins que celle de leur propre appareil.

Les pièces qui donnent l'accusé de réception sont actionnées au moyen d'un second aimant Hughes, monté symétriquement au premier, de telle sorte que le courant qui affaiblit l'un, renforce l'autre et réciproquement.

Pendant la nuit les signaux, dans le modèle du chemin de fer du Nord, sont produits au moyen d'une lanterne avec réflecteur hissée au haut du mât et devant laquelle viennent se placer deux écrans, l'un rouge, l'autre vert, ajustés sur les ailes. (Voy., pour la description complète, *Notes sur le Block-System*, par M. Sartiaux, sous-chef de l'exploitation du chemin de fer du Nord, et *Note sur l'emploi des électro-sémaphores*, par M. Clérault, ingénieur des mines ; extraits des *Annales des Ponts et Chaussées*, 1877. *Notes sur les électro-sémaphores*, par M. Lartigue ; extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*, 1877.)

Les appareils électro-sémaphores de MM. Lartigue, Tesse et Prudhomme ont été signalés aux Compagnies des chemins de fer français, par deux circulaires ministérielles en date du 25 mars 1876 et du 31 janvier 1877.

Les électro-sémaphores sont appliqués sur la ligne du Nord entre Saint-Denis et Creil par Chantilly, depuis le mois de novembre 1875 ; ils vont être installés sur divers points des réseaux où l'exploitation est la plus active,

savoir : entre Paris et Ermont, aux abords d'Amiens, d'Arras, de Douai, entre Lille et Tourcoing.

Sur le chemin de fer d'Orléans, ils fonctionnent entre Vitry et Brétigny.

Enfin, en Russie, on procède à l'installation de quatre-vingt-quatre postes électro-sémaphoriques, entre Saint-Petersbourg et Bologoje (*Chemin de fer Nicolas*).

Les appareils exposés par la Compagnie du Nord sont ceux du type de *double voie*; le constructeur, M. Mors, successeur de M. Prudhomme, expose ceux du type de *voie unique*.

Le prix d'un poste extrême complet est de 1600 francs environ, celui d'un poste intermédiaire de 2400 francs (droits de brevets non compris). La dépense kilométrique varie selon la répartition des postes; avec des sections de quatre kilomètres en moyenne, elle est à peu près de 1000 francs par kilomètre.

ANNEXE N° 11

NOTE

SUR LES GROSSES SONNERIES ÉLECTRIQUES

Lors de l'enquête prescrite en 1855 par le ministre des travaux publics, sur les moyens d'assurer la régularité et la sûreté de la circulation sur les chemins de fer, M. Félix Mathias, dans une communication à la Société des ingénieurs civils, fit connaître les sonneries électriques employées sur les lignes de l'Allemagne du Nord, et particulièrement sur les lignes à voie unique pour signaler l'expédition et le sens de la marche des trains (*Mémoire de la Société des Ingénieurs civils*, année 1855).

En exploitation normale, les stations communiquent entre elles par le télégraphe; les stations et les agents de la voie peuvent entrer en relations avec les agents des trains, et réciproquement à l'aide des signaux ou du sifflet de la machine. Mais les agents de la voie et les stations ne peuvent échanger entre eux aucun avis. Les grosses sonneries sont destinées à combler cette lacune et à relier les stations aux agents de la voie comme ceux-ci le sont aux gares, sur le réseau du Nord, à l'aide des postes de secours.

Dans leurs dispositions générales, ces sonneries sont composées d'un fort mouvement d'horlogerie qui, déclenché par le passage d'un courant électrique,

actionne deux marteaux, frappant alternativement sur des timbres de tons différents des séries de coups d'un nombre déterminé.

Les appareils sont placés ainsi qu'il suit : deux sonneries à chaque station pour annoncer l'expédition des trains dans les deux sens ou pour en recevoir avis, une sonnerie à des points intermédiaires et généralement aux passages à niveau gardés. La source électrique déterminant le déclenchement est placée aux stations.

Quand une gare détermine l'action de la source électrique, elle indique l'expédition d'un train dans un sens par une seule série de plusieurs coups, simples ou doubles suivant le type de sonneries, et l'expédition d'un train en sens contraire par deux séries de coups également simples ou doubles.

Les agents de la voie, et particulièrement les garde-barrières, avertis par ces sonneries peuvent concourir efficacement aux mesures de précautions nécessaires à la sécurité de l'exploitation. Sur les lignes à voie unique en particulier, quand les garde-barrières entendent le tintement des sonneries, ils doivent se rendre compte si c'est *une* série de coups ou *deux* séries de coups qu'ils entendent, pour connaître la direction du train annoncé et pour indiquer aux mécaniciens que la voie est ou n'est pas libre. Si, avant le passage d'un train attendu, on annonçait un train marchant dans une direction opposée, le garde, après avoir posé des pétards, devrait se porter au pas gymnastique au-devant du train qu'il jugerait le plus éloigné, en tenant compte de la distance qui sépare son poste de chacune des deux stations voisines et du temps qui s'est écoulé entre les deux annonces électriques. Il marcherait jusqu'à ce qu'il ait parcouru 2000 mètres et poserait des pétards. S'il rencontre le train avant d'avoir effectué ce parcours, il lui fera le signal d'arrêt.

Dans le cas où il passerait devant la sonnerie voisine de la sienne, il chargerait le garde de cette sonnerie de compléter le parcours de 2000 mètres et reviendrait à son poste. Il y reviendrait également s'il trouvait sur la voie des pétards que ce garde aurait déposés en se portant lui-même au-devant du train. Avec ces dispositions tout danger de collision est nécessairement évité.

L'usage des grosses sonneries, de types divers d'ailleurs, est très-répandu en Autriche, dans la haute Italie, en Hollande et surtout en Allemagne, pour l'exploitation des lignes à voie unique, et même sur les lignes à double voie pour prévenir les gardiens des passages à niveau de l'arrivée des trains et les avertir de se tenir prêts à interdire la circulation des voitures et à fermer leurs barrières.

