Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	**Exposition universelle. 1889. Paris**
Auteur(s)	**France. Ministère du commerce, de l'industrie et des colonies**
Auteur(s) secondaire(s)	**Picard, Alfred (1844-1913)**
Titre	**Exposition universelle internationale de 1889 à Paris. Rapports du jury international**
Adresse	**Paris : Imprimerie nationale, 1890-1893**
Collation	**19 vol. : ill. ; 29 cm**
Nombre de volumes	**19**
Cote	**CNAM-BIB 8 Xae 348**
Sujet(s)	**Exposition universelle (1889 ; Paris)**
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE348
LISTE DES VOLUMES	
	Groupe de l'économie sociale. Première partie
	Groupe de l'économie sociale. Deuxième partie
	Groupe I. Oeuvres d'art. Classes 1 à 5 BIS
	Groupe II. 1re partie. Éducation et enseignement Classes 6, 7, 8 et 6-7-8
	Groupe II. 2e partie. Matériel et procédés des arts libéraux. Classes 9 à 16
	Groupe III. Mobilier et accessoires. Classes 17 à 29
	Groupe IV. Tissus, vêtements et accessoires. Classes 30 à 40
	Groupe V. Industries extractives, produits bruts et ouvrés (1re partie) Classes 41 à 44
	Groupe V. Industries extractives. Produits bruts et ouvrés (2e partie) Classes 45 à 47
	Groupe VI. Outillage et procédés des industries mécaniques (1re partie) Classes 48 et 49
	Groupe VI. Outillage et procédés des industries mécaniques (2e partie) Classes 50 et 51
	Groupe VI. Outillage et procédés des industries mécaniques (3e partie). Classe 52
	Groupe VI. Outillage et procédés des industries mécaniques (4e partie) Classes 53 à 59
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	Groupe VI. Outillage et procédés des industries mécaniques. Électricité (5e partie) Classes 60 à 63
	Groupe VI. Outillage et procédés des industries mécaniques (6e partie) Classe 64
	Groupe VI. Outillage et procédés des industries mécaniques (7e partie) Classes 65 et 66
	Groupe VII. Produits alimentaires (1re partie) Classes 67 à 73 (1re partie)
	Groupe VII. Produits alimentaires (2e partie) Classe 73 (2e partie)
	Groupe VIII. Agriculture, viticulture et pisciculture. Classes

	73 Bis à 77. Groupe IX. Horticulture. Classes 78 à 83

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	France. Ministère du commerce, de l'industrie et des colonies
Auteur(s) secondaire(s) volume	Picard, Alfred (1844-1913)
Titre	Exposition universelle internationale de 1889 à Paris. Rapports du jury international
Volume	Groupe VI. Outillage et procédés des industries mécaniques. Électricité (5e partie) Classes 60 à 63
Adresse	Paris : Imprimerie nationale, 1892
Collation	1 vol. (794 p.) : ill. ; 29 cm
Nombre de vues	760
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 348 (14)
Sujet(s)	Exposition universelle (1889 ; Paris) Transports ferroviaires -- Appareils et matériel Électricité Travaux publics -- Équipement
Thématique(s)	Expositions universelles
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	14/09/2005
Date de génération du PDF	01/04/2025
Notice complète	https://www.sudoc.fr/064895114
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE348.14

Vol. 8 Car 20 Liv 30

RAPPORTS DU JURY

SUR

L'EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1889

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° Fac 348/14

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE
ET DES COLONIES

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1889
À PARIS

RAPPORTS DU JURY INTERNATIONAL

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION

DE

M. ALFRED PICARD

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES, PRÉSIDENT DE SECTION AU CONSEIL D'ÉTAT
RAPPORTEUR GÉNÉRAL

Groupe VI. — Outillage et procédés des industries mécaniques. Électricité
(5e partie)

CLASSES 60 À 63

CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS
BIBLIOTHÈQUE

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

M DCCC XCII

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 60

Carrosserie et charronnage. — Bourrellerie et sellerie

RAPPORT DU JURY INTERNATIONAL

PAR

MM. QUENAY, THIBOUT, CLÉMENT, LASNE ET POZZY



IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPOSITION DU JURY.

MM. Guiet (Michel), *Président*, de la maison Million Guiet et Cie, carrossier, membre du jury des récompenses à l'Exposition de Paris en 1878.....	France.
Holmes (Charles), *Vice-Président*, carrossier.....	Grande-Bretagne.
Quenay (Édouard), *Rapporteur*, de la maison Binder aîné, carrossier....	France.
Belvallette (Alfred), *Secrétaire*, carrossier.....	France.
Fivé (le capitaine commandant).....	Belgique.
Evans (docteur Th. W.).....	États-Unis.
Boys (C.-V.), F. R. S., membre de la Société royale de Londres, professeur à l'école normale des sciences.....	Grande-Bretagne.
Macé (Eugène), architecte.....	Roumanie.
Binder (Henry), carrossier, médaille d'or à l'Exposition de Paris en 1878.	France.
Lasne (Auguste), sellier-harnacheur, médaille d'or à l'Exposition de Paris en 1878.....	France.
Mauclère, directeur de la Compagnie générale des omnibus de Paris, médaille d'or à l'Exposition de Paris en 1878.....	France.
Morel-Thibault, ingénieur constructeur de matériel roulant, président de section au tribunal de commerce de la Seine.....	France.
Muhlbacher (Gaston), carrossier, médaille d'or à l'Exposition de Paris en 1878.....	France.
Thibout (Édouard), fabricant d'articles de charronnage.....	France.
Camille (Alphonse), jeune, sellier-harnacheur.....	France.
Clément (Adolphe), constructeur de vélocipèdes.....	France.
Pozzy (Sosthène), de la maison Bail Pozzy et Cie, fabricant de ressorts et d'essieux, médaille d'argent à l'Exposition de Paris en 1878.....	France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CARROSSERIE ET CHARRONNAGE.

BOURRELLERIE ET SELLERIE.

EXPOSÉ GÉNÉRAL.

Nous n'avons pas à nous étendre ici sur les splendeurs de l'Exposition universelle de 1889, qui a été pour la France un immense succès d'admiration et d'estime et comme la consécration éclatante de notre relèvement national.

Notre rôle, plus modeste, consiste à dire la part que la classe 60, une des plus remarquées, a eu dans cette Exposition et à montrer qu'elle était digne, par son organisation générale aussi bien que par le nombre et la beauté de ses produits, de figurer dans ce grand concours international.

Nous ne croyons pas non plus devoir faire à nouveau l'historique de la carrosserie, de la sellerie et du charronnage et traiter des différentes matières qui entrent dans la confection de leurs produits, ce sujet ayant été très complètement élucidé et approfondi dans notre rapport de l'Exposition de 1878.

Nous remercierons tout d'abord M. Georges Berger, directeur général de l'exploitation, lequel comprenant l'importance de notre industrie, s'est toujours employé à faciliter notre tâche et a mis à notre disposition le bel emplacement dont nous avons pu disposer. Nous nous empresserons aussi de rendre justice aux membres des comités d'admission et d'installation de la classe 60 et à son habile architecte, M. Despléchin, qui, par leur zèle éclairé et leurs soins toujours vigilants, en ont préparé le succès.

Ceci dit, nous entrerons de suite dans notre sujet.

La superficie totale de la belle galerie occupée par l'exposition française de carrosserie, charronnage, sellerie, vélocipèdes et industries annexes, était de 4,497 mètres carrés.

Les fabricants étrangers, pour ces mêmes industries, avaient exposé dans leurs sections respectives.

Sur les demandes adressées au comité d'admission, 216 exposants français avaient été classés et ainsi répartis :

Carrossiers (exposant 136 voitures).....	43
Entreprises de services publics (exposant 10 voitures).....	4
Fabricants de voitures de commerce et transports (exposant 37 voitures)....	20
A reporter.....	67

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Report	67
Fabricant de parasols (exposant 1 voiture)	1
Fabricants de vélocipèdes	16
Fabricants de voitures d'enfants	5
Fabricants de passementeries et d'étoffes	3
Fabricants de ressorts et d'essieux	19
Fabricants de roues et de bois cintrés	8
Selliers, bourreliers et fournisseurs pour sellerie	45
Fabricants de cuirs	8
Fabricants de lanternes et plaqueurs	9
Peintres d'armoiries et dessinateurs	10
Inventeurs divers	22
Fabricants de vernis	3
TOTAL des exposants français	216

Dans les sections étrangères, la carrosserie était représentée de la manière suivante :

La Grande-Bretagne	31 voitures
Les États-Unis	12
La Belgique	10
L'Espagne	4
La Hollande	5
L'Italie	2
La Hongrie	2
La Roumanie	1
La Suisse	2
TOTAL des voitures étrangères	69

L'impression générale ressentie en entrant dans la classes 60, section française, était la constatation de l'heureuse harmonie qui régnait dans toutes ses parties et du bon goût qui avait présidé à son installation.

Les voitures étaient placées sur quatre rangs, le long de deux grandes voies allant d'un bout à l'autre de la galerie et se trouvaient groupées par îlots de six, huit et dix voitures, ce qui, donnant un accès facile autour d'elles, permettait d'en apprécier aisément l'ensemble et d'en saisir tous les détails.

A l'extrémité de la galerie se trouvaient les voitures de transports et de commerce. Sur les côtés avaient pris place les voitures de services publics, les vélocipèdes, la sellerie et les industries annexes. La sellerie surtout était admirablement groupée dans des vitrines du meilleur effet.

L'agencement était d'ailleurs uniforme pour les mêmes produits, le comité d'installation ayant tenu avant tout à ce que les exposants fussent placés sur un pied d'égalité parfaite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans descendre dès à présent dans les détails, ce que nous ferons plus loin, résumons ici à grands traits chaque catégorie de produits exposés en signalant leur degré de perfectionnement et les progrès réalisés dans chacune d'elles.

La carrosserie française de luxe était admirablement représentée par le nombre considérable de voitures exposées et la diversité de leurs types. La pureté et l'élégance des lignes ainsi que la finition très soignée de la peinture et de la garniture donnaient à cette exposition le cachet de suprême élégance et de bon goût qui place notre industrie au premier rang, de l'aveu même des nations rivales. C'est qu'en effet, depuis vingt ans, la carrosserie française a fait de tels efforts et réalisé de tels perfectionnements, qu'elle semble n'avoir plus guère de progrès à accomplir. Aussi, aurons-nous des améliorations de détail plutôt que des inventions nouvelles à signaler depuis l'Exposition de 1878 qui était déjà, dans ce genre, des plus remarquables.

Les services publics, comprenant les voitures de place et les omnibus, avaient aussi, chacun dans leur genre, une exposition très bien conçue.

Les voitures de commerce et de transports occupaient de leur côté une place très importante dans la classe 60, ce qui s'explique facilement en raison des besoins croissants de l'industrie, du commerce et de l'agriculture. Cette branche de la carrosserie a fait certainement, depuis la dernière exposition, de sérieux progrès, et est arrivée à construire des véhicules et chariots de tous genres très bien appropriés aux transports qu'ils sont appelés à effectuer et qui exigent des perfectionnements de chaque jour. Presque tous les produits exposés sont intéressants à étudier en détail par leur variété, et, malgré les exigences auxquelles il leur faut se plier, la forme de ces voitures est, en général, très bien comprise et dénote que le bon goût a présidé à leur exécution.

Dans l'industrie vélocipédique, les progrès réalisés, depuis l'Exposition de 1878, sont considérables; on peut même dire que cette industrie a été créée de toutes pièces depuis cette époque. En 1878, il n'y avait d'exposés que quelques bicycles seulement et encore laissaient-ils beaucoup à désirer. En 1881 apparaît le tricycle dont l'usage se répand bientôt, surtout à la campagne. En 1885, on construit le bicycle de sûreté plus léger que le tricycle et aussi rapide que le bicycle, grâce à ses engrenages et malgré sa hauteur moindre. En 1886, la bicyclette fait son apparition, supprimant complètement le bicycle, elle devient l'instrument favori de tous les amateurs de sport vélocipédique.

La transformation opérée depuis dix ans, dans cette industrie, est tellement complète qu'il ne reste plus trace en 1889 des instruments défectueux présentés en 1878. Les coussinets à billes en acier trempé, réduisant au minimum le frottement, la monture complète des machines en tubes d'acier trempé étiré à froid sans soudure, donnant un poids moindre sans nuire à la solidité, font de ces instruments de véritables machines de précision et l'usage s'en généralise à ce point que leur fabrication qui n'occupait, en 1878, que 200 ouvriers environ en occupe en ce moment 15,000;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et que le Ministère de la guerre, suivant en cela l'exemple des autres nations, les a adoptés pour divers services.

Si nous jetons un coup d'œil d'ensemble sur la sellerie et la bourrellerie, nous constatons que la période qui s'est écoulée depui 1878 ne présente pas de grandes innovations. On a plutôt perfectionné qu'inventé dans cette industrie, et les quelques recherches tentées vers des applications nouvelles exigent encore des études plus approfondies pour devenir pratiques. Mais nous nous plaisons à reconnaître que les produits exposés par cette industrie sont très remarquables, aussi bien par la bonne qualité des matières que par le bien fini du travail et l'élégance des modèles.

Les industries annexes de la carrosserie sont également très bien représentées dans l'exposition de la classe 60. Les fabricants de ressorts, essieux, roues, ferrures et accessoires de voitures, qui avaient déjà figuré avec honneur à l'Exposition de 1878, ont fait de nouveaux efforts pour améliorer leurs produits et sont arrivés à un degré de perfection qui peut défier toute concurrence.

Nous avons les mêmes éloges à adresser aux lanterniers, plaqueurs, fabricants de cuirs, de passementeries et d'étoffes pour voitures qui ont aussi rivalisé de zèle pour faire, chacun dans leur genre, des expositions qui ont été très appréciées.

DIVISIONS DE LA CLASSE.

Après cet aperçu général des produits exposés dans la classe 60, le moment est venu d'examiner en détail chacune des industries qui y sont représentées et que nous classerons en sept groupes principaux :

1° Voitures de luxe;
2° Voitures pour services publics;
3° Charronnage, voitures de commerce et de transports;
4° Vélocipèdes;
5° Voitures de malades et d'enfants;
6° Sellerie et bourrellerie;
7° Industries diverses se rattachant à la fabrication de la voiture.

Cette dernière catégorie comprend : les fabricants de ressorts et d'essieux; les fabricants de roues; les fabricants d'avant-trains et de toutes pièces propres au montage; les quincailliers spéciaux; les fabricants de bois cintrés; les lanterniers, les plaqueurs; les fabricants de passementeries et d'étoffes pour carrosserie; les fabricants de cuirs et maroquins; les fabricants de vernis; les peintres d'armoiries et dessinateurs.

Nous réservant spécialement d'examiner dans ce rapport tout ce qui concerne la carrosserie de luxe, les voitures pour services publics et une partie des industries annexes, nous avons cru ne pouvoir mieux faire que d'intercaler dans l'ordre où ils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doivent figurer ici, les rapports spéciaux, très soignés et très complets, que des membres du jury plus compétents, chacun dans son industrie, ont bien voulu nous faire parvenir :

1° Sur les voitures de commerce et de transports (M. Thibout);
2° Sur les vélocipèdes (M. Clément);
3° Sur les voitures de malades et d'enfants (M. Clément);
4° Sur la sellerie et la bourrellerie (M. Lasne);
5° Sur les industries annexes (M. Pozzy);

VOITURES DE LUXE.

Nous voici arrivé à la partie la plus délicate de notre tâche puisque nous avons à parler en détail de tous les produits exposés dans la classe 60, et que nous pourrons être conduit, appréciant en toute impartialité l'œuvre de chacun, à distribuer ou l'éloge ou le blâme. Hâtons-nous de dire toutefois que nous n'aurons presque partout que des éloges à décerner aux exposants pour les efforts très méritants qu'ils ont faits et les progrès qu'ils ont réalisés.

Constatons tout d'abord, dans la section française, que, depuis 1878, une évolution complète s'est produite dans le dessin des voitures en général : les formes carrées adoptées depuis un certain nombre d'années ont fait place, d'une façon presque absolue, aux formes rondes. C'est là un des changements fréquents de la mode que nous n'avons pas à expliquer. Il semble cependant qu'on ait trop songé tout d'abord à revenir aux anciens types de 1830, que quelques maisons, à notre avis, ont eu le tort de copier sans y rien changer. N'y avait-il donc rien d'autre à faire, et ne valait-il pas mieux, tout en adoptant à nouveau les formes rondes, tâcher de rajeunir les modèles plutôt que de copier servilement les anciens, sans profiter de toutes les améliorations réalisées depuis cinquante ans dans la construction des voitures? Mais il semble qu'une réaction se soit déjà produite dans le sens que nous indiquons; l'initiative et le bon goût de chacun feront le reste.

Contrairement à ce qui existait en 1878, les voitures ont pris un aspect plus lourd et semblent demander des chevaux de plus forte taille. Il y a là une tendance nouvelle qu'il ne faudrait pas exagérer.

Il s'est produit aussi une modification assez importante et qui tend à se généraliser dans la fabrication des essieux : elle consiste à enlever dans la masse du fer non seulement le patin qui était soudé à chaude portée, mais aussi la rondelle que quelques-uns soudaient et que la plupart rapportaient à chaud. Cette méthode permet de donner un nouveau corroyage au fer et assure une plus intime cohésion entre ces trois parties de l'essieu, mais elle nécessite un outillage beaucoup plus puissant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis quelques années encore, on cherche à substituer à la fonte, le fer et même l'acier, dans la fabrication des boîtes d'essieux, avec la pensée de réduire leur diamètre extérieur et d'empêcher les enrayages.

Nous signalerons aussi l'emploi du bois cintré qui paraît se généraliser, non seulement pour les jantes de roues; mais encore pour certaines parties de la caisse. Cette tendance nouvelle a fait créer d'importantes fabriques de bois cintrés en France et à l'étranger.

Les freins de voitures ont particulièrement attiré l'attention des inventeurs dont les idées ont paru se concentrer sur un principe de mécanique : le frottement des cordes sur un cylindre. En utilisant cette force, ils ont obtenu des freins puissants et moins apparents. Quelques-uns même ont pensé qu'on pouvait se contenter d'agir sur le moyeu et supprimer le patin qui fait friction sur le bandage; l'expérience prouvera s'ils ont eu raison.

Nous remarquerons également les essais de substitution du caoutchouc ou du cuir, au fer et à l'acier qui forment le bandages des roues. Sans critiquer absolument ces tentatives, nous croyons que la traction ne peut que s'en trouver augmentée et que l'entretien en sera coûteux.

Dans les sections étrangères, nous avons à signaler de très sérieux progrès réalisés : l'exposition belge mérite notre attention; nous lui ferons seulement le reproche de manquer un peu d'originalité. Les modèles, en effet, nous paraissent trop inspirés par les types français et anglais.

Dans l'exposition des États-Unis, nous admirons surtout les petites voitures, spéciales à ce pays, et qui ont un fini et une légèreté de construction qu'il est impossible de dépasser.

Nous avons le regret de constater dans l'exposition anglaise l'absence de la plupart des grandes maisons de carrosserie qui jouissent d'une réputation méritée. Cette abstention fâcheuse et dont nous n'avons pas à rechercher les motifs, a fait le plus grand tort à cette section de l'exposition anglaise qui n'était pas suffisamment représentée, notamment au point de vue des voitures de quelque importance.

L'Espagne, pour la première fois, nous a envoyé des produits de sa fabrication qui dénotent de sérieux efforts.

La Hollande, la Hongrie, l'Italie, la Roumanie, la Suisse, étaient également représentées dans notre classe par des voitures de genres divers, dont quelques-unes sont à remarquer.

Mais, revenons en détail, sur chacune de ces expositions françaises et étrangères.

Citons d'abord, par ordre alphabétique :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HORS CONCOURS.

M. Binder aîné (France).

(Membre du jury).

M. Binder aîné expose cinq voitures :

Un coupé à flèche, de forme ronde, nouvelle, avec ailes de portes. Cette voiture, très bien dans son train, avec des ressorts en C, d'un bon cintre, se fait remarquer par l'élégance de ses lignes et le bien fini de sa construction; sa peinture, toute noire, réchampie or; sa garniture riche en reps vieux bleu, rehaussé de galons vieil or; son plaqué en or rouge en font une vraie voiture d'exposition.

Un phaéton-mail à sept ressorts, de forme moderne, avec flèche en fer et en bois, voiture demandant un attelage de beaux chevaux. La garniture en drap gris-fer, avec courroies en cuir jaune s'harmonisait très heureusement avec les balustres peints en gris-fer sur la rotonde.

Un landau carré, à coins ronds, pour deux chevaux, avec système automatique pour le relèvement des capotes, et système de portes entières, breveté; voiture bien finie et très confortable.

Un coupé à deux places, avec ailes de portes, d'une forme moderne arrondie; voiture élégante et bien soignée.

Un mylord, bateau plein, avec strapontin se dissimulant dans le coffre de devant, remarqué pour sa garniture vert mousse en drap et maroquin du Levant, et du meilleur style.

M. Henry Binder (France).

(Membre du jury).

M. H. Binder expose cinq voitures :

Un mail-coach, construit dans les meilleures conditions de traction, tout en satisfaisant aux exigences de la mode, c'est-à-dire, aspect mâle et solide, roues hautes facilitant la traction, caisse bien entrée dans son train, grande largeur de voie assurant la stabilité. Voiture bien proportionnée pour l'attelage à quatre chevaux et d'un bon ensemble.

Un phaéton-mail à flèche, très élégant de formes et d'un cachet distingué, comme il convient à cette voiture de grand luxe.

Un coupé de forme arrondie, avec ailes de portes, bien fini, très correct de style et d'une bonne harmonie de lignes.

Un mylord, bateau à panneaux pleins, d'un très bon dessin, avec la caisse entièrement cannée et de grandes ailes, devant et derrière.

Un omnibus, avec siège d'impériale, parfaitement construit, réunissant toutes les conditions de confortable et de légèreté désirables pour un service de château.

Toutes ces voitures sont très soignées et d'une finition qui ne laisse rien à désirer.

MM. Million, Guiet et Cie (France).

(Membre du jury).

Cette maison expose cinq voitures :

Un superbe mail-coach, très harmonieux dans ses lignes et ses proportions, avec tous les accessoires les mieux compris que comporte ce genre de voiture, coffres à vaisselle et à verrerie, glacière,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

table pour le lunch; la mécanique est à levier avec patins en bois; la peinture et la garniture sont du meilleur goût.

Un landau monté à pincettes avec portes carrées et brisements en forme de bateau à jour; les brisements sont cannés en relief et le reste de la peinture bleu. Cette voiture de grande maison est très remarquée.

Un coupé à huit ressorts, de forme ronde, avec flèche à col de cygne permettant aux roues de tourner sous la caisse; voiture parfaitement montée, bien dans son train, et que fait ressortir encore sa garniture en satin bleu capitonné.

Un coupé 3/4, de forme ronde, avec avance arrondie et crosses en bois, monté à cinq ressorts derrière, l'ensemble en est très réussi.

Un mylord, bateau plein, grandes ailes, crosses en bois, avec strapontin à coulisse, d'une jolie forme de caisse et d'un fini achevé, complète l'ensemble de cette très remarquable exposition.

M. Mülhbacher (France).

(Membre du jury).

M. Mühlbacher expose cinq voitures très soignées :

Un mail-coach, d'une bonne facture; cette voiture est munie d'un frein à hélice, système Gambaro, actionné au moyen d'une pédale placée au siège de devant ou de leviers placés, l'un au siège de devant, l'autre au siège de derrière. Le coffre d'impériale est muni d'un couvercle formant table d'un système déposé. La porte du coffre de derrière possède une table à charnière formant dressoir; l'impériale peut se couvrir pour le lunch au moyen d'un pavillon mobile formé de quatre parasols.

Un dorsay à huit ressorts, d'une forme élégante, bien dans son train; voiture riche avec garniture en satin bleu foncé.

Un sociable à huit ressorts, de forme ronde, caisse à jour, flèche en fer, garniture en drap et maroquin vert olive; voiture de grande maison et d'un ensemble réussi.

Un mylord à huit ressorts, de forme ronde, caisse pleine, élégant et de proportions harmonieuses.

Un mylord à pincettes, de forme bateau à jour. Cette voiture est munie d'un strapontin, système breveté, se logeant dans le siège du cocher.

Après les maisons hors concours, nous citerons, par catégories de récompenses et dans l'ordre alphabétique sous lequel ils figurent au *Journal officiel*, les exposants suivants :

GRANDS PRIX.

M. Jules Binder (France).

M. Binder nous montre cinq voitures très bien traitées :

Un traîneau en bois naturel sculpté, artistique de formes, avec ferrures très belles de forge, semelles et cols de cygne en bois d'une seule pièce, cintre se raccordant à la caisse, la garniture en velours frappé. Belle pièce d'exposition.

Un mylord à huit ressorts, forme carrée aux angles arrondis et courts de cintre. La voie est égale devant et derrière et la flèche en fer forgé d'une seule pièce, suivant les contours de la caisse. Voiture bien montée dans son ensemble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un coupé à flèche, rond et d'une bonne forme. La flèche en fer ne suit la forme de la caisse que sous la cave et se redresse brusquement pour rejoindre les trains devant et derrière. Ce relèvement facilite, devant, le passage des jambes de force sous la flèche et, derrière, la pose des traverses d'écartement.

Une calèche à huit ressorts, grand modèle, forme bateau. La caisse, d'une bonne coupe, est montée sur ressorts en C, avec jambes de force recouvertes de semelles en bois. La flèche est composée d'une âme en frêne d'une seule pièce sur laquelle sont accolés et rivées deux bandes de fer estampées allant d'un bout à l'autre. Les empannons en bois, à cause de leur forme comportant plusieurs cintres offraient de grandes difficultés de travail et d'assemblage.

Un coupé à pincettes présenté d'un côté en cours de fabrication et de l'autre tout fini de peinture et de garniture. Cette disposition intéressante permet de se rendre compte de tout le travail de fabrication. On remarque aussi à cette voiture, l'application du caoutchouc pour bandages de roues.

M. Grummer (*ancienne maison Morel*) [France].

Cette maison expose cinq voitures très soignées dans tous leurs détails :

Un mail-coach, bien dans son train, avec mécanique à levier. Cette voiture est bien montée et d'un bel ensemble. Les sièges d'impériale ont des dossiers capitonnés descendant jusqu'aux coussins, ce qui donne plus de confortable.

Un sociable à huit ressorts, caisse à trois cintres, siège à garde-crotte, avec ailes de ceinture et de capote; voiture d'un bon style, très bien montée et d'un ensemble parfait.

Un phaéton-mail à sept ressorts, avec flèche en bois, balustres tournés rapportés sur la rotonde. Voiture montée bas et d'une parfaite correction de lignes.

Un coupé à huit ressorts, rond, de style ancien, avec ailes de portes carrées. La flèche, au cintre arrondi, est bien forgée. Voiture ample de formes, garnie en satin.

Un coupé rond, également de forme ancienne, monté à cinq ressorts, les moutonnets de derrière en bois, les ressorts de derrière se relient avec des ronds au ressort de travers.

MM. Healy *et C^ie* (États-Unis).

MM. Healy et C^ie exposent huit voitures très bien peintes, parmi lesquelles nous citerons :

Une victoria à huit ressorts, avec siège devant et derrière, grandes ailes, voiture bien montée et d'un ensemble satisfaisant.

Un landau carré, à brisements ronds avec portes entières permettant d'ouvrir les portières sans baisser les glaces.

Un coupé à deux places, forme ronde, petites ailes aux portes, frises larges aux battants de portes. Cette voiture, d'un genre ancien très accentué nous a paru de forme un peu exagérée.

Un traîneau, genre américain, très léger, la caisse de forme carrick.

Un phaéton à quatre places, avec frein à levier, monté sur barres de côté et ressorts de travers.

Un buggy à deux places.

Un buggy de courses à une place, ne pesant que 67 kilogr. 500.

Ce que nous admirons le plus dans cette exposition, c'est la légèreté de construction et le bien fini de ces trois dernières voitures, de genre américain, qui ne paraissent pas pratiques chez nous et qui sont en Amérique d'un usage très répandu. Il est impossible, en ce genre, d'atteindre à un plus haut degré de perfection.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Jeantaud (ancienne maison Ehrler) [France].

M. Jeantaud expose cinq voitures :

Un mail-coach avec avant-train à deux pivots et flèche à tête mobile qui lui permet de tourner dans un rayon de 3 m. 45 et de faire une évolution complète dans un rayon de 7 m. 50.

Quoique l'idée de l'avant-train à deux pivots ne soit pas absolument nouvelle, M. Jeantaud en a fait une ingénieuse application. Le but cherché est que les quatre roues aient un centre commun pour pouvoir tourner court sans ripement sur le sol, ce qui est obtenu à l'aide de deux pivots permettant aux roues de prendre des angles différents. La flèche à tête mobile est le complément de l'avant-train à deux pivots, puisqu'à l'aide de cette disposition chaque train, d'avant ou d'arrière, peut obéir aisément à toutes les sinuosités du sol, sans qu'il y ait torsion dans les pièces du train. Cette voiture est munie en outre d'un excellent frein, système Lemoine, très connu aujourd'hui et adopté par la Compagnie des omnibus; nous ajouterons qu'elle est bien construite dans toutes ses parties.

Un phaéton-mail monté sur sept ressorts et muni également d'une flèche à tête mobile;

Un landau carré à trois cintres, d'un joli modèle, avec coffre à garde-crotte et moutonnets en bois, capotage automatique, avant-train dégagé par la suppression de l'épaulement de sellette;

Un coupé de forme ronde avec ailes de portes, dans le montage duquel le constructeur a modifié le système d'attache du ressort d'essieu derrière au ressort de travers, en renversant la position habituelle de la jumelle pour opérer directement le tirage sur le ressort de travers, modification que M. Jeantaud croit heureuse au point de vue de la traction.

Ces trois modèles complètent très heureusement l'ensemble de cette intéressante exposition.

MÉDAILLES D'OR.

M. Bail aîné (France).

M. Bail aîné expose cinq voitures d'une bonne construction :

Un landau carré à cinq glaces, pour deux chevaux, avec siège breack et hausse en fer, muni d'un système automatique à parallélogramme pour le rabattement de la partie de devant; voiture bien montée et d'un aspect léger;

Un phaéton à capote pour deux chevaux, caisse avec pied en S; un marchepied à tiroir bien compris se loge dans l'épaisseur du brancard de la coquille;

Un coupé deux places à glaces dans les custodes, avec avant-train à demi-rond; voiture très légère et gracieuse, garnie en satin noir;

Un mylord, bateau à jour, monté à cinq ressorts, avec grandes ailes devant et derrière et strapontin se dissimulant sous le siège du cocher; même avant-train que le coupé;

Un omnibus à six places pour deux chevaux, avec siège d'impériale, galerie d'impériale en tôle perforée, mécanique à double volant.

MM. Bail jeune frères (France).

MM. Bail jeune nous montrent cinq voitures :

Un omnibus salon pour deux chevaux, à sept places d'intérieur, avec table. La garniture inté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieure très heureusement combinée avec le pavillon et différentes parties en ébénisterie est du meilleur effet. La frise extérieure de la voiture est peinte en canne au tube d'un joli dessin;

Un mail-coach d'un bon ensemble et bien dans son train, avec tous les accessoires d'usage;

Un landau carré pour un et deux chevaux, avec coffre à garde-crotte, bien monté et d'une bonne coupe;

Un mylord, bateau plein, monté à pincettes avec crosses en bois, grandes ailes, strapontin se dissimulant sous le siège, garniture en drap sans capitons;

Enfin un coupé trois quarts à avance carrée.

Ces voitures étaient bien montées et très soignées dans tous leurs détails.

MM. Belvallette frères (France).

Cette maison expose cinq voitures d'une bonne forme et d'une bonne fabrication :

Un coupé à huit ressorts avec flèche en fer. La caisse est de forme carrée, la voiture légère et bien suspendue;

Un mylord bateau à huit ressorts, caisse à jour, d'une forme allongée et d'un bon dessin;

Un coupé carré, monté à cinq ressorts derrière, avec l'avant-train système Belvalette, simple et commode pour le lavage;

Un mylord, bateau à jour, de la même forme de caisse que le mylord-bateau à huit ressorts, monté sur ressorts à pincettes. Il y a à cette voiture un strapontin breveté à coulisse se dissimulant sous le siège du cocher;

Un landau, bateau plein, pour deux chevaux, monté à cinq ressorts derrière avec coffre à passage et système de capotage à ressorts.

M. Albert Faurax (France).

M. Albert Faurax expose quatre voitures bien construites et d'une bonne finition :

Un landau à brisements ronds, monté à cinq ressorts derrière, siège à coquille et à garde-crotte, crosses en fer;

Un coupé rond à deux places avec glaces devant en trois parties coulissant l'une sur l'autre;

Un mylord, bateau à jour, monté à pincettes avec mécanique, strapontin à coulisse pris dans l'épaisseur du châssis de siège, balustres peints sur la caisse;

Un tilbury à capote, caisse carrick à jour, monté sur deux ressorts, avec menottes en cuir derrière.

M. Léon Faurax (France).

M. Léon Faurax expose quatre voitures :

Un mail-coach, avec avant-train en bois. Les ressorts sont disposés en châssis avec menottes en fer. Un frein à levier est placé au siège de devant et au siège de derrière. Voiture bien traitée dans son ensemble;

Un landau à trois cintres accusés sans moulures de portes, monté à cinq ressorts derrière avec crosses en bois et muni d'un frein à friction sur le derrière du moyeu. Bonne voiture;

Un coupé rond d'une bonne forme et bien fini. Le ressort d'essieu est attaché au ressort de travers par des ronds;

Un tilbury à capote, caisse carrick, monté sur ressorts d'essieu en C, avec soupentes prises entre le ressort et l'essieu et venant s'attacher à la main; siège derrière sur ferrures. Cette voiture d'une construction originale et gracieuse est digne d'être remarquée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. KELLNER (France).

M. Kellner expose cinq voitures très soignées :

Un landau bateau à huit ressorts, d'une bonne forme de caisse, d'un aspect mâle et d'un ensemble réussi;

Un phaéton à flèche monté sur huit ressorts en châssis; voiture sérieuse, bien étudiée et parfaitement finie;

Un petit mail-coach, monté sur six ressorts, sans flèche, très court de train; le siège de devant sur hausse pleine et le siège de derrière sur ferrures; frein à levier. Le constructeur s'est proposé de faire une voiture plus légère que les mails-coachs ordinaires et permettant d'atteler des chevaux de plus petite taille;

Un très joli coupé rond, avec ailes de portes, crosses en bois, bien monté et que faisait ressortir encore sa garniture en peluche;

Un mylord bateau à grandes ailes. La caisse était coupée par une moulure formant frise, avec balustres.

M. Kellner nous a montré un spécimen de ses bandages de roues en cuir, composés d'une infinité de morceaux de cuir à rondelles serrés les uns contre les autres et maintenus dans un fer à queue d'aronde. Le constructeur affirme, après essai, que ces bandages sont préférables aux bandages en caoutchouc.

M. LABOURDETTE (France).

M. Labourdette expose quatre voitures :

Un coupé rond à flèche à col de cygne, avec ailes de portes et ailes de passage; voiture bien construite;

Un mylord, bateau plein, à huit ressorts d'une bonne forme, avec grandes ailes devant et derrière; flèche formant petit col de cygne devant;

Un grand breack avec caisse de vis-à-vis à portes et à deux capotes; ailes d'accoudoirs, siège de derrière en fer. Le montage est à pincettes devant et à trois ressorts derrière; le siège de devant forme breack avec hausse et deux grandes portes ornées d'écussons au milieu; mécanique à volant; lanterne de coquille. Grande voiture et d'un bon effet;

Un phaéton à capote, monté à sept ressorts et à flèche, avec tirants d'avant-train en bois.

Exposition importante et dénotant de sérieux efforts.

MM. DE RUYTER *père et fils* (Belgique).

MM. de Ruyter père et fils exposent un joli breack de chasse bien construit et à six places, monté à flèche et sur quatre ressorts en châssis, avec échelle permettant un accès facile aux sièges de devant et du milieu; le siège de derrière pour domestiques en forme de dog-cart; boîte à fusils.

MM. SNUTZEL *frères* (Belgique).

MM. Snutzel frères exposent un coupé rond à pincettes avec crosses en bois, très bien construit et soigné dans toutes ses parties.

MM. SNUTZEL *père et fils* (Belgique).

MM. Snutzel père et fils exposent un mail-coach très bien fait et certainement inspiré par les meilleurs modèles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES D'ARGENT.