L'emploi de ces sonneries a même été rendu obligatoire dans plusieurs pays, et notamment en Allemagne, où il en existe près de 45 000. Une circulaire

ministérielle du 31 janvier 1877 les a signalées aux Compagnies françaises comme une garantie sérieuse de sécurité pour l'exploitation des lignes à voie unique.

En 1862, la Compagnie du chemin de fer du Nord en fit une première application sur la ligne à voie unique de Namur à Givet de son réseau belge.

En 1867, elles furent introduites sur le réseau français pour la ligne d'Amiens à Tergnier ; et depuis, successivement, sur toutes les lignes à voie unique. Jusqu'en 1872 elles furent fournies par M. Siemens ; leur modèle était sensiblement perfectionné et les piles étaient très-heureusement remplacées par les appareils d'induction dus à ce constructeur ; un commutateur permet de diriger le courant dans un sens ou dans l'autre.

En 1872, M. Vérité, de Beauvais, fut appelé à modifier certaines parties du mécanisme et à ajouter différents organes destinés à indiquer extérieurement le nombre de séries données, et le moment où il est nécessaire de remonter le contre-poids. C'est ce modèle, appliqué sur les lignes ouvertes de 1877 à 1878, qui figure à l'Exposition universelle. Depuis quelques mois, un nouveau type simple, et économique, a été fourni par M. Siemens, de Berlin, et installé concurremment avec les appareils Vérité sur quelques sections des chemins du Nord-Est, dont l'exploitation a été reprise par la Compagnie du Nord.

Le nombre des sonneries en usage sur les 1104 kilomètres du réseau à voie unique du chemin de fer du Nord, est de 711. Elles sont espacées de 1400 à 1500 mètres en moyenne et sont, suivant les types, réparties ainsi qu'il suit :

Sonneries allemandes, 1 ^{er} modèle (Namur à Givet).....	46
Sonneries allemandes, modèle de 1867.....	230
Sonneries Vérité.....	300
Sonneries allemandes, nouveau modèle.....	135
Total.....	711

Le prix des appareils est de :

Sonnerie Siemens, ancien type.....	400 fr. »
Sonnerie Vérité.....	360 — »
Sonnerie Siemens, nouveau type.....	240 — »
Appareils d'induction.....	330 — »
Commutateur.....	110 — »

Les frais de pose un peu différents suivant les cas varient entre 40 et 60 francs.
Le fil spécial des sonneries revient à 100 francs par kilomètre.

ANNEXE N° 12

NOTE

SUR LE CONTROLEUR DES AIGUILLES DE CHANGEMENT DE VOIE

Quand plusieurs leviers des aiguilles des gares sont groupés en un poste, les pointes des aiguilles sont souvent éloignées de l'agent qui les fait fonctionner, et soustraites, par suite, à sa surveillance immédiate. Comme il est fort important que l'agent du poste sache si les lames ont bien obéi à l'action du levier et si l'application sur le contre-rail est complète, M. Lartigue, sur l'invitation qui lui en a été faite, a étudié un système de contrôle, qui a été approuvé par décision ministérielle du 17 décembre 1875, et qui est d'un usage général au chemin de fer du Nord, pour toutes les aiguilles éloignées de plus de cinquante mètres de leur manœuvre : il est même appliqué, dans certains cas, pour des distances bien inférieures. Cent soixante appareils ont été montés depuis trois ans. Plusieurs autres fonctionnent aussi, depuis le mois d'août 1875, à Bercy, sur le chemin de fer de ceinture, et à Nîmes.

Le système est basé sur l'emploi d'un commutateur à mercure formé d'une boîte en ébonite étanche et exactement vernie à la gomme laque à l'intérieur. Des tiges de platine pénètrent dans la boîte et leur position relative est déterminée selon l'usage à faire de l'appareil ; la boîte renferme du mercure pur

et bien sec. La communication électrique est établie ou interrompue entre ces tiges de platine, selon que le mercure les baigne à la fois ou laisse une d'elles découverte, par conséquent selon les positions de la boîte. Celle-ci est divisée en deux loges par une cloison percée d'un petit orifice inférieur : le mercure ne peut passer d'une loge dans l'autre qu'en filet mince, ce qui, dans l'application de ce commutateur au contrôle des aiguilles, n'a d'autre utilité que de prolonger la durée des communications électriques pendant un instant, même lorsque l'appareil est brusquement déplacé. Des cordons métalliques souples, protégés par un corps isolant, établissent la relation des contacts intérieurs du commutateur et des autres pièces du système.

Le contrôleur d'aiguilles est ainsi disposé :

Au côté extérieur du rail, vis-à-vis de l'extrémité de chacune des lames mobiles de l'aiguille, est fixée une plaque sur laquelle est articulée une bascule munie d'une tringle qui traverse l'âme et fait une légère saillie. Lorsque la lame d'aiguille est exactement appliquée contre le rail, la tringle est repoussée et la bascule est maintenue dans une position inclinée ; elle redevient horizontale lorsque la lame est écartée.

Par conséquent, dans la position régulière des aiguilles, où l'une des lames est appliquée contre le rail et l'autre écartée, une des bascules est inclinée et l'autre horizontale. Dans le passage de l'une des positions à l'autre, les deux lames étant à la fois écartées, les deux bascules sont horizontales.

Le communicateur à mercure est fixé sur la bascule et une boîte en métal abrite ces pièces.

Une sonnerie trembleuse et une pile sont placées près des leviers de manœuvre.

Les communications électriques entre les diverses parties du système sont établies de telle sorte qu'à chaque manœuvre de l'aiguille, pendant que les deux lames sont écartées à la fois de leurs contre-rails, la sonnerie se fait entendre. Elle cesse presque aussitôt de fonctionner, si l'aiguille a été mise à une position régulière, c'est-à-dire si l'une de ces lames est très-exactement appliquée contre le rail ; la sonnerie marcherait, au contraire, sans interruption si, pour une raison quelconque, les deux lames restaient à la fois écartées des rails. Dans ce dernier cas, la manœuvre devrait être recommencée, ou bien l'aiguilleur aurait à rechercher la cause du mauvais fonctionnement. La position du levier indique d'ailleurs dans quel sens l'aiguille est placée.