M. Stéphan Abram (Roumanie).

M. Abram expose un traîneau d'un joli modèle, garni en peluche, avec grand garde-crotte en cuir.

MM. Bedel et fils (France).

MM. Bedel exposent trois voitures :

Une charrette anglaise, avec bois guilloché disposé en losanges : les sièges sont à glissières avec menottes à ressorts pour les arrêter, et les brancards flexibles à ressorts;

Un vis-à-vis forme carrée; siège sur ferrures démontables, ailes en bois; pavillon, système Bedel, posé sur deux colonnes avec tringles tout autour pour les rideaux, et deux stores fermant les ouvertures d'entrées;

Une charrette dog-cart que le constructeur appelle *la Trouvillaise*, avec le haut à jour en bois recourbé; bonne voiture, bien montée;

Cette exposition témoigne de l'esprit de recherche de son auteur.

M. Eugène Boulogne (France).

M. Boulogne expose trois voitures :

Un landau carré, deux chevaux, siège breack, avec passage allongé, ailes devant et derrière, portes entières, monté derrière sur cinq ressorts à crosse;

Un coupé à deux places, rond, avec ailes de portes et lanternes carrées avec glaces bombées sur les côtés;

Un omnibus à six places, siège breack, avec siège d'impériale, portes à chiens en tôle perforée, monté à trois ressorts derrière et muni d'une mécanique à volant;

Toutes ces voitures sont étudiées avec goût et bien finies.

M. Bourgeois (France).

M. Bourgeois expose deux voitures soignées :

Un coupé rond avec ailes de portes, monté à cinq ressorts demi-pincettes derrière, et dont la garniture soignée est en satin vert;

Un mylord bateau à jour, avec grandes ailes devant et petites ailes derrière, monté à quatre ressorts à pincettes avec strapontin se dissimulant sous le siège du cocher.

M. Claeys (Belgique .

M. Claeys nous montre un breack à huit places, celles de derrière en dog-cart ; voiture confortable et de bonne construction.

M. Dieteren (Belgique).

M. Dieteren expose un landau carré à trois cintres, monté à cinq ressorts demi-pincettes derrière, avec ailes devant et derrière; les brisements de la caisse sont cannés; l'ensemble de cette voiture est satisfaisant.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Dufour aîné et Dufour fils (France).

MM. Dufour exposent trois voitures bien construites :

Un omnibus à six places pour deux chevaux, avec avance, à pans coupés devant et derrière, gorge à angle vif, petit siège d'impériale pour deux places, ailes de ceinture en bois ;

Le montage est à trois ressorts derrière.

Un petit omnibus à quatre places pour un et deux chevaux, également à pans coupés devant et derrière, et avec une seule glace de côté. Le montage est avec ressorts à pincettes.

Un mylord carré, avec le brancard du bas arrondi, petites ailes et strapontin à charnières.

M. Felber (France).

M. Felber expose trois voitures :

Un coupé trois quarts à avance carrée, avec coins légèrement arrondis, monté à cinq ressorts derrière; l'avant-train avec demi-rond;

Un coupé rond, avec crosses en bois, monté à cinq ressorts derrière, l'avant-train également avec demi-rond;

Un mylord, bateau à jour; grandes ailes devant, petites ailes derrière.

Exposition soignée.

M. Ferretti (Italie).

M. Ferretti expose deux voitures à huit ressorts :

Un coupé à huit ressorts, garni en satin bleu ;

Un coupé de ville, à housse, très ornementé, siège à la française, l'entretoise nous a paru un peu maigre.

Jolies voitures d'exposition.

M. Léon Firmin (France).

M. Firmin expose deux voitures :

Un petit breack à six places, dont les deux de derrière en dog-cart. La caisse est percée de deux jours de chaque côté ;

Un coupé rond, monté sur cinq ressorts derrière.

Ces deux voitures sont d'une bonne construction.

MM. Forder brothers and C° (Grande-Bretagne).

MM. Forder exposent un cab très soigné dans toutes ses parties et comprenant tous les perfectionnements désirables, notamment une disposition mécanique permettant au cocher d'ouvrir de son siège les portes et le vasistas. Cette voiture, montée sur des ressorts en C, est parfaitement équilibrée; le constructeur, d'ailleurs, a une réputation méritée en Angleterre pour ce genre de voitures.

M. Geissberger (Suisse).

M. Geissberger expose deux voitures soignées :

Un coupé à deux places, avec mécanique ;

Un phaéton à pincettes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Girard et Domette (France).

MM. Girard et Domette exposent trois voitures d'une bonne fabrication et bien finies :

Un omnibus à six places pour un ou deux chevaux, monté à trois ressorts derrière, avec siège d'impériale, galerie d'impériale en tôle perforée, siège à coquille et garde-crotte.

Un coupé rond, monté à cinq ressorts derrière et à crosses, avec ailes de portes;

Un mylord-bateau à jour, monté à pincettes, avec grandes ailes devant et derrière, et strapontin à charnières dans la gorge.

M. Pieter de Hoo (Pays-Bas).

M. de Hoo expose une voiture à deux roues, de la Frise, genre tout à fait spécial à ce pays, et dont on fait cadeau, paraît-il aux jeunes mariés pour leur retour de noces. Cette voiture, de forme Louis XV, montée sur des soupentes en cuir, est à panneaux peints très artistement, avec ornements dorés.

C'est un modèle fort original et très gracieux.

MM. Kimball et Cie (États-Unis).

MM. Kimball exposent quatre voitures, d'une fabrication remarquable :

Un buggy américain à une place;

Un dog-cart à deux roues;

Un duc;

Un traîneau;

Toutes ces voitures, genre américain, sont très légères et bien finies.

MM. Kolber frères (Autriche-Hongrie).

MM. Kolber exposent deux voitures :

Un phaéton de dame, à balustres à jour, avec ailes derrière, monté à pincettes, avec avant-train à demi-rond. Le marchepied est bien compris pour permettre un accès facile;

Une voiture de chasse, de forme originale, genre phaéton échancré; panneaux en bois guilloché; marchepied double; ailes devant et derrière descendant au marchepied.

Cette voiture est bien montée, sur ressorts à pincettes, et est très soignée dans tous ses détails.

M. Lagogué (France).

M. Lagogué expose trois voitures bien conçues et répondant aux besoins de son pays :

Une charrette alençonnaise, dont la particularité est que les voyageurs sont assis dans le même sens; l'équilibre se fait au moyen du siège de derrière, lequel est à bascule, pour permettre d'y accéder. Il y a une mécanique, et sous la caisse un panier à provisions.

Un breack normand à six places, sièges vis-à-vis, avec panier à provisions en dessous, et mécanique à volant.

Un breack alençonnais à six places, très léger, pouvant s'atteler à un cheval; siège de derrière à bascule; panier à provisions en dessous; mécanique à volant.

M. Le Chevalier (France).

M. Le Chevalier présente un coupé trois quarts à avance carrée.

Sa principale exposition est aux voitures de commerce.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Leffroy (France).

M. Leffroy expose trois voitures d'une bonne fabrication :

Un phaéton à douze ressorts, avec échelle à tiroir sous la coquille;

Un coupé rond, avec ailes de portes, monté sur cinq ressorts à crosse derrière;

Un mylord, bateau à jour, avec grandes ailes devant et derrière, et strapontin à charnières dans la gorge.

M. Albert Lemaître (France).

M. Lemaître expose deux voitures

Un break-omnibus à six grandes places d'intérieur, monté à trois ressorts derrière. La particularité de ce break est qu'il y a, sur le devant, deux sièges, dont l'un au-dessus du passage;

Un sociable, forme bateau à jour, avec siège à garde-crotte, ailes devant et derrière; brisements cannés.

Ces deux voitures sont très soignées de dessin et de construction.

M. Zacarias Lopez (Espagne).

M. Lopez expose quatre voitures bien traitées :

Un coupé à flèche de forme ronde, avec ailes de portes; la flèche se relève sur le devant en demi-col de cygne et accompagne bien le passage;

Un mylord à huit ressorts, forme bateau, à grandes ailes, avec flèche à col de cygne devant.

Un buggy sans capote, caisse à jour et à balustres, monté à trois ressorts.

Une voiture dite *calesà*, en usage à Madrid à la fin du XVIII^e^ siècle. Cette voiture à deux roues est une espèce de cabriolet à capote avec plancher derrière posé directement sur l'essieu et brancards attachés également à l'essieu. Elle est de forme gracieuse et très originale. La caisse est fort ornementée avec panneaux peints et le plancher derrière en bois sculpté.

MM. Maleval et Vacher (France).

MM. Maleval et Vacher exposent trois voitures faites avec soin :

Un phaéton-duc, avec siège derrière articulé et à glissière se logeant dans la caisse;

Un landau à un cheval avec les portes carrées et les brisements cannés en forme de rotonde; siège à coquille et à garde-crotte;

Un petit omnibus de famille avec capucine devant.

MM. Meuris et Diasson (Belgique).

MM. Meuris et Diasson exposent un petit break à six places avec marchepied à développement formant palette, sur lequel nous n'avons rien de particulier à dire.

M. Moussard (France).

M. Moussard expose trois voitures :

Un mylord, bateau plein, à grandes ailes devant et derrière;

Un coupé trois quarts carré à avance carrée, avec les coins légèrement arrondis à la caisse et au pied de devant, monté sur cinq ressorts à demi-pincettes derrière;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un omnibus à six places d'intérieur, siège breack, avec persiennes dans les portes du coffre. Les panneaux de côté sont en forme de bateau et il y a, sur le dessus, un siège d'impériale et une galerie de bagages.

Exposition bonne dans son ensemble.

M. Rostaing (France).

M. Rostaing expose trois voitures bien construites :

Un landau pour deux chevaux à brisements ronds et à portes entières, monté sur ressorts à pincettes avec crosses en fer;

Un coupé rond à deux places, monté sur ressorts à pincettes;

Un duc à capote, monté sur quatre ressorts à pincettes; siège de derrière en fer; garde-crotte en cuir devant avec ailes descendant aux marchepieds; petites ailes derrière.

MM. Rétif frères (France).

MM. Rétif frères exposent trois voitures dont la principale, très étudiée, est :

Un mail-coach char à bancs, monté à pincettes devant et à cinq ressorts derrière, avec mécanique à volant. Cette voiture, dont la caisse est carrée avec brisements arrondis et cannés, se distingue d'un mail-coach, d'abord par son montage et ensuite parce que l'intérieur est entièrement à jour sur les côtés et ne se ferme que par des rideaux. Il y a, comme aux mails, deux sièges d'impériale dos à dos; une boîte sur le dessus et un siège derrière sur ferrures pour domestiques.

MM. Rétif exposent en outre :

Un omnibus à six places à siège breack, monté bas, et avec siège d'impériale;

Un duc à capote avec sièges devant et derrière démontables; grandes ailes devant et petites ailes derrière.

M. Louis Rose (France).

M. Louis Rose expose trois voitures :

Un coupé trois quarts rond à avance carrée, soigné dans toutes ses parties, avec garniture en satin tendu à raies et dossier forme voltaire;

Un petit landau, pour un et deux chevaux, avec portes entières et brisements ronds cannés. Le siège est à coquille avec garde-crotte et le montage à pincettes. Bonne voiture;

Un omnibus à six places, siège breack avec hausse, portes à chiens sur les côtés en tôle perforée; frein système Lehut; siège d'impériale; l'intérieur en maroquin lisse, le haut de l'intérieur et le pavillon en ébénisterie. Ensemble bien soigné.

MM. Rothschild et fils (France).

MM. Rothschild et fils ont une importante exposition de cinq voitures soignées :

Un mail-coach bien dans son train avec tous ses accessoires très complets : table, glacières, coffres, panier, etc. Cette voiture est munie en outre de marchepieds à coulisse se développant de chaque côté de la caisse;

Un phaéton à sept ressorts, de style ancien, un peu lourd;

Un sociable à huit ressorts, caisse carrée, coffre breack;

Un coupé rond, monté à pincettes avec avant-train à demi-rond;

Un mylord, bateau plein, à grandes ailes, caisse cannée et montée à pincettes; les ressorts de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

derrière sont en dedans et logés dans la caisse; le capotage est automatique, sans compas; l'avant-train est à demi-rond.

MÉDAILLES DE BRONZE.

M. Audineau (France).

M. Audineau expose un coupé de son système et un duc-phaéton à trois transformations qui dénotent surtout l'esprit de recherche du constructeur.

MM. Barbier frères (Belgique).

MM. Barbier frères exposent deux voitures :

Un tilbury, forme bateau à jour, et à capote avec ressorts en C montés sur l'essieu et soupentes en cuir;

Un omnibus à quatre places avec siège d'impériale.

MM. Brunet (France).

MM. Brunet exposent trois voitures :

Un petit omnibus pour un et deux chevaux, à quatre places d'intérieur avec siège d'impériale; très léger;

Un mylord, bateau à jour, avec strapontin se dissimulant sous le siège;

Un petit breack de chasse à six places avec siège derrière, forme dog-cart; strapontin à coulisse sous le siège de devant; mécanique à levier.

M. Chaillou (France).

M. Chaillou expose deux voitures :

Un coupé trois quarts légèrement arrondi, à avance carrée, monté à cinq ressorts derrière avec mécanique à volant;

Un mylord, bateau à jour, monté à pincettes, avec mécanique.

M. Benoît Demont (France).

M. Benoît Demont expose une voiture à quinze transformations qui est plus travaillée que pratique.

MM. Ehrngard et Delbecque (France).

MM. Ehrngard et Delbecque exposent un landau en blanc à cinq glaces, caisse à trois cintres, système de rabattement du devant à parallélogramme.

M. Eugène Guérin (France).

M. Eugène Guérin expose trois voitures :

Un duc carré très petit avec siège en bois derrière et siège de devant démontable, avec mécanique agissant du siège de devant, de l'intérieur et du siège de derrière;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un breack-omnibus à six places avec pavillon mobile, siège breack avec passage;
Un grand omnibus d'hôtel à huit grandes places et siège d'impériale.

M. Michotte (Belgique).

M. Michotte expose un phaéton à capote passage carré.

MM. Morgand and C° (Grande-Bretagne).

MM. Morgan and C° exposent six voitures :
Une voiture à deux roues, montée avec ressorts en C;
Un *rustic dog-cart* à deux roues;
Un coupé trois quarts monté avec ressorts en C;
Un landau-bateau, même montage;
Un mylord;
Un balmoral-cabriolet.

M. Petitbon (France).

M. Petitbon expose un omnibus à six places pour un et deux chevaux, monté à trois ressorts derrière, avec siège à garde-crotte.

M. Raguin (France).

M. Raguin expose trois voitures en blanc, très soignées de détail :
Un vis-à-vis bateau, à deux capotes, siège à bascule sur ferrures; l'intérieur de la caisse avec taquets en bois formant mosaïque;
Un mylord, bateau à jour, avec strapontin sous le siège;
Un petit char à bancs qu'il appelle *le Montrichard*, à six places avec siège à bascule derrière.

M. Léon Renault (France).

M. Léon Renault expose deux voitures :
Un mylord, bateau à jour, avec strapontin se dissimulant sous le siège;
Un coupé rond monté à cinq ressorts derrière.

M. Renault-Peguy (France).

M. Renault Peguy expose une voiture pour magasins de nouveautés, montée à trois ressorts derrière.

M. Gerrit Stam (Pays-Bas).

M. Gerrit Stam expose un coupé trois quarts à avance ronde, monté à cinq ressorts demi-pincettes derrière.

MM. Verwilt et fils (Belgique).

MM. Verwilt et fils exposent un phaéton à capote, passage carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Veth (Pays-Bas).

M. Veth expose trois voitures :
Une victoria à huit ressorts de forme carrée;
Un coupé trois quarts légèrement arrondi;
Un mylord carré monté à pincettes devant et à ressorts en C derrière.
Ces trois voitures semblent un peu légères.

M. Vollant (France).

M. Wollant expose deux voitures :
Un phaéton de promenade à capote et à bancs changeants;
Un buggy à capote;

MM. Windover (*C. S.*) [Grande-Bretagne].

MM. Windower exposent huit voitures :
Quatre dog-carts à deux roues; un dog-cart à quatre roues; un governess-cart; une victoria à deux sièges; un coupé trois quarts.

MM. Windover (*J. C.*) *et C^e^*, [Grande-Bretagne].

MM. Windower exposent dix voitures :
Un rallie-cart; une charette Garanger; un phaéton Élysée; un phaéton à quatre places; un dog-cart à deux roues; un dog-cart à quatre roues; un mylord; un coupé; un landau caisse carrick; une estrada.

MENTIONS HONORABLES.

Parmi ceux qui ont obtenu des mentions honorables citons : MM. Castellano frères (Algérie); Courtin (France); Daubez (Algérie); Hudson (Grande-Bretagne); Mac Mullen and sons (Grande-Bretagne); Vandenplassche (Grande-Bretagne).

VOITURES POUR SERVICES PUBLICS.

Les services publics étaient très bien représentés dans l'exposition de la classe 60 par la Compagnie générale des omnibus et la Compagnie générale des voitures, à Paris, qui sont du plus grand secours à la circulation. L'une et l'autre font chaque jour les plus sérieux efforts pour augmenter le confortable de leur matériel, tout en en diminuant le poids mort, autant que possible, dans l'intérêt de leur cavalerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autres constructeurs ont rivalisé de zèle et ont exposé également des voitures du même genre très bien appropriées au service qu'elles doivent faire. Nous y reviendrons plus loin en détail.

Disons quant à présent que si nous n'avons pas de grands changements à signaler depuis l'Exposition de 1878, il y a néanmoins des améliorations de détail que nous indiquerons au fur et à mesure que nous examinerons les produits.

Notons principalement comme innovations : l'application aux omnibus, depuis 1882, des freins funiculaires, système Lemoine, qui permettent l'arrêt presque instantané de ces lourdes voitures sans fatiguer les essieux autant que les freins à vis. Signalons aussi la substitution presque complète de l'acier au fer dans la fabrication des voitures de place.

Parmi les constructeurs de ces voitures, nous citerons :

HORS CONCOURS.

M. Morel-Thibault (France).

M. Morel-Thibault expose :

Une voiture tramway, laquelle ne diffère du tramway ordinaire que par le montage du train construit de façon que la voiture puisse rouler sur une chaussée et non sur des rails. L'avant-train peut tourner à 45 degrés. La largeur de la voie est calculée de façon qu'au besoin les quatre roues, bien que n'étant munies que de bandages plats, puissent suivre exactement la voie des tramways. Les roues sont munies de moyeux en bronze comme dans le système adopté par l'artillerie; les fusées d'essieu, système demi-patent à l'huile, sont sans devers.