Si la sonnerie ne fonctionne pas pendant la manœuvre, l'aiguilleur sera averti que le système électrique n'est pas en bon état, et qu'il doit, par consé-

quent, constater d'une autre façon la position régulière des lames de l'aiguille.

Une seule pile et une seule sonnerie sont nécessaires pour chaque groupe d'aiguilles : plusieurs aiguilles ne pouvant être manœuvrées simultanément, le contrôle s'applique, sans aucun doute possible, à celle qui est mise en mouvement.

Si en dehors de toute manœuvre la sonnerie se mettait à fonctionner, l'aiguilleur serait averti que l'une de ses aiguilles est indûment déplacée, et il devrait en rechercher la cause.

Le réglage de l'appareil se fait au moyen d'un écrou mobile sur la broche qui traverse l'âme du rail et sur lequel appuie la lame de l'aiguille.

On peut par là arriver à constater l'écartement de l'aiguille à moins d'un millimètre près ; et comme d'ailleurs à chaque manœuvre l'état du système électrique se contrôle, cet appareil offre toutes les garanties de sécurité.

Les contrôleurs sont disposés de façon que l'humidité du sol, la neige, etc., ne nuisent en rien à leur bon fonctionnement.

L'installation complète du contrôleur double coûte environ 260 francs pour une aiguille isolée, et si plusieurs aiguilles sont contrôlées par la même sonnerie, 100 francs de plus pour chaque nouvelle aiguille.

ANNEXE N° 15

NOTE

SUR LA PÉDALE D'AVERTISSEMENT AUTOMATIQUE DE L'APPROCHE D'UN TRAIN

Cette pédale, très-légère, est fixée contre le rail à la distance voulue du point où l'on doit prévenir de l'approche d'un train, ordinairement aux abords des passages à niveau. Le boudin des roues fait basculer la pédale et établit, par le commutateur à mercure qui y est adapté, le circuit momentané d'une pile.

La sonnerie d'avertissement est disposée de telle sorte que ce circuit fait déclencher une pièce qui complète elle-même un circuit permanent, et l'appareil fonctionne alors comme une trembleuse ordinaire, jusqu'à ce que la pièce de contact soit relevée à la main et la communication interrompue.

Cette pédale fonctionne depuis trois ans aux abords de plusieurs passages à niveau sur les lignes du chemin de fer du Nord.

Elle y remplace la pédale à soufflet proposée en 1859 dont l'installation était plus difficile et beaucoup plus dispendieuse.

La pédale actuelle coûte 85 francs.

Les dépenses d'installation reviennent à peu près à 200 francs avec la sonnerie, la pile et son abri, le fil, la pose, etc.

NOMENCLATURE
DES
DESSINS EXPLICATIFS EXPOSÉS

NOMENCLATURE

DES

DESSINS EXPLICATIFS EXPOSÉS

DESSIN N° 4

SPÉCIMEN D'UN SYSTÈME DE FREIN CONTINU FONCTIONNANT PAR L'AIR RARÉFIÉ A MANŒUVRE ÉLECTRO-AUTOMATIQUE

Ce dessin théorique représente le montage du frein à vide sur un train composé d'une machine, d'un fourgon et d'une voiture. Le tracé rouge de la figure principale indique la marche des courants électriques pour le déclenchement simultané du sifflet électro-automoteur et du frein à vide; déclenchement qui peut être opéré : soit de l'intérieur d'un véhicule quelconque du train par la manœuvre d'un commutateur, soit par suite d'une rupture d'attelage; soit enfin, par le passage de la machine au-dessus du contact fixe protégeant un disque à l'arrêt. Dans les deux premiers cas, le circuit de la pile du fourgon de tête se trouve fermé, et un courant positif traverse le sifflet électro-automoteur qu'il déclenche avant de se rendre à la terre; dans le troisième cas, le courant vient de la pile située au pied du disque et est recueilli sur le contact fixe par la brosse de la machine.

La figure secondaire montre la marche des courants dans le cas où l'appel des voyageurs et la rupture d'attelage ne peuvent déclencher le frein, mais ont pour résultat de faire fonctionner les sonneries électriques des fourgons de tête et de queue; le chef de train peut, s'il le juge nécessaire, déclencher le frein en manœuvrant un commutateur spécial. Le disque à l'arrêt déclenche toujours le frein sans l'intermédiaire du mécanicien.

Ce dernier montage est celui qui a été adopté par la C^{ie} du Nord, mais le train exposé peut présenter à volonté les deux dispositions que nous venons de décrire.

DESSIN N° 2

FREIN A VIDE

DÉCLENCHEMENT DE LA VALVE A VAPEUR PAR LE SIFFLET ÉLECTRO-AUTOMOTEUR LARTIGUE, FOREST ET DIGNEY

Le dessin montre la disposition du système étudié par M. Ed. Delebecque et Banderali, ingénieurs, et adopté pour réaliser l'ouverture automatique de la valve à vapeur motrice du frein à vide.

A cet effet, le levier de la valve porte un contre-poids suffisant pour vaincre la pression de la vapeur. Ce levier repose sur le mentonnet d'un pendule qui est relié au sifflet électro-automoteur. Quand le sifflet est déclenché, le pendule est entraîné, et le levier de la valve, n'ayant plus son point d'appui, obéit à l'action du contre-poids et ouvre la valve spéciale, dite *starting-valve*.

DESSIN N° 5

FREIN ÉLECTRIQUE SYSTÈME ACHARD

DÉCLENCHEMENT DU COMMUTATEUR COMMANDANT LA MANŒUVRE DU FREIN PAR LE SIFFLET ÉLECTRO-AUTOMOTEUR LARTIGUE, FOREST ET DIGNEY

Pour appliquer automatiquement le frein électrique, on a eu recours à un commutateur auquel aboutissent les fils en relation avec les pôles de la pile motrice du frein et les câbles devant conduire le courant dans les électro-aimants du train.

Quand le commutateur est abandonné à lui-même, il prend sous l'action d'un ressort la position du serrage. Au repos, il est maintenu par une manette à pied-de-biche sur le levier du sifflet électro-automoteur ; quand celui-ci est déclenché, le commutateur, n'étant plus retenu, obéit au ressort et prend la position de serrage.

Pour le ramener au repos, il suffit de relever à la main la manette, et d'imprimer ainsi au commutateur un mouvement de sens inverse pour le faire reposer de nouveau sur le levier du sifflet.

Dans ce mouvement, le commutateur passe inévitablement par la position du desserrage, c'est-à-dire

qu'il envoie dans les électro-aimants du train un courant affaibli, et de sens inverse à celui qui a produit l'application des freins.

Ce courant a pour objet de détruire le magnétisme rémanent qui empêcherait le frein de se desserrer sous l'action des contre-poids.

Cette disposition, combinée par MM. Delebecque et Banderali, ingénieurs, a été essayée et fonctionne d'une manière satisfaisante sur la machine Crampton, N° 10.

DESSIN N° 4

TABEAU GRAPHIQUE MONTRANT LES PROGRÈS DE LA SUBSTITUTION DU GROS CHARBON AU COKE ET DU TOUT-VENANT AU GROS CHARBON DANS L'ALIMENTATION DES FOYERS DES LOCOMOTIVES DU NORD, DE 1854 A 1877

En considérant les courbes de ce tableau, on voit facilement, dans ses différentes phases, l'histoire de la substitution : 1° du gros charbon au coke ; 2° du tout-venant au gros charbon.

C'est en 1854, que le gros charbon commença à se substituer au coke ; en 1857, c'est-à-dire, environ trois ans après, la consommation se partageait également entre ces deux combustibles.

La proportion de la consommation du coke va graduellement en diminuant jusqu'en 1867, où elle est à peu près nulle : une ou deux machines affectées au service du port de Dunkerque continuent seules à brûler du coke jusqu'en 1875.

Pendant ce temps, la proportion du gros charbon augmente jusqu'en 1861, où elle atteint son maximum ; car c'est alors qu'apparaît le tout-venant, qui à son tour va remplacer progressivement le gros charbon.

Pendant le cours de cette substitution, on peut constater deux perturbations indiquées par les retours en arrière des courbes de consommation.

En 1866, une hausse du prix du charbon tout-venant, coïncidant naturellement avec un abaissement de qualité, détermine une crise pendant laquelle, il a fallu recourir à l'emploi de charbons étrangers.

La crise plus importante encore, de 1872-1873 a nécessité l'emploi de criblés anglais et écossais, et a pour une année retardé les progrès constants de la substitution.

Après ces crises, le mouvement régulier reprend sa marche progressive : en 1868, le tout-venant entre à très-peu près pour moitié dans l'importance de la consommation totale du combustible : en 1877, il en représente les 85 centièmes environ.

DESSIN N° 5

PLAN GÉNÉRAL DES ATELIERS DE TERGNIER, COMPRENANT :

L'Atelier des voitures et wagons, avec chantier de bois et scieries, remises pour 15 voitures, les installations d'un dépôt de 165 machines locomotives avec remises pour 64 machines, et des maisons d'habitation pour les principaux agents du matériel et de la traction.

DESSIN N° 6

PLAN D'ENSEMBLE DE L'ATELIER DES VOITURES ET WAGONS DE TERGNIER, COMPRENANT :

Un atelier d'apprentis pour 40 enfants, avec lavabo.

Un atelier spécial pour les forges et un atelier de cimentation.

Un atelier pour la construction et la réparation des voitures et wagons, avec bureaux, magasin, outillage, voies d'entrée et de sortie, voies couvertes pour les réparations courantes, voie de démolition, voie de réparation des roues, broierie des couleurs, petit atelier pour le rodage des coussinets sur les fusées, et chaudière pour le nettoyage des boîtes à graisse.

Trois étuves pour le fumage et deux appareils pour le flambage des bois, avec abri pour les bois fumés et pour la peinture et le grattage des bois flambés.

Un hangar pour le triage et le classement des ferrures.

Un parc aux roues.

Un atelier de débit des bois et de fabrication de pièces confectionnées, avec chantier découvert pour les bois en grume et chantier couvert pour les bois débités, et appareils pour le cintrage des bois.

Une scierie de bois en grume avec chantiers couverts.

Économat, pont-à-bascule, pompe à incendie, etc., etc.

DESSIN N° 7

PLAN DE LA SCIERIE DE L'ATELIER DES VOITURES DE TERGNIER, COMPRENANT

Deux générateurs à vapeur.
Une machine fixe de 60 chevaux, système Corliss.
Une scie à ruban pour bois en grume.
Une scie à rouleau.
Trois scies circulaires.
Une scie circulaire à couper le bois de travers.
Une scie à ruban à chantourner.
Une machine à raboter sur les 4 faces.
Une machine à raboter à lames hélicoïdales.
Une raboteuse à lames droites.
Une machine toupie.
Une machine à tenons.
Deux machines à mortaiser.
Une machine à mortaiser à deux outils.
Trois meules.
Un tour à bois.
Une meule à émeri pour l'affûtage des scies circulaires.
Un banc pour l'affûtage des scies à ruban.
Dix-huit établis pour apprentis menuisiers.
Bureaux et magasins d'outillage.
Et la transmission principale souterraine installée dans une voûte ayant 70 mètres de longueur et 8 mètres de largeur.

DESSIN N° 8

Une étuve à deux foyers, pour le fumage, et un appareil à deux fourneaux pour le flambage des bois.
(Atelier de Tergnier.)

DESSIN N° 9

APPAREIL SERVANT A PESER LES 4 ANGLES D'UNE VOITURE, COMPRENANT :

Le lorry portant un essieu suspendu en son milieu sur un couteau de balance, et les deux bascules romaines.

DESSIN N° 40

FOSSE SERVANT A LA VÉRIFICATION DU MONTAGE DES VOITURES, COMPRENANT :

La fosse munie de plaques quadrillées servant à vérifier le parallélisme des essieux et la position des plaques de garde.

Le calibre et les fils à plomb servant à repérer les plaques de garde et les fusées sur les plaques quadrillées de la fosse.