La voiture comporte :

Douze voyageurs assis à l'intérieur, quatre assis et deux debout sur la plate-forme de devant, six debout sur la plate-forme d'arrière.

Deux chevaux de moyenne taille suffisent pour traîner la voiture en charge, qui, en résumé, est très pratique et fort bien construite.

MEDAILLES D'OR.

La Carrosserie industielle (France).

Cet établissement expose quatre voitures :

Un coupé de place à caisse carrée; le devant circulaire avec glaces glissantes et strapontin devant. Toutes les pièces de montage et l'avant-train sont en acier; les chevilles ouvrières et les essieux en fer forgé; les boîtes de roues en bronze phosphoreux;

Un mylord de place de forme carrée avec strapontin se logeant dans le devant du coffre et entraînant, lorsqu'on l'abaisse, le tablier qui se trouve alors placé au-dessous, ce qui donne un peu plus de place à la personne qui y est assise; ferrure en acier comme au coupé, sauf les chevilles ouvrières et les essieux en fer forgé; les boîtes en bronze phosphoreux.

Les deux voitures ci-dessus sont conformes aux types construits pour la maison Camille et Cie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un omnibus en blanc, à six places d'intérieur et trois glaces de côté, avec siège breack et siège d'impériale pour trois personnes.

Un grand breack de course de quarante places, bien étudié et d'une disposition commode et originale.

La caisse forme deux compartiments bien distincts de huit places chacun en vis-à-vis. Le pavillon qui surmonte cette voiture forme deux plates-formes séparées, de deux sièges chacune, les banquettes contiennent quatre personnes dos à dos qui se trouvent séparées par un coffre à provisions. Un coffre à provisions ou à habits forme également séparation entre les deux compartiments du bas. Le siège de devant est très élevé et se divise en deux banquettes dos à dos : celle de devant pour le cocher et trois personnes, celle de derrière pour quatre personnes.

Cette voiture intéressante nous montre des ferrures forgées d'une grande difficulté d'exécution. Les marchepieds sont bien compris et permettent un accès facile à tous les sièges.

Compagnie générale des omnibus, à Paris (France).

La Compagnie générale des omnibus expose :

Un nouveau modèle d'omnibus très soigné et fort bien compris, à trente places et à deux chevaux, d'une longueur extérieure de caisse à la ceinture de 3 m. 52 et d'une largeur extérieure de 1 m. 80, avec cinq fenêtres de chaque côté.

Le nombre des places d'intérieur est de	14
Celui des places de plate-forme est de	2
Celui des places d'impériale est de	14

Cette voiture est munie d'un frein funiculaire, système Lemoine.

Le poids de l'omnibus vide est de	1,900 kilogr.
Celui de l'omnibus chargé est de	3,980
Ce qui donne une charge par cheval de	1,990

Nous signalerons particulièrement à cette voiture :

1° Sa légèreté relative, son poids utile étant de 2,280 kilogrammes et son poids mort de 1,900 kilogrammes seulement;

2° L'augmentation du diamètre des roues d'arrière qui a été porté de 1 m. 56 à 1 m. 70, ce qui a pour effet de diminuer l'effort de traction.

Ce type d'omnibus fait le plus grand honneur à M. Mauclère, l'intelligent directeur des ateliers de la Compagnie générales des omnibus.

Compagnie générale des voitures, à Paris (France).

La Compagnie générale des voitures expose quatre voitures très étudiées au point de vue du service et très soignées dans tous leurs détails :

Un coupé de place de son modèle, forme carrée, monté à cinq ressorts derrière;

Un mylord de place également de son modèle, forme carrée, avec le même montage que le coupé;

Un coupé de remise, du même modèle que le coupé de place;

Un mylord de remise, du même modèle que le mylord de place; ces deux dernières voitures ne différant des premières que par la garniture et la peinture qui en sont très soignées pour répondre à l'usage auquel elles sont destinées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces quatre voitures présentent cette particuliarité qu'elles ont toutes les pièces du train communes et interchangeables : roues, essieux, ressorts, avant-trains, arrière-trains complets; l'arrière-train, breveté par la Compagnie, est établi de telle façon que les moutonnets et le support du ressort de travers sont forgés d'une seule pièce et se fixent à la caisse, avec la plus grande faciliteté, au moyen de quatre boulons. Pour assurer la rectitude du montage de l'arrière-train, des plaques en acier sont fixées à demeure sous les brancards de caisse, afin d'empêcher toute détérioration de ces brancards par suite du montage. Nous considérons cette disposition comme très intelligente et très économique pour une compagnie de cette importance. Afin de diminuer le poids qui joue un si grand rôle dans la traction de ces voitures, toutes les pièces de forge du train et de la caisse sont en acier, à l'exception des essieux, ce qui a permis de ramener les poids : du coupé de place, de 475 kilogrammes à 396 kilogrammes; du mylord de place, de 415 kilogrammes à 359 kilogrammes.

Ces derniers poids sont ceux des modèles exposés.

MÉDAILLE DE BRONZE.

Société anonyme des omnibus, à Milan (Italie).

Cette Société expose un petit modèle réduit de son type de voitures, très intéressant et bien fait.

CHARRONNAGE.

VOITURES DE COMMERCE ET DE TRANSPORT.

Les voitures de transport, de commerce et gros charronnage occupent une place importante dans la classe 60, car, en raison des besoins croissants de l'industrie, du commerce et de l'agriculture, les constructeurs de ces genres de véhicules ont apporté de grandes modifications et des perfectionnements dans la construction de tous les types comprenant le gros charronnage.

L'exposition du charronnage contenait un grand choix de véhicules dont quelques-uns attiraient l'attention par leur fabrication soignée, leur forme bien étudiée et appropriée à leurs services. Nous citerons d'abord :

HORS CONCOURS.

MM. Thibout frères (France).

(Membre du jury.)

MM. Thibout frères exposent : 1° une voiture fourragère à deux roues, dite *grainetière;* cette voiture, comme son nom l'indique, sert spécialement aux transports des grains et fourrages; montée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur deux ressorts avec essieu patent, elle est munie de tampons à base de caoutchouc servant à atténuer les chocs produits par la charge lorsqu'elle atteint la limite de flexion des ressorts.

Les cintres des côtés de cette voiture lui donnent un certain cachet d'élégance et de légèreté, et facilitent le chargement des fourrages; les cornes fourragères mobiles placées à l'avant et à l'arrière contribuent aussi, par leur forme, à donner la place nécessaire pour loger dans cette voiture de petite dimension une assez grande quantité de fourrages.

Le siège mobile, placé à l'avant de la voiture, simple et bien combiné, se ploie lorsqu'il n'est pas utilisé et se pose sur le fond de la voiture où il tient une place presque insignifiante.

Cette voiture, bien comprise, est très roulante; son montage, avec essieu à devers opposés, permet d'avoir des roues d'une bonne hauteur.

2° Un chariot breack, à l'usage des châteaux et maisons bourgeoises. Cette voiture, montée avec ressorts à pincettes devant, et à trois ressorts, derrière, essieux patents, a l'avantage de pouvoir servir comme breack et comme chariot fourragère, en remplaçant les banquettes mobiles par des côtés également mobiles avec gardes-ranches cintrés en fer; deux cornes fourragères s'adaptent à l'avant et à l'arrière et complètent ce véhicule.

Cette voiture, sans l'addition des fourragères de côté, forme, en retirant les banquettes, un genre de voiture bien combiné pour le transport de bagages ou de caisses de grandes dimensions; car le derrière, quoique à portière, forme hayon et se retire facilement pour donner une entrée de toute la largeur de la caisse.

Cette voiture se transforme donc en trois genres différents.

MÉDAILLES D'OR.

M. Jean Larochette (France).

M. Jean Larochette expose :

1° Un grand chariot fourragère pouvant porter 6,000 kilogrammes, monté sur six ressorts, essieux patents. Ce chariot, de grandes dimensions, est très gracieux dans sa forme et bien étudié dans tous ses détails. Parmi les perfectionnements que nous avons remarqués dans ce véhicule, nous citerons son siège en forme de rotonde, placé entre les deux montants de la fourragère du devant et supporté par deux ferrures en forme de col de cygne avec marchepied enlevé dans la masse, ses ranchers en fer forgé d'une seule pièce, son avant-train perfectionné nouveau système consistant en deux ronds encastrés l'un dans l'autre et roulant sur galets fixés au rond inférieur.

Cette invention a pour but principal de réduire dans une certaine limite la résistance lorsqu'on fait tourner la voiture et de supprimer complètement le graissage de l'avant-train; ce système, expérimenté par la maison Larochette, produit de bons résultats.

Nous remarquons encore les deux moulinets placés à l'avant et à l'arrière dont les supports à douilles, enlevés d'une seule pièce, sont d'un travail parfait.

Ce chariot, présenté en blanc, sans aucune peinture ni vernis, toutes les ferrures limées et polies, a été très admiré.

2° Une voiture de commerce pour livraisons des grands magasins de nouveautés. La caisse est d'une exécution parfaite, de forme gracieuse, le montage bien proportionné, la peinture et la finition ne laissent rien à désirer. Sur le dessus du pavillon sont des tableaux pour réclame avec système mécanique servant à les lever ou à les baisser à volonté; ce système convient spécialement aux maisons ayant des remises basses de plafond.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Une voiture de commerce en forme de tapissière, montée sur ressorts à pincettes à l'avant et trois ressorts derrière; caisse bien proportionnée, de forme élégante, travail bien fait dans tout son ensemble, peinture soignée.

La Carrosserie industrielle (France).

Cet établissement expose : 1° Un grand chariot pour le transport des bières, à deux chevaux, monté sur six ressorts essieux patents; ce chariot, quoique de grande dimension, est gracieux dans sa forme, d'une grande légèreté et pourtant très solide; nous avons remarqué les bandes des côtés, qui sont en acier doux; ces constructeurs ont substitué l'acier au fer dans presque toutes les pièces de forge. Cette substitution, heureusement appliquée, leur permet de construire plus légèrement.

Ce chariot était présenté en blanc, bois vernis, ferrures découpées en noir, travail bien fini.

2° Un camion, dit *de luxe,* pour le service des maisons de commerce; monté sur six ressorts, essieux patents, ridelles démontables pour permettre le changement des grandes caisses excédant la largeur du plateau, siège d'une forme gracieuse, montage bien proportionné. Ce véhicule était présenté en blanc, ferrures limées et polies, travail bien fini dans son ensemble.

3° Un grand chariot, dit *fourragère,* pour transport de grains et fourrages, monté sur sur six ressorts, essieux patents. Ce chariot, de grandes dimensions, est cependant très élégant par sa forme et par sa légèreté; son siège est fixé entre les deux montants de la fourragère du devant par deux ferrures en forme de col de cygne, avec marche-pied enlevés dans la masse; montage bien proportionné, travail parfait, ensemble bien étudié.

Ce chariot, très remarqué, était présenté en blanc, ferrures limées et polies.

MÉDAILLES D'ARGENT.

MM. Beaufils frères (France).

MM. Beaufils frères exposent : 1° un binard pour le transport des pierres, système breveté; ces constructeurs se sont fait une spécialité de ce binard qu'ils ont créé et qui est fort apprécié,

Le type exposé était verni sur bois, les ferrures découpées en noir; en résumé, travail bien proportionné et bien fini dans son ensemble.

2° Une voiture de commerce, genre tapissière, à quatre roues, montée sur ressorts pincettes à l'avant-train, trois ressorts à l'arrière, essieux patents, la caisse bien conçue, de forme élégante, montage soigné, peinture bien faite.

M. A. Chambard (France).

Expose un chariot à quatre roues, dit *tringle hall,* servant à transporter les bois en grumes ou des charpentes. Ce chariot est construit de manière à pouvoir allonger le train de l'avant et celui de derrière, selon les dimensions plus ou moins grandes des pièces que l'on doit transporter. Cette nouvelle combinaison, qui emprunte au fardier ses qualités sans en avoir les inconvénients, est probablement destinée à le remplacer dans bien des cas. Ce tringle hall, exposé en bois verni, ferrures découpées en noir, était d'un travail bien fini dans son ensemble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Cassard (France).

M. Cassard expose un chariot dit *de brasseurs*, pour le transport des bières, monté sur six ressorts, essieux patents, travail bien proportionné et bien fini dans son ensemble; il était présenté bois verni, ferrures bronzées blanc.

Ce constructeur s'est fait une spécialité de ce genre de véhicules.

M. Léon Ferry (France).

M. Léon Ferry expose un camion de roulage à quatre roues, monté sur six ressorts, essieux patents, ridelles démontables pour le transport des fûts excédant la largeur du plateau; ce camion, bien étudié et d'une finition soignée était verni sur bois, toutes les ferrures limées et polies.

Maison Veuve Jean et René Breteau (France).

Cette maison expose cinq types différents de voitures de commerce, nous avons tout particulièrement remarqué :

1° Une voiture de livraison pour le service des grands magasins de nouveautés, dont la caisse, d'une coupe élégante, bien proportionnée, est très bien montée sur son train, travail bien fini dans ses détails, belle peinture;

2° Un fourgon de commerce, monté sur six ressorts, essieux patents, caisse bien étudiée, travail d'un bon ensemble;

3° Omnibus pour le service d'hôtel et de commerce, huit places et galeries d'impériale pour les bagages, caisse de forme élégante, montage bien fait et finition soignée.

M. Lechevalier (France).

M. Lechevallier expose une voiture de commerce dite *de distillateur*, montée sur deux ressorts pincettes à l'avant-train et trois ressorts à l'arrière, essieux patents, caisse gracieuse et bien dessinée.

Cette voiture peut porter de 1,600 à 1,800 kilogrammes, elle était présentée avec son chargement complet (poids maximum), travail soigné, bien fini dans son ensemble.

2° Un fourgon de commerce pour distillateur, monté sur six ressorts, essieux patents, travail soigné et bien compris.

Ce constructeur a acquis une réputation justement méritée, pour ces genres de véhicules.

M. J. Morel (France).

M. J. Morel expose : 1° une voiture de commerce à deux chevaux, à l'usage des teinturiers, apprêteurs et décatisseurs, montée sur six ressorts, essieux patents, avant-train bien étudié et d'un modèle spécial à cette maison; caisse à panneaux en tôle planée avec coupé, garnie en vache vernie.

Malgré ces grandes dimensions, la caisse bien montée, d'un dessin gracieux, paraît légère; en résumé, travail suivi dans les détails, peinture et finition soignées;

2° Une petite voiture de commerce pour imprimeur et parfumeur, caisse à panneaux d'acajou et à passage, très élégante de forme, les assemblages bien faits, capucine devant, montages à ressorts, pincettes, construction légère et solide, garniture soignée, bois vernis, ferrures découpées en noir, travail très bien fini.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Nénard fils (France).

M. Nénard fils expose un chariot dit *de brasseur,* pour le transport des bières, monté sur six ressorts, essieux patents, caisse de cintres gracieux, bien proportionné, siège sur le devant avec planche de coquille pour les pieds se relevant à volonté pour permettre de descendre les fûts devant, travail bien fini dans ses détails, montage soigné, bois verni, ferrures limées et polies; ce chariot muni d'un frein perfectionné à levier, système Nénard, a été très remarqué.

M. Roux (France).

M. Roux expose un haquet pour le transport des vins en fûts, très bien conçu il est muni d'un frein se serrant sur le derrière des moyeux, système Roux (breveté), travail de gros charronnage soigné, bien compris dans ses détails.

MM. Rivière et fils (France).

MM. Rivière et fils exposent: 1° Un camion de roulage, monté sur six ressorts, essieux patents, ridelles démontables pour le chargement des fûts excédant la largeur du plateau. Cette voiture bien construite dans son ensemble était vernie sur bois, ferrures découpées en noir;

2° Un haquet pour le transport des vins en fûts, travail de gros charronnage, bien proportionné.

MÉDAILLES DE BRONZE.

M. Bonnet (France).

M. Bonnet expose un tonneau à quatre roues pour le service des établissements de bains, monté sur six ressorts, essieux patents, ce tonneau monté sur châssis, formant cage avec un dessus formant plateau pour porter les baignoires, siège sur le devant et galerie pour les seaux, travail bien fait.

M. Eymin (France).

M. Eymin expose plusieurs voitures à bras, pliantes, système breveté; ces voitures très ingénieuses ont comme principale avantage de tenir peu de place au remisage et rendent de grands services dans les maisons de commerce, dont les locaux sont restreints.

M. L. Gosset (France).

M. L. Gosset expose : 1° Une voiture, genre tapissière, à deux roues, montée sur train à quatre ressorts et essieux patents, caisse de bonnes proportions, peinture soignée;

2° Un phaéton industriel, monté sur ressorts à pincettes, essieux patents, caisse d'un joli modèle, garniture et peinture bien faites dans leur ensemble.

M. Waldi (République Argentine).

M. Waldi expose un tombereau à attelage pour bœufs; la cage est bien étudiée, bois vernis, ferrures découpées en noir, travail de charronnage bien fini.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Landon (France).

M. Landon expose : 1° Une voiture à quatre roues, pour le service des fleuristes, montée sur ressorts, pincettes et essieux patents, caisse bien appropriée, bien montée et peinture soignée;

2° Une voiture à deux roues, genre *boulangère,* montée sur train à quatre ressorts, essieux patents, voiture bien proportionnée dans son ensemble, montage et finition convenables.

M. Loup (France).

M. Loup expose un camion léger, monté sur six ressorts et essieux patents, ridelles démontables, travail de charronnage bien fait.

M. A. Oursel (France).

M. A. Oursel expose un chariot dit *de laitier,* monté sur six ressorts, essieux patents, ce véhicule était présenté peint par moitié; l'autre moitié vernie sur bois permettait de se rendre compte du travail du bois et de la pose des ferrures.

Ce chariot, muni d'un frein d'enrayage à pédale se serrant sur le derrière du moyeu était bien fini de charronnage.

M. A. Renault (France).

M. A. Renault expose : 1° Une caravane de saltimbanques, montée sur six ressorts, essieux patents; la caisse bien proportionnée dans son ensemble était meublée confortablement à l'intérieur. Cette voiture originale et bien comprise a eu, pendant la durée de l'Exposition, un succès de curiosité bien mérité;

2° Un fort chariot, monté sur ressorts, pour le transport des sucres bruts;

3° Un camion léger, monté sur six ressorts, essieux patents, ridelles démontables, travail bien fait dans son ensemble;

4° Une voiture de commerce, montée sur ressorts, essieux patents, caisse bien proportionnée, peinture finie.