DESSIN N° 41

APPAREILS SERVANT A VÉRIFIER LES DÉFAUTS DE CONSTRUCTION ET D'ÉQUILIBRE DES ESSIEUX MONTÉS AVANT LEUR MISE EN SERVICE, COMPRENANT :

Un appareil pour mesurer le diamètre au roulement.

Un tour à coussinets avec calibre pour vérifier le profil des bandages, le faux-rond et l'écartement intérieur des roues.

Un tour à pointes pour la vérification du balourd ; un curseur pour mesurer l'intensité du balourd.

Deux bascules jumelles pour le pesage simultané des deux roues d'un même essieu.

Un fléau pour suspendre l'essieu par le centre de figure et vérifier si les roues sont en équilibre.

Un appareil servant à déterminer la position des bandages par rapport au milieu de la longueur des fusées.

DESSIN N° 42

CONDITIONS DE MONTAGE D'UNE VOITURE DE 1^{re} CLASSE A COUPÉ-TOILETTE

DESSIN N° 43

OPÉRATIONS DIVERSES EFFECTUÉES PAR LA LOCOMOTIVE DE MANUTENTION.



TABLE DES MATIÈRES

NOTE GÉNÉRALE	1
ANNEXE n° 1. — Quelques renseignements techniques sur la machine 2861, munie du frein à vide et du déclenchement électro-automatique	11
ANNEXE n° 2. — Note sur la locomotive de manutention.	25
ANNEXE n° 3. — Note sur les essais du frein à vide (système Smith, à déclenchement automatique). Juin 1876-mai 1878	31
ANNEXE n° 4. — Note sur le contrôleur de la marche des trains.	45
ANNEXE n° 5. — Note sur le tachymètre électrique.	47
ANNEXE n° 6. — Note sur le sifflet électro-automoteur.	51
ANNEXE n° 7. — Note sur l'établissement et le montage des voitures à voyageurs du chemin de fer du Nord	55
ANNEXE n° 8. — Note sur le réchauffage des chaufferettes.	63
ANNEXE n° 9. — Note sur quelques nouveaux appareils destinés à l'armement des wagons de secours	65
ANNEXE n° 10. — Note sur les électro-sémaphores.	81
ANNEXE n° 11. — Note sur les grosses sonneries électriques.	85
ANNEXE n° 12. — Note sur le contrôleur des aiguilles de changement de voie.	89
ANNEXE n° 13. — Note sur la pédale d'avertissement automatique de l'approche d'un train.	93
NOMENCLATURE DES DESSINS EXPLICATIFS EXPOSÉS.	95
1. Spécimen d'un système de frein continu fonctionnant par l'air raréfié, à manœuvre électro-automatique	97
2. Frein à vide. (Déclenchement de la valve à vapeur par le sifflet électro-automoteur.)	98
3. Frein électrique système Achard (Déclenchement du commutateur commandant la manœuvre du frein par le sifflet électro-automoteur Lartigue, Forest et Digney.)	98
4. Tableau graphique montrant les progrès de la substitution du gros charbon au coke et du tout-venant au gros charbon, dans l'alimentation des foyers des locomotives du Nord, de 1854 à 1877	99
5. Plan général des ateliers de Tergnier	100
6. Plan d'ensemble de l'atelier des voitures et wagons de Tergnier	100
7. Plan de la scierie de l'atelier des voitures de Tergnier	101
8. Une étuve à deux foyers pour le fumage, et un appareil à deux fourneaux pour le flambage des bois	101
9. Appareil servant à peser les quatre angles d'une voiture.	101
10. Fosse servant à la vérification du montage des voitures.	102
11. Appareils servant à vérifier les défauts de construction et d'équilibre des essieux montés avant leur mise en service.	102
12. Condition de montage d'une voiture de 1 ^{re} classe à coupé-toilette.	102
13. Opérations diverses effectuées par la locomotive de manutention.	102

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

21 560. — Paris, typographie Lahure, rue de Fleurus, 9.

VERINS ANCIENS ET NOUVEAU



Fig. 5.
Vue en élévation

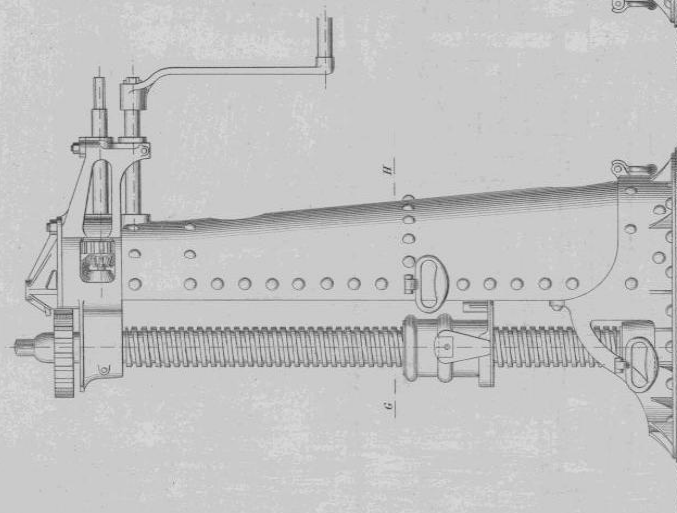


Fig. 4.
Vue de profil

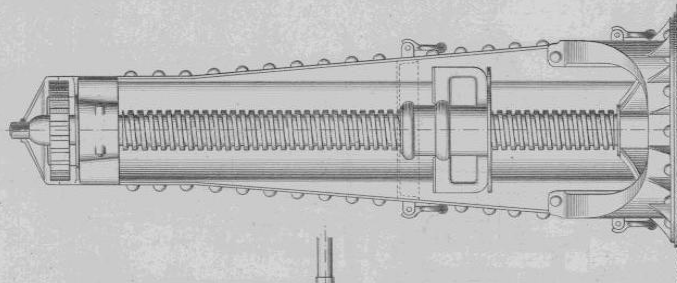


Fig. 5.
Coupe suivant AB

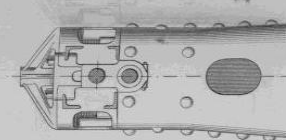


Fig. 2
Vaccination

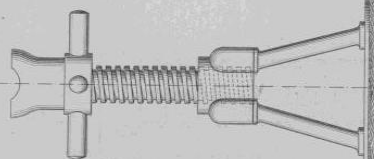


Fig. 1
Vue en élévation

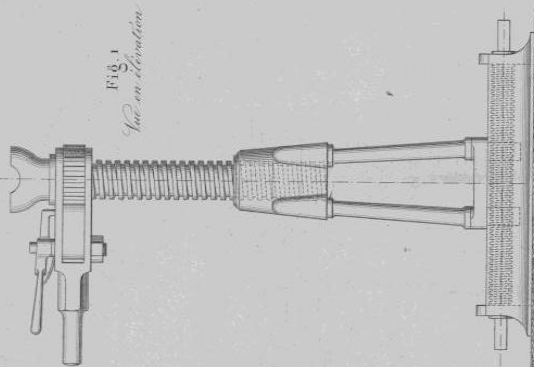


Fig. 6
Coupe suivant

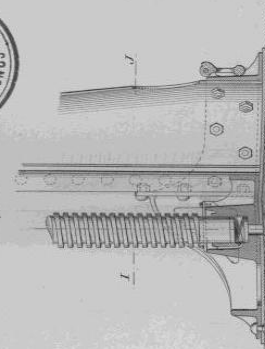


Fig. 10

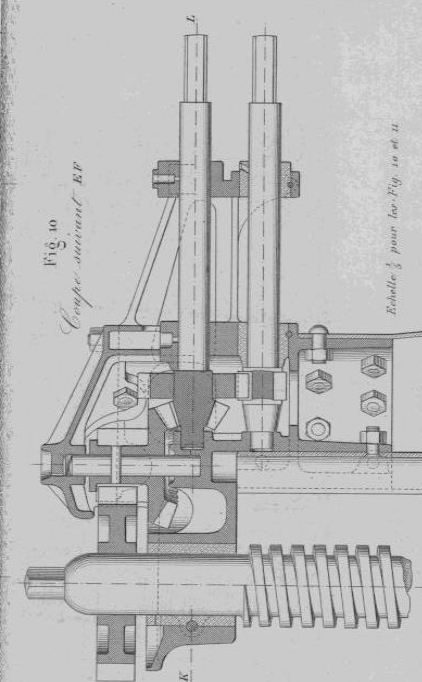


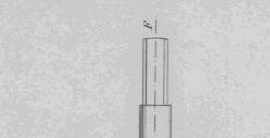
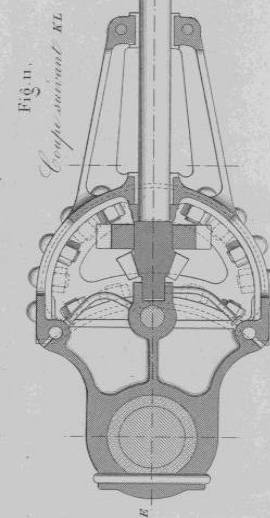
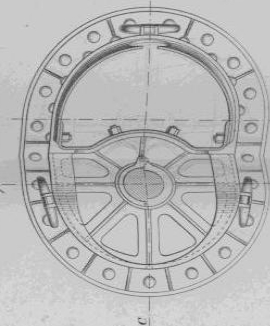
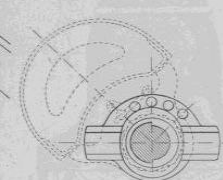
Fig. 7.
Coupe au vant 1 J