MENTION HONORABLE.

MM. Gerbron et Allain (France).

MM. Gerbron et Allain exposent deux voitures à bras, dites *boulangère,* ces voitures gracieuses dans leur forme étaient légères et d'un travail bien fait.

VÉLOCIPÈDES.

L'industrie vélocipédique est née comme tant d'autres, d'une invention française.

En 1855, un ouvrier serrurier, Michaux, avait l'idée d'adapter un axe pourvu de manivelles et de pédales à la roue d'une sorte de bicycle que mettait en mouvement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la propulsion des pieds du cavalier prenant un point d'appui sur le sol. Le vélocipède était imaginé. On se rappelle avec quelle rapidité il fut adopté à Paris et en France, et de quel engouement il était déjà l'objet en 1870.

Les funestes événements de cette époque arrêtèrent brusquement les progrès de la fabrication de ce nouvel instrument de locomotion, et eurent pour résultat d'en faire passer la construction aux mains des Anglais qui nous le présentèrent, peu de temps après, notablement perfectionné; le bois, notamment, avait fait place au métal dans toutes les parties de la machine, et les roues métalliques étaient pourvues de rayons légers montés en tension. Il est juste, toutefois, de ne pas oublier que les deux principaux perfectionnements, les corps tubulaires et les jantes creuses étaient dus à l'esprit inventif d'un français, M. Truffault, que nous allons retrouver tout à l'heure parmi nos exposants nationaux.

Cette double invention marque un essor extraordinaire dans la fabrication des vélocipèdes; l'Angleterre, pendant quelque temps, en conserva en quelque sorte le monopole, et ses exposants figurèrent avec honneur à l'Exposition de 1878. Mais, depuis ce moment, cette industrie a marché à pas de géant. Il y a eu tant de modifications et de transformations, soit dans la forme des modèles, soit dans les détails de la fabrication, qu'on peut dire qu'elle a été créée à nouveau et de toutes pièces; les progrès réalisés sont considérables, et les machines, de jouets qu'elles étaient, sont devenues non seulement des œuvres mécaniques finies, mais encore des instruments de locomotion d'une utilité qui n'est plus contestée. Des faits et des chiffres seront du reste une démonstration complète de l'étendue du chemin parcouru depuis cette époque.

A Paris, en 1878, quelques exposants anglais et français présentaient seulement des bicycles, machines légères et rapides, mais élevées et instables qui ne pouvaient tenter l'amateur recherchant la sécurité et le confortable dans la locomotion. Depuis cette époque, les étapes se sont rapprochées, et chacune d'elles marque un progrès au point de vue de l'extension de l'usage des machines.

Le tricycle apparaît en 1881, stabilité et sûreté de direction, possibilité de station et sans descendre de selle, facilité d'emporter des bagages, autant de qualités qui obtiennent à ce nouveau moteur une diffusion rapide parmi les amateurs de tout âge et même de tout sexe. La position du cavalier devient aisée et parfaitement sûre, et malgré les complications du mécanisme, le poids de l'instrument ne s'élève pas, en moyenne, au-dessus du chiffre de 25 kilogrammes.

En 1885, on construit le bicycle de sûreté, plus léger que le tricycle et aussi rapide que le bicycle, malgré sa hauteur moindre, grâce à la multiplication de vitesse obtenue par l'emploi des chaînes et roues dentées; mais, comme le bicycle, il ne supprime pas les chutes en avant et il est obligé, dès le commencement de l'année 1886, de céder la place à la bicyclette qui est devenue la machine favorite de tous les amateurs du sport vélocipédique.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce type, si répandu aujourd'hui, se caractérise par le petit diamètre et l'égalité de hauteur de ses deux roues; la position de la selle sur la roue d'arrière et le peu d'élévation du cavalier rendent les chutes en avant impossibles, et les chutes latérales inoffensives. La machine n'en demeure pas moins aussi légère et plus rapide, en moyenne, que l'ancien bicycle; c'en est assez pour expliquer la faveur qu'elle prend, tendant à se substituer presque complètement à tous les types qui l'ont précédée.

La bicyclette, profitant de tous les perfectionnements apportés dans l'industrie vélocipédique, devient une véritable machine de précision, et son usage se répand dans toutes les classes de la société. Le Ministre de la guerre, suivant alors l'exemple des autres nations, l'adopte pour divers services dans l'armée.

En un mot, la transformation opérée pendant ces dix années est tellement complète qu'il ne reste plus trace en 1889 des instruments primitifs présentés en 1878. La cause en est due aux améliorations suivantes :

Application des coussinets à billes en acier trempé, réduisant au minimum le frottement;

Emploi des tubes d'acier étiré à froid sans soudure, donnant ainsi légèreté et rigidité, sans nuire à la solidité.

La comparaison de quelques poids donnera une idée des progrès effectués :

L'ancien tricycle en bois pesait	40 kilog.
Le bicycle en métal pèse	20
Le tricycle	25
La bicyclette enfin	16

Il a été construit des machines spéciales pour la course, du poids de 10 kilogrammes,

En Angleterre, l'importance de cette industrie est telle qu'on n'hésite pas à affirmer que, dans les centres manufacturiers, les ateliers spéciaux pour ces machines sont les plus importants de la mécanique; 12,000 ouvriers sont occupés à la fabrication proprement dite de la bicyclette et du tricycle, répartis entre les villes de :

Coventry	6,500 ouvriers
Birmingham	3,500
Wolverhampton	1,000
Nottingham	1,000

Cinquante mille machines sortent annuellement des principales maisons anglaises.

A Coventry, sur la principale place, se dresse la statue de M. James Starley, qui a doté l'industrie vélocipédique de nombreuses inventions.

En France, 2,500 à 3,500 ouvriers sont occupés dans les usines de Paris et de province, le nombre s'accroît tous les ans, et on peut prédire que sous peu les maisons françaises pourront rivaliser d'importance et de perfection avec les maisons anglaises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, l'industrie vélocipédique est arrivée à son apogée, non pas certes comme importance, mais comme perfection de ses produits. Deux chiffres compléteront cet aperçu. En 1878, la fabrication des bicycles occupait 200 ouvriers. Il y en a en ce moment 15,000 dans les différentes usines qui peuvent à peine, avec ce personnel, suffire aux demandes toujours croissantes qui leur arrivent du monde entier.

Voici quelques détails sur les divers exposants qui ont figuré à l'Exposition universelle de 1889 :

HORS CONCOURS.

MM. Clément et Cie (France).

C'est la première usine française exclusivement consacrée à la fabrication du vélocipède.

L'installation des produits de cette maison, très heureusement présentée, offrait un spécimen de tous les genres de machines actuellement construits. On y remarquait, notamment, un modèle nouveau de bicyclette à corps en forme de cadre, avec diagonales armées par des tubes de petit diamètre; une bicyclette tandem destinée à deux cavaliers, et pouvant aisément se réduire à une seule place; plusieurs tricycles divers de forme et de détails, et une exposition très complète et très intéressante de pièces détachées à différents états de travail et d'ajustage.

C'est, en somme, l'exposition la plus remarquable de la section française; cette maison, par les progrès de sa fabrication et par l'accroissement de son chiffre d'affaires, a pris, jusqu'ici, la tête de la fabrication française, et ne laisse, à notre industrie nationale, aucun sujet de redouter dans sa spécialité la concurrence étrangère.

MÉDAILLES D'OR.

MM. Humber et Cie (Grande-Bretagne).

Cette fabrique, la plus ancienne et la plus grande d'Angleterre, occupe, dans ses trois usines de Coventry, Beeston et Wolverhampton environ 700 ouvriers; elle a toujours gardé le premier rang non seulement par l'excellence de sa fabrication, mais encore par ses perfectionnements intelligents. On lui doit la création du tricycle à direction de bicycle, communément appelé *cripper*, modèle aujourd'hui universellement adopté.

Les pièces des machines Humber sont d'un fini et d'une précision irréprochables; à ce point de vue, on doit mentionner une tête à pivot à billes pour bicycle, et un mouvement différentiel de tricycle remarquable comme douceur et simplicité. Cette fabrique a toujours remporté les plus hautes récompenses partout où elle a exposé; ses machines sont les plus gracieuses, les plus légères et les mieux construites de la section étrangère.

MM. Rudge et Cie (Grande-Bretagne).

MM. Rudge et Cie emploient, à leur usine de Coventry, un nombre d'ouvriers à peu près égal à celui des établissements Humber, leur exposition, bien présentée, se compose d'une série complète de tous les modèles divers de bicycles, tricycles, bicyclettes et tandems de route et de course.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quelques machines nouvelles offrent un grand intérêt de curiosité, mais n'ont pas encore été sanctionnées par la pratique tels : un quadricycle à trois places dénommé *triplette*, un autre à deux places, un dernier à une seule place.

Une modification intelligente est apportée au montage des rayons des roues dont la tête rivée au moyeu, évite ainsi le taraudage.

Le fini des détails extérieurs est parfait dans les machines de Rudge et C^ie^, mais elles diffèrent des machines Humber au point de vue de la construction et du montage.

MÉDAILLES D'ARGENT.

MM. les Fils de Peugeot frères (France).

Cette maison, très honorablement connue de vieille date dans l'industrie de l'outillage, n'a que depuis fort peu de temps ajouté à son usine de Valentigney (Doubs) un atelier de 150 ouvriers pour la fabrication du vélocipède. Elle y a fait rapidement de sensibles progrès et ses produits étaient exposés d'une manière complète et élégante.

La solidité et l'aspect robuste distinguent les principaux modèles de cette maison, dont toutes les pièces, en raison de l'outillage industriel des constructeurs, viennent de leurs usines du Doubs. Un type de chaîne de tricycle et bicyclette mérite d'être remarqué.

En raison de son entrée récente dans la voie de la construction des vélocipèdes, la maison Peugeot a droit à des félicitations pour les bons résultats acquis et les progrès de fabrication réalisés.

*The Coventry Machinists C^o^* (Grande-Bretagne).

Usine à Coventry bien outillée et d'une importance analogue aux précédentes. L'emplacement réservé à cette maison aurait été plus considérable sans un malentendu causé par un document égaré.

Les modèles de tricycle de route et de course, ainsi que de bicyclettes, avec monture à cadre, méritent d'être remarqués pour leur grâce et leur rigidité. La tension de la chaîne est facile et simple, et les rayons des roues renforcés à la partie vissée dans le moyeu.

L'exiguité de l'espace accordé fait regretter que cette maison n'ait pu exposer un plus grand nombre de ses produits, qui sont de très bonne fabrication.

*The New Phénix C^o^* (France).

En dépit de sa raison sociale qui semble être une concession à un préjugé de moins en moins justifié, la New Phénix C^o^ est française et a son siège à Bordeaux, où elle occupe, depuis sa fondation très récente, un nombre de 35 ouvriers.

Pour se conformer aux exigences des amateurs de la région, cette fabrique livre des machines très légères et d'un aspect nouveau. Un tricycle et une bicyclette sont montés en tube de petit diamètre, dont la disposition assure la rigidité en même temps qu'une grande solidité. Deux améliorations brevetées et dignes d'attention, portent sur le montage des rayons des roues avec tête au moyeu, et sur un nouveau coussinet à billes de fabrication soignée et bien comprise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Truffault et Jeanne (France).

M. Truffault, qui construisait autrefois à Tours les premiers vélocipèdes français avec des détails qui révélaient son esprit inventif, a porté ce même esprit dans tous les modèles qu'il expose de concert avec M. Jeanne. L'usage se prononcera sur la valeur de ses innovations. Signalons le tricycle *l'Excursionniste* à roues minuscules et sans mouvement différentiel, et la jante des roues noyée dans le caoutchouc, ce qui rend celui-ci indécollable. Un modèle de bicyclette était commandé par des renvois d'angle au lieu de chaîne.

La médaille d'argent a récompensé les recherches continues de M. Truffault à qui l'industrie du vélocipède est redevable de plusieurs inventions capitales qui en ont assuré le développement rapide.

MM. Singer et C^e (Grande-Bretagne).

Cette usine, d'une réputation déjà solidement établie en Angleterre, a toujours recherché les perfectionnements de détail, sans sacrifier la solidité de ses machines; elle expose surtout des instruments de route et, parmi ceux-ci, un modèle de tricycle-porteur très bien suspendu; un tricycle pouvant se réduire en largeur pour franchir des passages étroits; un système de quadricycle spécialement construit pour l'armée anglaise; tous ces produits sont excellents et justement réputés.

MÉDAILLES DE BRONZE.

MM. Starley brothers (Grande-Bretagne).

Cette maison soutient la réputation que lui a value son fondateur, dont la statue s'élève sur la place publique de Coventry, comme celle du rénovateur de l'industrie dans cette importante cité.

Dix machines exposées dans un emplacement assez peu avantageux, ont pu donner cependant une bonne idée du soin et de la solidité de leur fabrication. On remarquait particulièrement la bicyclette pour hommes, du modèle à cadre, et cette même machine convertible pour dames, avec plusieurs tricycles.

Société parisienne (France).

Cette société, de création récente, succédant à une maison dont elle a abandonné avec raison les modèles extraordinaires, que le succès n'avait pas consacrés, a exposé des bicycles, tricycles et bicyclettes, de forme courante, et un accouplement de deux bicyclettes en sociable, ces produits sont bien finis et témoignent d'une construction consciencieuse et de rapides progrès.

The Quadrant C^o (Grande-Bretagne).

Marque principalement connue par l'adoption, avant les autres fabricants, d'une roue de grand diamètre à l'avant des tricycles, et par la direction de cette roue au moyen de glissières où se meuvent ses coussinets. Dans quelques régions de la France, cette disposition a été en grande faveur, pour les machines de route. C'est surtout dans ce genre de machines que la maison a conquis sa réputation; son exposition témoignait d'un grand soin dans la construction, et de la recherche de l'utilité pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Vincent fils et neveu (France).

Ce constructeur parisien qui s'est attaché surtout aux modèles de prix moyen et de fabrication courante, dans la production desquels il a conquis sa notoriété, exposait aussi une innovation consistant en un quadricycle bâti pour voies de chemin de fer, et pouvant se transformer en machine de route. Des expériences faites sur cette machine, au point de vue militaire, ont donné un résultat satisfaisant.

MENTIONS HONORABLES.

MM. Delizy et Brassart (France).

Six machines, tricycles et bicyclettes, rentrant dans les formes connues, types de route confectionnés avec soin et solidité, et d'un prix modéré.

MM. Howe and C° (Grande-Bretagne).

Maison importante depuis assez longtemps connue en France, où elle a surtout importé des machines de grande solidité, où la légèreté de la construction n'a été considérée qu'au point de vue accessoire.

Vingt-trois machines, dont plusieurs de types à bon marché donnaient une bonne idée de la résistance et du long usage que l'on peut attendre des produits de cette fabrique.

M. Maquaire (France).

M. Maquaire a fait connaître en France des machines de diverses formes de détail, ne s'écartant pas des modèles ordinaires. Il a exposé au Champ de Mars un tricycle rompant avec ces traditions, et dénommé *tricycle de famille*, dont les diverses transformations permettent de le faire monter à volonté par un, deux, trois ou quatre cavaliers. Les autres machines étaient de formes connues, et n'appelaient aucune observation nouvelle.

M. Onfray (France).

Ce constructeur assez près de ses débuts a témoigné dans son exposition de recherches faites pour produire des types nouveaux. Ses machines étaient bien finies, et son tableau de pièces détachées montrait beaucoup de soin dans la fabrication.

M. Pascaud (France).

Cinq machines, dont trois tricycles d'une conception particulière, avec petite roue à l'arrière, motrice comme dans la bicyclette. Cette simplification du mécanisme n'a pas encore été consacrée par l'épreuve. A remarquer un tricycle se transformant en bicyclette. Les produits séparés, témoignent d'une bonne fabrication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Renard (France).

L'exposition de ce constructeur ne comprenait que deux bicyclettes dont la chaîne était remplacée par un ruban d'acier, breveté comme courroie Vaucanson, armé de saillies entrant dans des creux ménagés sur la circonférence de poulies alésées tenant lieu de pignons. C'est une innovation sur laquelle l'expérience n'a pu encore se prononcer.

M. Robert aîné (France).

Cette maison exposait quatre machines de route à bon marché, dont deux tricycles et deux bicyclettes, elles n'a pas recherché les formes et les combinaisons nouvelles et s'est attachée à construire des modèles solides et confortables.

VOITURES D'ENFANTS ET DE MALADES.

MÉDAILLE D'ARGENT.

M. Maillochon (France).

M. Maillochon nous montre une voiture de malade à flexion parallèle avec suspension à l'avant sur ressort à boudin; un chariot automatique pour bébés pour leur apprendre à marcher; une voiture d'enfant, avec parasol, à deux places tournantes, avec poignées avant et arrière; mais il faut surtout remarquer une voiture d'enfant (brevetée) nommée *la Flexible*, admirablement suspendue et bien stable; c'est certainement la voiture d'enfant la plus pratique et la plus confortable comme suspension parmi celles exposées.

MÉDAILLES DE BRONZE.

MM. Vincent fils et neveu (France).

Cette maison expose un spécimen des fauteuils roulants en service à l'Exposition, et un modèle du même genre bâti en fer en U et facilement démontable, construit spécialement pour l'Exposition; une voiture tournante nickelée; une voiture de malade; une voiture d'enfant très bon marché, se vendant beaucoup en Espagne, et une chaise pliante pour enfant à un prix extraordinairement bon marché (6 francs). On remarque aussi une petite charrette de promenade pour enfants; mais ce qui attire les visiteurs, c'est un fauteuil roulant, richement décoré, avec parasol, dont le bâti en fer et les roues sont entièrement nickelés.

M. Dutheil (France).

L'exposition de cette maison comprend : une voiture d'enfant, appelée *vis-à-vis*, pour atteler ânes ou chiens, avec parasol se pliant à l'arrière; une voiture de malade, s'abaissant à l'avant pour monter et descendre facilement, cette voiture a un dossier mobile très pratique; une voiture méca-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nique pour enfants mue par des pédales, attelée de deux petites chèvres; une voiture d'enfant à caisse tournante dont la monture est en fil de fer.