Fig. 9
Autre position du verin par rapport à l'écran



Fig. 8.
Coupe surant 6H

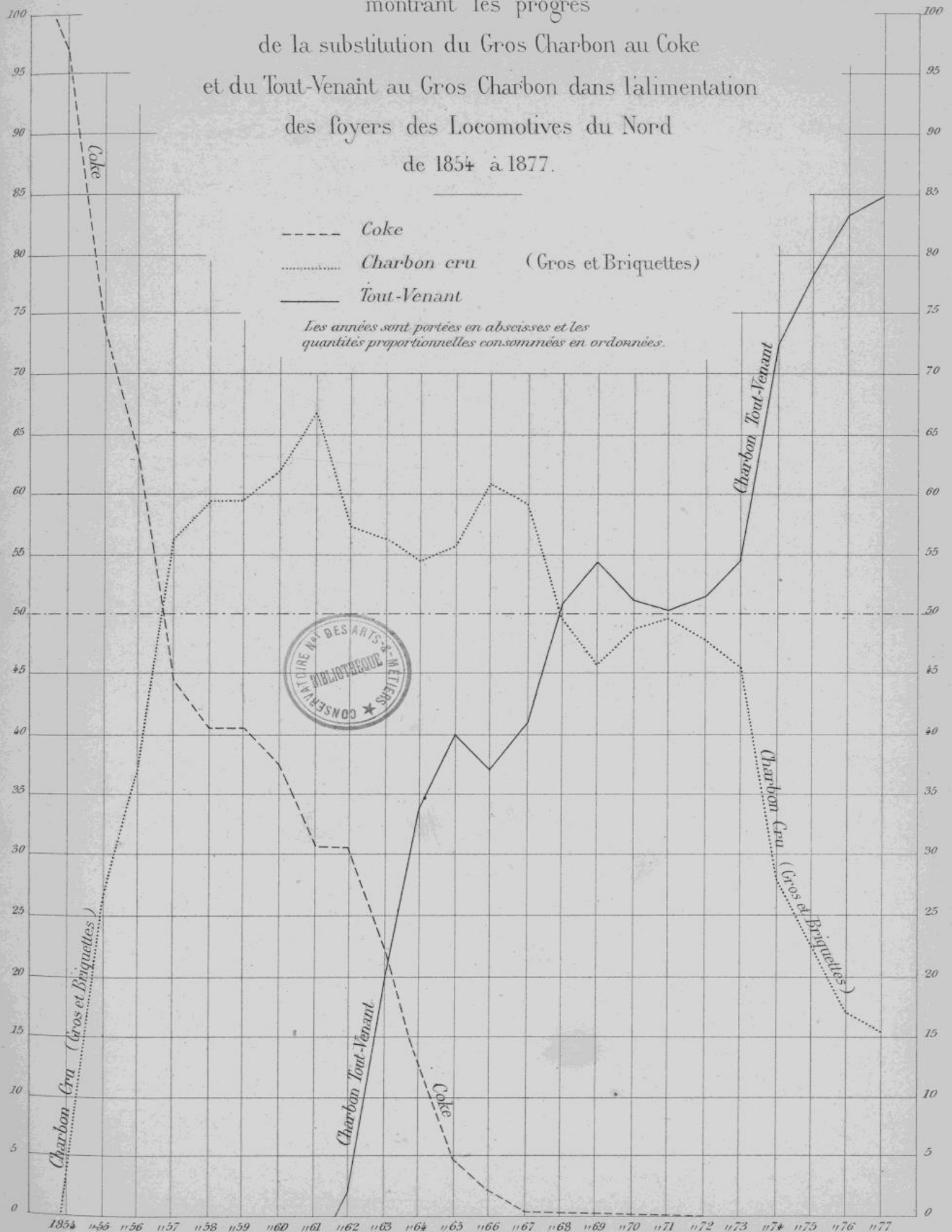


NEZ. POUTRE. CRIC ET POULAIN.



TABLEAU GRAPHIQUE

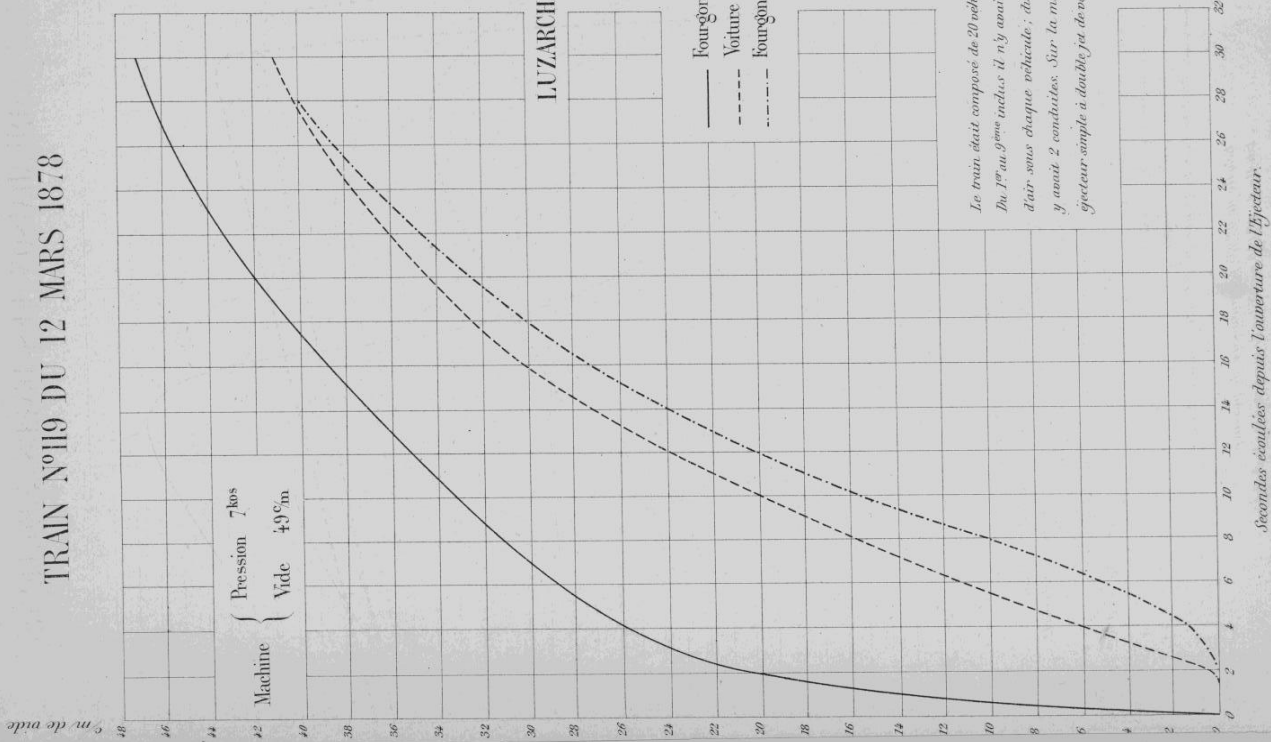
montrant les progrès
de la substitution du Gros Charbon au Coke
et du Tout-Venant au Gros Charbon dans l'alimentation
des foyers des Locomotives du Nord
de 1854 à 1877.



Chapitre 10 : Les fonctions

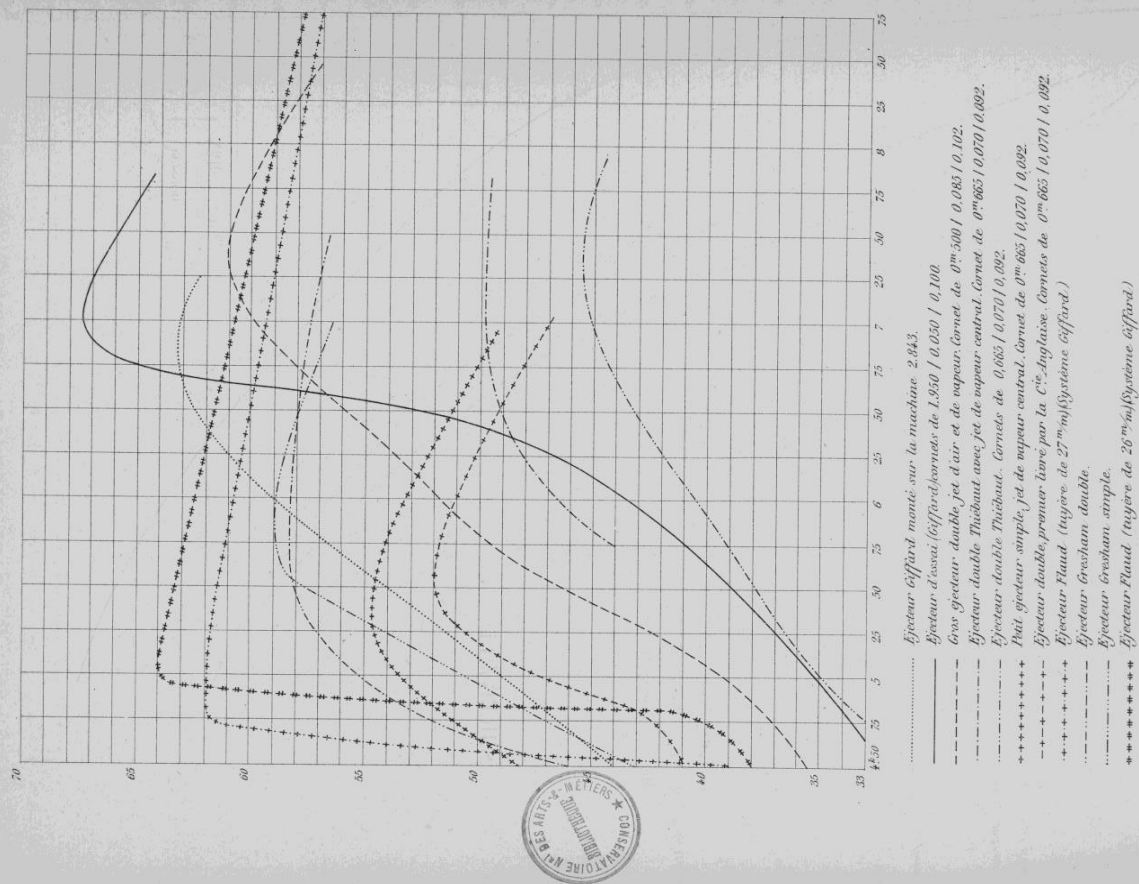


TRAIN N°119 DU 12 MARS 1878



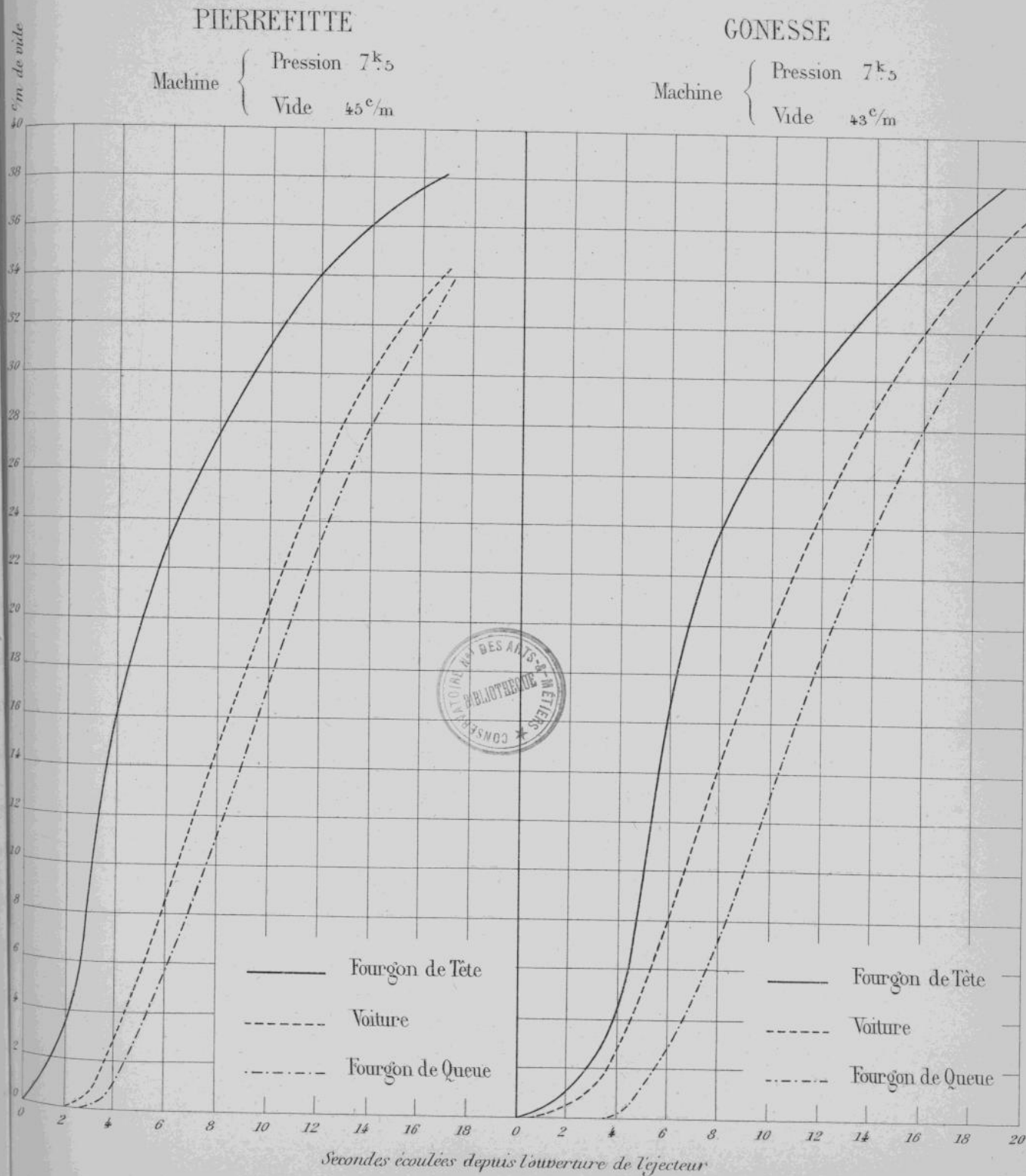
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

COMPARAISON DES DIVERS EJECTEURS.



TRAIN N°119 DU 11 JANVIER 1878

*Le train était composé de 12 voitures munies du frein
dont les sacs étaient branchés sur une conduite unique.
Sur la machine était monté un gjecteur double de construction
Thiebaud à jet central de vapeur dans chaque tuyère à air*



TRAIN N°118 DU 30 MARS 1878.

Planche N°VI