M. Duhotoy (France).

La maison Duhotoy a exposé : une petite voiture d'enfant à caisse tournante avec parasol; une voiture ordinaire de malade; une voiture de malade montée sur roues caoutchoutées à goujon articulé; et une voiture mécanique, pour enfants, actionnée par des pédales à leviers et attelée de deux petits chevaux.

M. Malleln (France).

Ce constructeur expose une voiture à caisse tournante avec ressort articulé, munie d'un store mobile pour garantir l'enfant du soleil; une voiture de malade avec avant-train démontable, à trois roues pour être conduite à la main et à quatre roues pour être traînée par un cheval.

SELLERIE ET BOURRELLERIE.

La sellerie et la bourrellerie, rattachées à la classe 60, sont à elles seules représentées à l'Exposition universelle de 1889, tant par la France, que par les pays étrangers, qui lui ont apporté leur concours par 118 exposants, auxquels ont été groupés 34 industriels, exposant des produits se liant intimement à ces deux industries.

Le travail d'inspection auquel s'est livré le jury d'examen de la classe 60, sur les produits présentés par ces 152 exposants, a eu pour résultat de leur faire décerner par le jury supérieur, les récompenses suivantes :

Grand prix	1
Médailles d'or	13
Médailles d'argent	40
Médailles de bronze	49
Mentions honorables	27

La période décennale, qui s'est écoulée depuis l'année 1878, se fait particulièrement remarquer par des perfectionnements aux œuvres existantes.

Ce qui frappe le plus dans l'examen des produits similaires en sellerie, c'est, pour tous les peuples, l'analogie qu'on rencontre dans les formes du corps même de l'objet faisant la base de la construction de la selle.

Il est de toute évidence que ce qui préoccupe le plus l'ouvrier, c'est la nécessité de relever les formes du dos de l'animal, et d'en protéger les parties les plus susceptibles de se blesser.

Tous les suppléments de fabrication viendront du dégré de civilisation des peuples.

Chacun d'eux, guidé en cela par les nécessités locales, par la configuration des terri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toires à parcourir, tiendra à conserver les formes que lui auront transmises les générations antérieures. Tenant compte de ces besoins locaux et constatant que les produits étrangers se distinguent de ceux des Européens par leur cachet d'originalité où domine peut-être un excès d'ornementation, nous ne devons pas cependant passer sous silence la tendance qu'ont presque tous les peuples à s'approprier nos modèles.

Tous nos efforts doivent donc redoubler, pour augmenter la valeur de nos produits, et maintenir leur supériorité.

Cet exposé préliminaire étant achevé, nous passons à la notice que nous devons à chacun des titulaires des récompenses dont les noms sont inscrits au catalogue.

HORS CONCOURS.

M. Auguste Lasne (France).

(Membre du jury.)

M. Auguste Lasne, sellier harnacheur, expose des selles et des harnais de sa fabrication; ses produits s'appliquent plus spécialement aux écuries de luxe. Il s'est particulièrement attaché, en observant les principes professionnels, méthodiques et pratiques, selon leur application, à rester dans la simplicité des types.

M. Alphonse Camille (France).

(Membre du jury.)

Par l'importance de sa maison, les fonctions exercées aux expositions précédentes, M. Alphonse Camille, sellier exportateur, était naturellement indiqué pour représenter au jury d'examen la sellerie d'exportation.

Les produits figurant dans sa vitrine, comme harnachement d'ensemble ou pris séparément dans leurs détails, sont très à remarquer par leur variété de formes et de fabrication et pour le bien fini du travail. Par son excellente administration et sa grande initiative dans les affaires, cet industriel a su créer un établissement de premier ordre.

MM. Legrand frères (France).

(Membre du jury de la classe 46.)

Fabricants de feutres pour tapis de selles, MM. Legrand frères exposent des échantillons fort remarqués et pour la fabrication desquels nous laissons au jury de la classe 46 le soin de faire les éloges qu'ils méritent.

GRAND PRIX.

MM. Hermès père et fils (France).

MM. Hermès père et fils, selliers harnacheurs, répondent à cette haute récompense par la supériorité des produits qu'ils exposent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Leurs harnais, sans coutures apparentes, d'une très grande légèreté, d'un grand résultat acquis sous le rapport des difficultés vaincues dans le travail, retiennent forcément l'attention.

Un attelage à quatre, pour les chasses, est d'une bonne facture, sans fausses notes dans sa composition et pratique dans les applications du travail.

Des harnais de ville pour deux chevaux, d'autres harnais pour un cheval, d'un travail aussi consciencieux, d'une fabrication aussi recherchée que les précédentes; des selles pour dames, d'autres pour cavaliers; des brides et autres accessoires constituent une exposition d'ensemble aussi complète que possible et témoignent des incessants efforts que fait cette maison pour maintenir et élever encore sa réputation.

MÉDAILLES D'OR.

MM. Altayrac et C^ie (Algérie).

MM. Altayrac et C^ie ont dressé, dans la section algérienne, à l'Esplanade des Invalides, une vitrine où se présentent aux regards du visiteur tous les produits de la grande confection, particulièrement comme sellerie et équipement militaire.

MM. Alvarado Santiago et C^ie (Mexique).

Cette exposition de selles, de type national, résume tout ce qu'il est possible de concevoir comme ornementation en sellerie, alliant le cuir à la fibre végétale, le filigrane d'or et d'argent à la découpe, à l'incrustation et aux reliefs en cuir et en broderie.

M. Gabriel Clément (France).

M. Gabriel Clément, sellier harnacheur, expose des harnais à garnitures recherchées que rehaussent encore des couronnes nobiliaires donnant un grand éclat à son exposition.

Le travail, au point de vue professionnel est consciencieux.

Des selles pour dames et des selles pour cavaliers terminent l'exposition des produits garnissant cet emplacement dont l'installation est très luxueuse.

M. Émile de Cock (Belgique).

Tous les objets de sellerie constituant l'ensemble de cette exposition la rendent aussi complète que possible. M. Émile de Cock, sellier harnacheur, a voulu aborder la fabrication de grand luxe, ainsi que le montrent ses harnais dont les garnitures, très apparentes, relèvent l'ensemble du travail.

La même appréciation peut s'appliquer aux selles exclusivement faites pour cavaliers civils et militaires.

La Compagnie générale des omnibus (France).

Cett compagnie soumet à notre attention ses types de harnais garnissant les chevaux attelés à cet immense matériel, qui rend à chacun de nous des services qu'on ne saurait trop reconnaître.

Dans cette fabrication, dans cette constitution de l'ensemble, on voit que tout est bien étudié; chaque pièce est dégagée de sa partie encombrante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le plus grand souci de la direction du matériel est de se tenir sur le terrain de la pratique, et toute son attention se porte sur la pièce essentielle du harnais, *le collier*.

Aussi applaudissons-nous à tous ses essais des procédés nouveaux reconnus acceptables, qui, en dehors du but économique qu'ils poursuivent, ont avant tout celui de soulager les chevaux.

Le collier en tôle d'acier, réglable dans ses dimensions ainsi que dans ses points d'attache du tirage, est une très heureuse innovation, et les résultats obtenus qui, paraît-il, doivent avoir pour conséquence la généralisation de l'emploi du système, sont tout à la louange de l'administration.

La Compagnie générale des voitures, à Paris (France).

La Compagnie générale des voitures expose aussi les types des harnais que nous voyons chaque jour sur les chevaux attelés aux voitures de place.

Ces harnais, d'une grande simplicité de fabrication, sont bien en rapport avec le service qu'ils doivent faire, et dénotent, de la part des chefs d'ateliers qui procèdent à leur exécution, une connaissance réelle de leur métier.

En dehors de ces spécimens, l'administration a également exposé des harnais fins, qu'elle emploie pour son service de grande remise. Ils ne font, par leur belle et bonne confection, que confirmer l'opinion ci-dessus.

M. Victor Copeau fils (France).

M. Victor Copeau fils, quincaillier pour selliers, expose, dans la partie métallique cuivre, fer et acier, les produits qui se lient à la fabrication du harnachement, soit comme partie constitutive, soit comme accessoires.

L'Exposition collective du Gouvernement tunisien (Tunisie).

Cette exposition se fait remarquer par la richesse de ses produits dont toutes les pièces composant le harnachement du cheval sont couvertes de broderies d'or et d'argent, exécutées en des dessins orientaux, bien tracés, sur des étoffes de velours et de soie, de nuances variées et fort harmonieuses dans leurs tons.

M. Eugène Fortin (France).

M. Eugène Fortin, fabricant de feutre, expose des tapis de selles, et les étoffes de feutre que la sellerie emploie pour tous ces accessoires qui lui sont demandés autant par les cavaliers que par les écuries de luxe.

MM. Casimir Gomez et Cie (République Argentine).

Les articles de sellerie que cette maison expose, sont très variés, et nous représentent, soit pour les selles, soit pour les harnais, tous les modèles de ceux en service dans le pays, qu'ils soient originaires à la localité, ou qu'ils aient été copiés sur ceux d'Europe.

M. Planchenault (France).

L'exposition de M. Planchenault, sellier-bourrelier, est bien entendue et bien présentée.

Ses produits sont tout à fait du harnachement de luxe plutôt que de la bourrellerie; tous ses harnais sont bien composés; les garnitures en sont faites avec goût, et l'exécution est d'un fini achevé. Ces qualités indiquent un atelier bien constitué.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Simonin Blanchard et Cie (France).

MM. Simonin Blanchard et Cie fabriquent des outils pour selliers et bourreliers.

Dans une vitrine installée avec le goût qui a toujours caractérisé cette maison dans toutes les expositions où elle a pris part; ces fabricants exposent les échantillons si nombreux de tous les outils plus spécialement employés par la carrosserie, la sellerie et la bourrellerie.

MM. Swaine et Adeney (Grande-Bretagne).

MM. Swaine et Adeney, fabricants de fouets, cravaches, etc.

Le goût et les soins qui ont été apportés à la fabrication des articles que ces fabricants ont placés dans leur vitrine sont inhérents à cette maison dont la réputation n'est plus à faire.

M. H.-Gustave Thiriet (France).

M. H.-Gustave Thiriet, fabricant de boucleries et articles pour sellerie et équipement militaire, expose sur des tableaux disposés avec goût et symétrie tous les modèles de boucles employées par les industries se rattachant à la classe 60, ainsi que des garnitures complètes de harnais pour la bourrellerie et la sellerie d'exportation.

M. Constant Vanlerberghe (France).

M. Constant Vanlerberghe, sellier-harnacheur, nous présente une vitrine des mieux remplies; ses harnais sont très variés comme genres et comme garnitures.

Le travail est bien traité, il est évident qu'il y a là la direction d'un chef de maison travailleur et soucieux de son œuvre.

MÉDAILLES D'ARGENT.

M. Aguilard Mariano (Mexique).

M. Aguilard Mariano obtient cette récompense par ses selles, ses éperons et ses arçons de selles.

M. le général Azouz (Tunisie).

M. le général Azouz expose une selle, genre oriental, en velours brodé en or et pourvue de ses accessoires également brodés.

M. Henri Baer (Suisse).

M. Henri Baer expose un attelage à quatre et d'autres harnais dont la fabrication et les bonnes fournitures sont des plus satisfaisantes.

M. C. Bernard (France).

M. C. Bernard, sellier-harnacheur, dont l'installation revêtait des dispositions en dehors de la banalité, avait dans sa vitrine des harnais et des selles qui pouvaient lui faire espérer une récompense

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus élevée; malheureusement certains écarts sérieux dans le montage des premiers, ont été cause que le jury n'a pu lui décerner qu'une médaille d'argent.

M. Bou Ahmed Didah (Tunisie).

M. Bou Ahmed Didah se fait remarquer par ses selles en velours et en cuir, brodées en or.

MM. Cahen frères (France).

MM. Cahen frères, brossiers, ont présenté dans leur vitrine tous les échantillons de brosses employées pour la toilette des chevaux et pour l'entretien des voitures et des harnais.

MM. Cauchois et Gareau (France).

MM. Cauchois et Gareau, selliers-commissionnaires, exposent des selles dont les qualités sont en rapport avec le prix de vente. Un harnachement de grande tenue de général; d'autres pour officiers de toutes armes; des harnais de bonne fabrication; des accessoires de toutes sortes, forment une exposition qui ne manque pas d'intérêt.

Commune de Fort National (Algérie).

La commune de Fort National expose des selles arabes, recouvertes en fillali brodé, dues à la manutention d'ouvriers indigènes.

Exposition permanente des Colonies (Colonie du Tonkin).

L'exposition permanente des colonies nous fait voir des harnachements aux bariolures éclatantes, aux figures grimaçantes et aux motifs fantastiques.

Ces caparaçons en fétus de bambou, tout colorés de brun, de rouge, de noir; ces poitrails, ces cuissards brodés en forme d'écrans; ces brides aux torsades tourmentées en nœuds savants, sont en résumé bien combinés pour la direction du cheval.

Les étriers, les mors, sont de formes variées et empruntées aux mêmes objets adoptés par les peuples des deux continents.

Les selles du Cambodge sont toutes de bois naturel, de formes bizarres; l'assiette du cavalier est faite d'une pièce de rapport s'enclavant dans un emboîtement produit par les sommets des pièces longitudinales et transversales.

Les jougs pour toutes les bêtes de somme sont si primitifs dans leurs conceptions qu'il est indispensable d'avoir des notions préliminaires pour se rendre compte de leur emploi.

Tous ces objets réunis dans des vitrines, ou isolés dans le pavillon qui les abritent, forment une série d'études extrêmement attrayantes.

M. Frémont (France).

M. Frémont, fabricant de cuirs pour la sellerie.

Cette maison s'applique dans la fabrication de ses cuirs à leur donner les qualités essentielles : résistance et durée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Gallais et Welter (France).

MM. Gallais et Welter, fabricants de clous et fleurons pour sellerie, exposent leurs produits dans une vitrine installée avec goût.

Mme Vve Gendron-Cheneau et M. Doussinelle (France).

Mme Vve Gendron-Cheneau et M. Doussinelle, fabricants de sangles, exposent des articles très bien tissés, particulièrement employés par la sellerie et la bourrellerie, comme : sangles pour selles de promenade, surfaix et galons pour articles d'écurie.

Gouvernement de l'État de Puebla (Mexique).

Le Gouvernement de l'État de Puebla réunit dans son exposition un ensemble aussi complet que possible, des objets de harnachement et même d'articles de voyage, empreints exclusivement du cachet de la fabrication locale.

Gouvernerment Marocain (Maroc).

Le Gouvernement marocain expose deux harnachements, types nationaux de belle apparence et d'un beau travail, ayant, l'un la selle recouverte en velours vert, l'autre la selle recouverte en velours cramoisi, avec accessoires en torsades de soie amaranthe brodés en or.

Les brides avec leurs couvre-nuque en forme de réseau, tout en appartenant au harnachement du cheval de la même contrée que ceux de notre colonie algérienne en diffèrent par certaines dispositions agrémentant cette partie de l'avant-main du cheval.

M. Griffaut (France).

M. Griffaut, sellier-harnacheur, nous présente une bonne exposition en articles de sellerie, harnais de luxe et harnais employés pour voitures de commerce.

Des selles pour hommes et pour dames, et des accessoires s'y rattachant complètent la garniture de cette vitrine.

M. Théophile Guilloton (France).

M. Guilloton, arçonnier, expose tout un assortiment d'arçons sur lesquels se construisent les selles, les sellettes pour les harnais et les jockeys de dressage.

MM. Harvey, Matthew and Co (Grande-Bretagne).

MM. Harvey et Matthew exposent des garnitures de harnais, attelles, clefs de sellettes et de mantelets, des mors et des étriers, des chaînes de frontails et des panurges à entre-deux ornés.

M. Jean Higy (Suisse).

M. Higy expose un bon attelage à quatre, tirage sur colliers, en cuir jaune, bien proportionné, bien coupé, bien apprêté et bien fini.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Juan Juarez (Mexique).

M. Juarez expose un harnachement garnissant un cheval que monte son cavalier.

Le costume du cavalier, le harnachement du cheval, sont agrémentés d'ornements en guirlandes de fleurs et de feuillages ou reliefs de cuir, et en dessins incrustés sur les quartiers et sur le tapis de la selle, le tout d'un travail très recherché. Ces ornements ajoutent comme attrait au pittoresque effet que produit cette présentation.

MM. C. P. Kimbal and C° (États-Unis).

MM. Kimbal exposent des harnais dont la fabrication est irréprochable, mais où le goût fait défaut, et dont la lourdeur contraste trop désavantageusement avec l'extrême légèreté des harnais de trotteur dont la supériorité doit être laissée à la fabrication américaine.

M. Louis Lack (France).

M. Lack, éperonnier, expose un assortiment très complet de tous ces mors, qui, dans l'équitation et la conduite du cheval, ont une si puissante influence; des étriers, des éperons, s'ajoutent à ces mors.

M. Maurice Lambert (Tunisie).

M. Lambert expose une très jolie selle arabe, recouverte en fillali brodée d'or, et une seconde du même genre, en velours brodé.

M. Gaston Lebois (France).

M. Lebois, sellier, expose des selles de tous genres, pour dames, pour cavaliers, pour officiers de toutes armes.

Les coupes ne manquent pas d'élégance, le travail est bien traité et fait honneur à la maison.

M^me^ veuve Léon Lecerf (France).

M^me^ veuve Lecerf, fabrique de sangles et de galons pour la sellerie et la bourrellerie, expose les tissus employés pour le sanglage des chevaux et la bordure de leurs couvertures d'écurie.

M. J.-F. Ledoux (France).

M. Ledoux, fabricant de fouets et cravaches, expose des fouets pour voitures; d'autres pour les chiens, des sticks et des cravaches pour monter à cheval.

M. David Lozano (Mexique).

M. Lozano expose une selle brodée de fibre et d'or, un haut-de-chausses assorti, une bride avec son mors.

*MM. Mandréa M. T. et C^ie^* (Roumanie).

Cette vitrine renferme des types de harnachements militaires, soit pour la cavalerie, soit pour l'artillerie; les fournitures sont bien choisies, et la fabrication plutôt trop fine par rapport au service que doit faire ce matériel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des selles pour officiers, du modèle de nos selles dites *anglaises*, des brides et autres accessoires complètent cette exposition.

M. Mohammed bel Kassem (Algérie).

M. Mohammed bel Kassem expose une selle arabe, recouverte de fillali noir, brodé en or, d'un bel effet et d'un bon travail.

M. Patard (France).

M. Patard, brossier, expose tous les modèles de brosses employées pour le pansage et la toilette des chevaux, et l'entretien du matériel des écuries et de la sellerie.

M. Pélissier (France).

M. Pélissier, fouets et cravaches, expose des fouets d'attelage, des cravaches et des sticks, d'un travail soigné et d'une bonne fabrication, le faisant noter très avantageusement.

M. B. P. Pottecher (France).

M. Pottecher expose les différents modèles d'étrilles employées pour le pansage des chevaux.

M. Thomas Power (Victoria-Australie).

M. Power expose des selles pour dames et des selles pour cavaliers dont les formes dérivent complètement de celles européennes, tout en conservant dans certains détails des particularités en rapport avec les besoins locaux et la conformation de l'animal.

Province de Hanoï (Tonkin, Colonies).

La province de Hanoï expose un harnachement pour cheval de selle.

M. Georges Quarré (France).

M. Quarré, fabricant d'ornements en tous genres, cuivre et métal blanc, pour sellerie et bourrellerie, expose ces clous, ces plaques et ces contours métalliques, que nous voyons sur tous les harnais de voitures de commerce : brasseurs, blanchisseurs et entreprises de camionnage.

MM. Raynaud et Salles (Mexique).

MM. Raynaud et Salles nous montrent, dans une vitrine qui leur est particulière, des harnais cuir noir, avec garnitures plaquées argent, se rapportant à nos modèles français.

M. Renaudin (France).

M. Renaudin, sellier-bourrelier, expose différents harnais de sa fabrication, qui sont d'un bon travail.

M. H. Philippe Robinot (France).

M. Robinot, plaqueur pour équipages et éperonnier, expose des garnitures de harnais très variées, des poignées de voitures, des mors et des étriers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Alfred Roux (France).

M. Roux, brossier, expose tous les échantillons de brosses employées au pansage et à la toilette des chevaux, à l'entretien du matériel, des écuries, voitures et harnais.

M. Manuel Ruiz (Mexique).

M. Ruiz expose quatre selles, dont deux sont brodées d'or et d'argent.

S. A. Taieb-Bey (Tunisie).

S. A. Taieb-Bey expose une selle en velours brodée d'or et pourvue de tous ses accessoires.

M. Thiel (Russie).

M. Thiel expose deux selles cosaques, l'une recouverte en cuir noir, l'autre recouverte en cuir jaune, des attelages pour chevaux d'artillerie, le tout confectionné avec ces cuirs supérieurs dont la Russie possède seule les secrets de fabrication.

M. Juan Valdès y Rubio (Espagne).

M. Valdès y Rubio soumet à notre examen une selle d'un modèle spécial, dont le principe de fabrication repose sur les avantages que peut donner l'aération du dos du cheval.

La base de la construction de cette selle est une carcasse en fer, décrivant les contours extérieurs d'un arçon, avec ses relèvements protecteurs des contacts au garrot et aux rognons, et les devers en rapport avec les assises sur le dos de la bête.

Nous diviserons cette selle en trois parties distinctes :

1° Le corps de selle proprement dit;

2° et 3° Les deux grands quartiers.

L'une des particularités les plus intéressantes du corps de selle est sans contredit le raisonnement sous l'influence duquel repose la confection de la carcasse.

En dehors de sa configuration en avant et en arrière de cette carcasse, se trouvent quatre pattes, deux en avant en prolongement vertical et deux en arrière, courant parallèlement à la direction de cet emplacement. Chacune de ces pattes est percée d'un œillet à son extrémité.

Les pattes d'arrière, qui, à première vue, paraissent être d'une importance relative, ont, jugeons-nous au contraire, un intérêt essentiel par rapport à l'assise du siège de la selle sur le dos de l'animal. Leur coude, tout en ayant sa raison d'être sous le rapport du montage, a, selon nous, une propriété plus grande : il augmente, par la distance qu'il laisse entre la carcasse et lui, le dégagement du pontet, que nous demandons habituellement, pour les autres selles, à une épaisseur plus grande du rembourrage du panneau, à cet endroit où la selle s'appuie sur le cheval.

La partie antérieure, qui va du coude à l'œillet, est utilisée pour recevoir l'enchappement des dés servant à l'introduction des courroies de charge sur l'arrière-main.

Pour former le plein du corps de selle, il est tendu un faux siège en cuir vert, et un siège en peau de cochon sur lequel sont assemblés deux petits quartiers en couture avec jonc et une bosse matelassée, du genre de la selle crapaud, forme le troussequin et termine le corps de selle.

Les grands quartiers sont de formes et de coupes usitées; leur sommet est pourvu de pièces longitudinales en cuir, formant bandes d'arçon.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces pièces de cuir superposées sont au nombre de trois, d'inégales longueurs, assemblées entre elles par des coutures et maintenues dans la forme cambrée, correspondant à celle des filets du cheval, par une tringle en fer rond, enveloppée elle-même de cuir et pourvue à chacune de ses extrémités d'une tige filetée en pas de vis appelée, par son introduction dans chacun des œillets des pattes auquel elle correspond, à fixer le grand quartier au corps de selle.

Les conditions dans lesquelles s'opère ce montage nous paraissent avoir un grand avantage pour le cheval au point de vue de la souplesse et de l'aération.

Chacun des points de contact est bien raisonné : c'est ainsi que la tige qui s'engage dans l'œillet de la patte coudée, pénétrant de son extrémité, par le seul serrement d'un écrou, dans un trou correspondant percé dans l'épaisseur de la carcasse, ne le remplit pas; elle ne forme qu'un simple assujettissement, empêchant un déplacement, mais en laissant à la bande une mobilité relative qui lui donnera la souplesse et l'élasticité en rapport avec le mouvement des muscles, les suivra dans leur fonctionnement et tiendra lieu du rembourrage sans en avoir les principes inflammatoires.

Le devant de cette tringle engage la tige dont elle est pourvue dans l'œillet de la patte en prolongement vertical; au-devant de la carcasse, un écrou, dont le serrement peut également se limiter, l'assujettit et fixe ainsi le devant du grand quartier au corps de selle.

Les deux grands quartiers sont réunis l'un à l'autre sur le devant par un galbe, cousu lui-même sur le montage, au pommeau de la selle.

La fabrication du grand quartier vaut aussi la peine d'être mentionnée; elle est formée :

1° D'une pièce de cuir ferme grainé;

2° D'une surface ou partie matelassée recouverte en peau de cochon;

3° D'un bourrelet ou avance sur lequel le genou prend son point d'appui;

4° D'une petite bosse arrière où la cuisse se repose;

5° Et enfin d'un supplément de rembourrage à son sommet, dont la raison échappe à un premier examen, mais qu'une étude plus attentive nous fait apprécier à sa juste valeur.

Le matelassage et la mise en pâte de cette partie du grand quartier a prévu l'encastrement de la carcasse en fer dans un emplacement ménagé à cet effet, ou cet encastrement a pu se produire par suite d'un affaissement exercé par le poids du cavalier, mais nous admettons de préférence la première idée; ce prolongement de matelassage, en rapport avec la forme, remplit le creux du siège compris entre la déclivité de son cintre et le bord interne de la bande, et équivaut à un coussinet qui écarte, par un effet de soutien, la cuisse du cavalier du dur contact avec la carre de la carcasse et peut aussi contribuer à éviter l'affaissement du siège. L'absence d'empreinte du frottement sur un corps dur donne toute raison d'être à cette manière de voir.

Cette selle est, nous a-t-on dit, employée par l'armée; le type qui nous est soumis a deux années de services. Cette dernière assertion demande à être justifiée par attestation pour en augmenter la valeur.

Les parties faibles de cette fabrication ne pourraient être que la rupture de l'une des tiges de la tringle de soutien des bandes.

Ajoutons que cette selle n'a pas de sangles, qu'un seul surfaix la fixe au corps du cheval.

MÉDAILLES DE BRONZE.

M. Abdelkader ben Djillali (Algérie).

M. Abdelkader ben Djillali expose un harnachement complet dont la selle arabe est brodée en or.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Amar Saleum (colonie du Sénégal).

M. Amar Saleum expose des selles pour dames et pour cavaliers.

M. Babonneau (France).

M. Babonneau expose des mors pour maîtriser les chevaux ayant des dispositions à s'emporter.

M. Caruc (France).

M. Caruc expose des harnais en ficelle et autres articles de sellerie.

M. Henri de Ceulner (Belgique).

M. Henri de Ceulner expose des fers à cheval, avec nouveau système de semelle et traverse en cuir.

M. Charles Charpentier (France).

M. Charles Charpentier expose des chevaux naturalisés.

M. Jules Chéreau (France).

M. Jules Chéreau expose des patins cuir et caoutchouc pour chevaux.

M. Colardeau (colonie de la Guadeloupe).

M. Colardeau expose un harnais pour cabrouet.

Comité du district fédéral, Mexico (Mexique).

Le Comité du district fédéral à Mexico expose une selle brodée de fibres d'aloès, des têtières, des freins, des rênes et des colliers.

Commissariat de l'exposition du Chili (Chili).

Le Commissariat de l'exposition du Chili expose des selles et des éperons.

Commission auxiliaire, à Tucuman (République Argentine).

La Commission auxiliaire de Tucuman expose des selles et des harnais.

M. Victor Courtin (Belgique).

M. Courtin expose un arçon de selle et une selle de troupe paquetée en tenue de parade et de campagne.

MM. Durand et Bonneau (France).

MM. Durand et Bonneau exposent des sellettes sans coutures et des harnais pour administrations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Juan Farias (Chili).

M. Farias expose des mors pour emboucher les chevaux.

M. Fischer (France).

M. Fischer expose un harnais à dételage rapide.

Gouvernement de la république Sud-Africaine.

Le Gouvernement de la république Sud-Africaine expose des jougs, des brides pour bêtes de somme, des fouets et des cravaches.

Gouvernement de Zacatecas (Mexique).

Le Gouvernement de Zacatecas expose un grand assortiment d'articles de sellerie.

M. Romain Grouazel (France).

M. Grouazel expose des colliers de divers genres pour chevaux.

M. Guinet (France).

M. Guinet expose un appareil de dressage dit *postillon dresseur*, très pratique.

M. Hans Leckel (Autriche-Hongrie).

M. Leckel expose une selle pour dame et une selle pour cavalier avec des arçons réglables.

M. Hoyos Vela (Espagne).

M. Hoyos Vela expose un harnais pour mule.

M. Keen (Tasmanie).

M. Keen expose une selle sur arçon en fer rond.

M. Kennon (Victoria-Australie).

M. Kennon expose des montures pour fouets.

M. le général Loera (Mexique).

M. le général Loera expose des mors démontables et des étriers à ressort.

M. Lombera (République Argentine).

M. Lombera expose des selles et des récados.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Manufacture royale d'armes et fonderie de canons (Serbie).

La manufacture royale d'armes et fonderie de canons expose des selles d'officiers avec accessoires. Selle de cavalerie, éperons.

MM. Marexiano hermanes (Uruguay).

MM. Marexiano exposent des selles de dame et des selles pour cavaliers de genres différents, types indigènes et types européens.

MM. Martin et Martin (États-Unis).

MM. Martin et Martin exposent des selles et des harnais.

M. Louis Mequesse (Algérie).

M. Mequesse expose des arçons de selles arabes.

M. Meyer (grand-duché de Luxembourg).

M. Meyer expose des systèmes de ferrures pour les chevaux.

Ministère de la guerre, à Mexico (Mexique).

Le Ministère de la guerre expose tout l'attirail se rattachant aux harnachements et à l'attelage des chevaux de l'armée.

MM. Morgan and C° (Grande-Bretagne).

MM. Morgan and C° exposent des harnais.

M. Noguès (République Argentine).

M. Noguès expose un harnais de fabrication locale.

M. Juan Olagaray (Mexique).

M. Olagaray expose une selle mexicaine brodée d'argent et deux selles de dame, modèle européen.

MM. F. Oldaker and C° (Grande-Bretagne).

MM. Oldaker and C° exposent des harnais, des selles et accessoires.

M. Eugène Paquis (France).

M. Paquis expose des colliers pour chevaux de gros trait.

M. P. Juan Pesoa (République Argentine).

M. Pesoa expose des harnachements pour l'armée, des selles pour dames et pour cavaliers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Pichardo et C^e (Mexique).

MM. Pichardo et C^ie exposent des harnais à garnitures plaquées argent.

MM. Pinçon et Julien (France).

MM. Pinçon et Julien exposent un grand assortiment de harnais et de selles.

M. Donicio Rodriguez (Mexique).

M. Rodriguez expose un assortiment d'arçons pour selles mexicaines très bien construits.

M. C. Eduard Ruegsegger (Suisse).

M. Ruegsegger expose des selles pour officiers et pour civils, de fabrication consciencieuse.

M. Clementi Salinas (Salvador).

M. Salinas expose des selles pour dames et pour cavaliers.

M. Samba Laobé (Sénégal).

M. Samba Laobé expose une selle.

Service local (Cochinchine).

Le Service local expose une selle.

M. Daniel Topp (Victoria-Australie).

M. Topp expose quatre selles de formes australiennes.

M. Juan Valdéras (Salvador).

M. Valdéras expose des selles.

M. Genaro Vergara (Mexique).

M. Vergara expose de très jolis modèles de mors, d'étriers et d'éperons en fer forgé et incrustés.

M. Juan Vileda (République Argentine).

M. Vileda expose des harnachements pour l'armée et des selles de course. Très bonne exposition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MENTIONS HONORABLES.

M. Amady Natago (Colonie du Sénégal).

M. Amady Natago expose une selle et une bride.

M. Abraham Brooks (Victoria-Australie).

M. Abraham Brooks expose des montures de fouets.

M. Bouisset (Belgique).

M. Bouisset expose un joli tableau d'éperonnerie.

Commission auxiliaire, à Santiago del Stero (République Argentine).

Cette Commission expose des types de montures complètes.

M. Gheorge Constantinesco (Roumanie).

M. Gheorge Constantinesco expose une bride, un fouet et un bridon cuir blanc.

M. Dimba Var (Colonies).

M. Dimba Var expose une selle et une bride pour cheval, un bât de chameau et un frontail de bride.

MM. Dyppel frères (Grèce).

MM. Dyppel frères exposent un harnachement pour cavalier.

École nationale des arts et métiers (Uruguay).

Cette École a formé une exposition très complète en articles de selleries, particulièrement pour les selles.

M. Farin père et ses fils (France).

MM. Farin exposent un tableau d'éperonnerie.

M. Georgevitch Triphoum (Serbie).

M. Georgevitch Triphoum expose des ferrures pour chevaux.

Gouvernement de Tamaulipas, Gouvernement de Saint-Louis-Potosi, Gouvernement de Yucatan (Mexique).

Ces Gouvernements exposent des articles de harnachements.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Hadjtouati ben Mohamed (Algérie).

M. Hadjtouati ben Mohamed expose des éperons, mors, étriers, brides pour cheval et mulet.

M. Estanislao Herrera (Chili).

M. Estanislao Herrera expose des ferrures pour chevaux.

M. E. Mattaldi (République Argentine).

M. Mattaldi expose un harnais.

M. Juan Matute (Mexique).

M. Juan Matute expose des éperons, des étrilles et des martingales.

M. Frédéric Meiners (République Argentine).

M. Frédéric Meiners expose un récado.

M. Mohamed ould Kaddour (Algérie).

M. Mohammed ould Kaddour expose des selles arabes pour cavaliers et une selle pour âne.

M. Célestin Nicolas (Colonie de la Guadeloupe).

M. Célestin Nicolas expose des harnais de cabrouet.

M. Olmédo (Mexique).

M. Olmédo expose quatre arçons mexicains.

M. Pusan (Roumanie).

M. Pusan expose des fers à cheval.

M. Raud aîné (France).

M. Raud aîné expose des fouets et des cravaches.

M. E.-M. Renoult (France).

M. E.-M. Renoult expose des colliers de gros attelages réglables.

Service local (Colonie de la Martinique).

Le Service local expose une bride en agave, en liane de mer et en palmier, et un licou en agave.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Sidi Eli (Colonie du Sénégal).

M. Sidi Eli expose une tente de selle et une selle de femme.

Sous-Comité d'exposition de la Guadeloupe (Colonies).

Le Sous-Comité d'exposition de la Guadeloupe expose de la sellerie.

INDUSTRIES DIVERSES.

RESSORTS ET ESSIEUX. — ARTICLES DE VOITURES.

L'industrie des ressorts, essieux, ferrures et accessoires de voitures était largement représentée à l'Exposition universelle de 1889; elle a montré quelques nouveautés intéressantes, et elle s'est signalée surtout par une grande amélioration dans la fabrication et le fini de ses produits. Elle a prouvé que si chacun ne peut pas inventer un procédé nouveau, chacun, du moins, peut faire mieux qu'il y a dix ans; à ce point de vue, il y a progrès réel et nous espérons le démontrer en analysant rapidement les produits de chaque exposant.

HORS CONCOURS.

MM. Bail, Pozzy et Cie (Forges de Persan) [France].

(Membre du jury.)

L'établissement des Forges de Persan, fondé en 1832, est devenu, en 1862, la propriété de MM. Rémery et Gautier; au point de vue mécanique, ils ont donné une grande extension à la fabrication des ressorts et essieux, et ils ont fortement contribué au développement de cette industrie; M. Rémery est le premier, et il y a de cela quarante ans, qui ait eu l'idée de faire mécaniquement, sur une grande échelle, tous les articles de voitures, aussi bien les avant-trains, les ferrures, la quincaillerie et les bois cintrés que les ressorts et essieux, qui jusqu'alors avaient été faits à la main, dans les ateliers des fabricants de voitures.

M. Gautier, qui s'occupait plus spécialement de la fabrication, a apporté de grandes améliorations dans les formes, le fini et la qualité des articles de voitures.

Ressorts. — La maison Bail, Pozzy et Cie a exposé une collection de 79 ressorts en tous genres à pincettes, demi-pincettes; des ressorts en C pour voitures à deux roues et pour grands trains; des ressorts à jambe de force, des ressorts de travers pour omnibus et des ressorts à rouleaux, depuis 0 m. 032 de largeur pour la carrosserie, jusqu'à 0 m. 090 de largeur pour le gros charronnage. Nous croyons devoir signaler plus particulièrement :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Des ressorts en C, pour grand train, dont toutes les feuilles intermédiaires se trouvent noyées entre les deux maîtresses feuilles.

2° Deux ressorts à rouleaux, faits avec de l'acier à nervure et rainure pour éviter les étoquiaux; il en a été fait, dans le charronnage et dans le matériel des chemins de fer, de nombreuses applications.

3° Un ressort à pincettes, dont les mains sont assemblées aux rouleaux par des *axes précis et extensibles* (breveté s. g. d. g.) et qui sont la propriété de la maison. Ce ressort n'avait pas de boulons, ils étaient remplacés par ces *axes précis et extensibles* composés d'une lame d'acier formant ressort; cette disposition a le mérite de faire supporter tous les chocs sans faire de bruit.

Nous avons cru devoir signaler ces trois types de ressorts comme difficulté de fabrication et celui avec axes précis comme nouveauté.

Cette maison expose encore une grande quantité de bouts de feuilles, ainsi qu'une collection complète de mains de ressorts à pincettes, des modèles les plus divers.

Essieux. — Les essieux sont représentés par les types les plus variés, depuis l'essieu patent, pour la grande carrosserie, jusqu'aux gros essieux de charrettes, de haquets, de fardiers pour le gros charronnage.

Nous devons indiquer principalement :

1° Une collection d'essieux coudés à double coude, avec patins, rondelles et coudes enlevés dans la masse du fer et avec rondelles noyées dans le coude.

2° Des boîtes patent, en fer forgé, trempées et cémentées, d'une grande résistance, très légères, d'une dureté de trempe parfaite empêchant l'enrayage et permettant l'emploi de moyeux légers.

3° Des boîtes patent en fonte, trempées en coquille.

Divers. — Une collection de ferrures, volées d'attelage, limonières entièrement ferrées, freins à crémaillère, articles polis et plaqués, boulonnerie, ainsi que des serrures brevetées s. g. d. g., complétait l'ensemble des produits de cette maison.

MÉDAILLES D'OR.

M. G. Anthoni (France).

M. Anthoni a exposé des ressorts, essieux et ferrures, ainsi que diverses applications du cuivre et du caoutchouc aux accessoires de voitures, pour lesquels il a pris des brevets d'invention.

Ressorts. — Son exposition de ressorts comprend :

Divers ressorts à rouleaux;

Divers ressorts pour train d'omnibus;

Divers ressorts à pincettes et à demi-pincettes;

Quelques ressorts en C pour grands trains;

Quelques ressorts en C et à soupente, à mouvement et à main.

Le tout bien fait et de formes gracieuses, si nous en exceptons les ressorts en C et à soupente, adoptés par la carrosserie anglaise, et dont la forme avait été imposée.

Accessoires de ressorts. — M. Anthoni est l'inventeur des bobines en bronze en deux parties, pour lesquelles il a pris des brevets; ces bobines, ainsi que celles qu'il combine avec le caoutchouc, évitent les grincements des boulons. Pour arriver au même résultat, il a présenté :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Des mouvements, mains en bronze, sans jumelles, s'ajustant sous une main de ressort, pour remplacer les jumelles;

2° Des menottes en bronze, à douille et à main, également sans jumelles.

Tasseau isolant les ressorts de l'essieu. — Le tasseau en caoutchouc, breveté s. g. d. g., est destiné à isoler les ressorts des essieux; voici les avantages que M. Anthoni annonce :

1° Une douceur de la suspension, en amortissant dans tous les sens les chocs produits par les aspérités du sol;

2° Une plus grande durée de la voiture et une diminution dans le tirage des chevaux.

Essieux. — M. Anthoni préconise la fabrication des essieux avec patins soudés et critique l'enlevage dans la masse, des patins, des rondelles et même des essieux coudés. Ceci est assez contraire à l'opinion des autres fabricants d'essieux; c'est ce qui explique, dans son exposition, l'absence des essieux enlevés dans la masse; donc, tous les essieux de M. Anthoni sont à patins soudés; quant aux essieux coudés, il dit qu'il les fait par un procédé qui n'est pas l'enlevage, mais qu'il ne précise pas.

Son exposition d'essieux comprenait des bouts d'essieux et quelques essieux entiers de tous les genres usités, soit droits, soit coudés.

Il a montré un spécimen d'écrou de réglage, breveté s. g. d. g., avec lequel, dit-il, on peut régler le jeu des boîtes, sur la longueur de la fusée, avec la plus grande précision.

M. Anthoni montre encore des bobines coniques en caoutchouc, brevetées s. g. d. g., destinées à être placées entre les boîtes d'essieux et les moyeux; ce système, dit-il, augmente la durée des roues, à la condition de donner aux moyeux des mesures appropriées et diminue le tirage.

Ferrures. — Nous avons aussi remarqué dans cette exposition :

1° Un coulisseau de glace, en bronze, à ressort articulé, breveté s. g. d. g., agissant directement sur le coulisseau sans frottement;

2° Une serrure, genre de la serrure Desouches, mais à levier mobile; on peut la graisser, sans être obligé d'enlever la garniture;

3° Un siège de strapontin pour mylord, système Charcot, breveté s. g. d. g., qui se loge sous le siège du cocher.

M. L. Hannoyer (France).

M. Hannoyer, qui était autrefois l'associé de M. Frémont, lui a succédé, il y a déjà longtemps; il s'occupe spécialement des ressorts, essieux, roues et trains montés, pour la carrosserie et le charronnage. Son exposition comprenait des ressorts, essieux, ferrures, avant-trains, des roues et des moyeux, dont nous allons donner un résumé succinct ci-après :

Ressorts. — Les ressorts étaient représentés par tous les types les plus employés, depuis le plus petit ressort de carrosserie, en acier, de 0 m. 035 de largeur, jusqu'au plus gros ressort de charronnage, en acier de 0 m. 090 de largeur.

Nous avons remarqué plus particulièrement :

Des ressorts en C, pour voitures à deux roues;

Des ressorts en C et des ressorts à jambe de force, pour grands trains;

Des ressorts faits avec de l'acier à nervure supprimant les étoquiaux;

Des collections de bouts de feuilles en tous genres;

Tous ces ressorts étaient bien traités, comme fini et ajustage.

Essieux. — Les essieux de son exposition représentaient tous les types usités pour les voitures de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

luxe, de commerce, pour le charronnage et pour quelques tramways de route. Nous devons signaler :

1° Des essieux avec patins et coudes enlevés dans la masse du fer;

2° Des essieux de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, dont les réceptions sont l'objet de difficultés exceptionnelles;

3° Des boîtes, en fer, cémentées et des boîtes en fonte, trempées en coquille;

4° Une boîte, en bronze, formant moyeu du type de l'artillerie française.

Avant-trains. — M. Hannoyer a exposé un avant-train de charronnage et deux de carrosserie; ces derniers comprenaient :

1° Un avant-train, tout en fer, avec volée également en fer, pour coupé à un cheval ou à deux chevaux; la cheville de cet avant-train est placée sur la fourchette en fer, en avant du lisoir; ce genre est employé dans la République Argentine;

2° Un avant-train à tétar, pour voiture attelée à deux chevaux.

Ces avant-trains sont d'une fabrication soignée.

Ferrures. — Cette maison a montré en outre, divers spécimens de ferrures, poignées, frettes et divers objets polis et plaqués.

Roues. — M. Hannoyer, dont la fabrication des roues est une des spécialités de sa maison, en a exposé une collection. Il a montré des roues en blanc, depuis la petite roue de carrosserie à jante cintrée jusqu'à la roue d'artillerie à moyeu métallique. Toutes ces roues sont à broche carrée et les moyeux sont en orme tortillard de la Brie; elles sont entièrement fabriquées par procédés mécaniques.

Moyeux. — Cette exposition était encadrée par deux pyramides de moyeus en bois de la Brie, percés et mortaisés mécaniquement, depuis le moyeu de brouette jusqu'au plus gros moyeu de charronnage.

Voiture en blanc. — Enfin, M. Hannoyer a montré un coupé monté en blanc, qui était bien exécuté.

M. J.-N. Lemoine (France).

M. Lemoine qui a créé sa maison, il y a trente ans, a un établissement d'une grande importance; il y fabrique des produits de premier ordre, qui lui ont acquis une juste et légitime réputation.

Après un examen attentif de ses produits, on y retrouve la collection, aussi complète que possible, des divers types de ressorts et d'essieux.

Ressorts. — Nous avons, parmi les ressorts, remarqué particulièrement les ressorts en C, à jambe de force, à cuillère, une variété de ressorts à pincettes et à demi-pincettes, ainsi qu'une série de ressorts de travers pour omnibus. Tous ces ressorts sont de formes gracieuses, bien ajustés et bien finis.

Essieux. — Les essieux sont plus particulièrement à signaler; il y a une grande variété d'essieux à corps droit et à corps coudé. Les patins et les coudes de ces essieux sont enlevés dans la masse du fer; dans la plupart des cas, les rondelles mêmes sont obtenues par le même procédé. Les essieux patent sont tous munis de boîtes en fer forgé; les avantages de ces boîtes sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les rappeler ici.

Parmi les essieux à corps coudé, on remarque les formes suivantes :

1° Quatre essieux coudés à épaulement, à patins larges pour brides, avec rondelles enlevées dans la masse du coude, pour coupés, mylords, landaus et ducs. Le perfectionnement apporté dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forgeage de ses essieux, et qui consiste à noyer une partie et même la totalité de la rondelle dans le coude, permet de rapprocher le ressort de la rondelle;

2° Deux essieux bruts de forge coudés, à patins sur la carre et à rondelles enlevées. L'un d'eux, à double coude sur la carre, réunit toutes les difficultés qui peuvent se présenter dans le forgeage d'un essieu, c'est-à-dire que les coudes, le patin et la rondelle sont enlevés dans la masse.

Parmi les essieux d'omnibus, on remarque les types ci-après :

1° Un essieu à patins avancés, qui avantage le plongement de la caisse sans qu'il soit nécessaire de donner au cintre ou au coude une aussi grande importance;

2° Un essieu à double coude de 0 m. 065 de diamètre de fusée, avec rondelles noyées et patins rondelles et coudes enlevés dans la masse; c'est une pièce de forge très difficile;

3° Un essieu coudé, avec disposition spéciale; le patin est en contre-haut de la fusée, ce qui permet de monter les ressorts en dehors;

4° Trois essieux à double coude, de formes diverses, pour omnibus de famille.

On peut encore citer un essieu, type Lesage, avec fusée au milieu du coude, surmontée d'un patin. Ce genre d'essieu a l'avantage de réduire la largeur de la voie et d'abaisser la caisse. Cet essieu est enlevé dans la masse et les fibres du fer sont sur leur sens rationnel.

En résumé, cette maison a exposé une très belle collection de ressorts et d'essieux, dont la fabrication bien comprise et bien soignée, montre la puissance de ses moyens d'action. La nomination de chevalier de la Légion d'honneur est la juste récompense du passé et du présent de M. Lemoine.

MÉDAILLES D'ARGENT.

MM. Faugier et C^e (France).

Essieux. — Cette maison n'a exposé que quelques essieux, dont la fabrication ne joue qu'un rôle peu important chez elle; elle a montré des essieux ordinaires à graisse, droits et coudés, des essieux de charrettes et des essieux de pompes à incendie, ainsi que quelques boîtes de roues. Ses essieux étaient montés avec des rondelles et des esses, et n'avaient pas d'écrous; les types exposés sont ceux des environs de Lyon et des contrées voisines.

Les matières employées sont bien préparées, ainsi que les spécimens d'essieux bruts de forge, à divers états d'avancement, permettent de le constater; notamment, un essieu ébauché de forge, sur la moitié de sa longueur, l'autre moitié, non forgée, laissaient voir le corroyage des diverses barres ou mises de fer qui composent l'essieu.

M. Ch. Vermot (France).

Cette exposition est faite par une maison de création plus récente que les précédentes.

Essieux. — Elle présente un assez grand nombre d'essieux en tous genres, qui sont d'une bonne fabrication; deux essieux soudés et complètement finis de lime sont soigneusement exécutés. M. Vermot expose aussi quelques bouts d'essieux patent, munis de ses écrous à cannelure, brevetés s. g. d. g. faits dans le but de permettre un serrage très précis de la boîte sur la longueur de la fusée, mais il est à craindre que l'on ne rencontre pas chez les cochers les soins minutieux qu'exigent des accessoires aussi délicats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ressorts. — Cette maison qui ne fabrique des ressorts que depuis peu, en a exposé un certain nombre, dont l'ensemble est satisfaisant.

Divers. — Elle a exposé aussi trois avant-trains, une pyramide de moyeux tournés et divers modèles de ferrures bien exécutées.

MEDAILLES DE BRONZE.

M. J. Mokhoff (Russie).

Ressorts. — M. Mokhoff a exposé quelques ressorts de voitures, en usage en Russie; ces ressorts de formes à pincettes et à rouleaux étaient faits avec des aciers à rainure et avaient les rouleaux garnis de tubes en cuivre.

M. P. Mourgues (France).

M. Mourgues ne fabrique pas; il a inventé divers articles de voitures qu'il a brevetés ou déposés et qu'il exploite.

Son exposition se composait principalement d'essieux patent, de son système, de ses frettes, de ses espagnolettes de rayon, de bouts de brancards et d'un avant-train à hémicycle, tout en fer: nous donnons ci-après la description des principaux de ces articles.

Essieux. — Ses essieux patent à huile, brevetés s. g. d. g. sont munis d'une bague-écrou destinée à remplacer la bague et les deux écrous des essieux patent ordinaires et à assurer un serrage convenable des boîtes sur la longueur des fusées.

Frettes. — Ses frettes patent filetées, avec chapeau hermétique, de son système, brevetées s. g. d. g. sont, soit en fer, soit en cuivre; elles servent à garnir le devant des moyeux des roues, qui ont des essieux ordinaires à graisse; ces frettes sont filetées et elles reçoivent un bouchon creux en cuivre, ayant la forme extérieure d'un chapeau d'essieu patent à huile; ce bouchon dissimule l'écrou en fer de l'essieu et, quand la frette est en cuivre, les roues ont l'air d'avoir des essieux patent et des frettes plaquées.

M. L. Vuldy (France).

Essieux. — M. Vuldy a exposé quelques bouts d'essieux patent à huile qui, forgés à la main, sont relativement bien exécutés; cette maison qui fait beaucoup de réparations et de tournage à façon, fait peu d'essieux neufs.

MENTION HONORABLE.

MM. Cocker brothers (Grande-Bretagne).

Ressorts. — Cette maison a exposé des ressorts des divers types employés en Angleterre, tels que ressorts à pincettes, à demi-pincettes, des ressorts en C, des ressorts à rouleaux et des ressorts pour train d'omnibus, le tout bien fait.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essieux. — Une collection d'essieux patent et d'essieux ordinaires à graisse complétait cette exposition.

NOTE REMISE PAR M. KELLNER À M. LE RAPPORTEUR.

Essieux. — MM. G. et P. Kellner, les fabricants de voitures bien connus, ont pris un brevet pour la modification de l'essieu patent à huile; modification qui doit éviter le bruit occasionné souvent par l'essieu, soit à cause du mauvais ajustage de boîtes, soit à cause du desserrage des écrous, soit à cause de l'usure de la rondelle en cuir.

Ces inventeurs ont adopté deux dispositions différentes, ingénieuses, dans lesquelles le cul de la boîte ne frotte sur la rondelle en liège que de la quantité rigoureusement nécessaire pour empêcher l'huile de passer; la boîte ne pouvant s'avancer au delà d'un certain point, la rondelle ne paraît pas devoir s'user et peut durer longtemps.

L'idée est fort intéressante et la pratique qui modifiera peut-être les dispositifs employés, dira si ce progrès a chance d'être définitivement réalisé.

AVANT-TRAINS.

MÉDAILLE D'ARGENT.

M. E. Virfollet (France).

M. Virfollet nous donne une exposition spéciale très complète de l'article «avant-trains»; elle se compose de vingt-deux genres différents, soit en grandeur naturelle, soit en réduction, depuis le grand avant-train pour camions à deux chevaux et le tétar jusqu'à l'avant train à hémicycle. Les quinze petits modèles ont été très remarqués; quant aux sept avant-trains en grandeur, tout en reconnaissant les efforts faits par M. Virfollet, dont la maison est de création relativement récente, ils n'atteignent pas la perfection que l'on est habitué à rencontrer dans les avant-trains de la grande carrosserie.

Nous avons remarqué un nouveau mode de graissage à sec assez curieux : les jantes de ronds et la douille de la cheville ouvrière sont incrustées de graphite : ce métal, qui est lubrifiant, est plus propre que les huiles, graisses et savons, qu'on emploie généralement; de plus, le graissage étant automatique, le cocher n'a pas à s'en occuper : ce procédé, employé en Amérique, donne, paraît-il, les meilleurs résultats.

Nous devons encore signaler un crochet de sûreté élastique, fait pour supprimer le claquement des ronds à hémicycle, ainsi qu'un avant-train, dont tous les boulons ont été remplacés par des rivets à tête fraisée noyée dans le fer; ceci est fait pour supprimer les écrous, pour faciliter le lavage et pour éviter de déchirer les éponges.

M. Virfollet a créé divers outils mécaniques, notamment un laminoir spécial, et des machines à cintrer sur calibre; ces dernières permettent d'ajuster les ferrures à froid sur les bois et de les laisser ainsi sans brûlures.

En résumé M. Virfollet peut produire beaucoup de travail économiquement et, par là, rendre des services aux fabricants de voitures qui sont obligés de vendre à des prix réduits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLE DE BRONZE.

M. J. Hénon (France).

M. Hénon n'a exposé qu'un seul avant-train, ce qui est peu, vu l'importance de ses moyens d'action. Cet avant-train est avec rond à double portée; les deux fourchettes en fer sont carrées derrière, ce qui sort des habitudes de la carrosserie.

MENTION HONORABLE.

MM. Barbe et Gruer (France).

Cette maison a montré des avant-trains munis de son système de ronds à rainures, adhérant ensemble par des plaques à douilles brevetées s. g. d. g. MM. Barbe et Gruer disent qu'avec leur nouveau système le graissage est constant : l'huile restant emmagasinée dans la rainure circulaire qui forme réservoir; la cheville, qui ne sert que comme guide, n'a plus de fatigue et par conséquent, ajoutent-ils, aucune rupture n'est à craindre; ces ronds sont en bronze trempé, dont ils garantissent la résistance.

FERRURES ACCESSOIRES.

MÉDAILLES D'ARGENT.

MM. Calmettes et Metceller (France).

Coulants de glaces. — MM. Calmettes et Metceller ont exposé des spécimens de leurs coulants de glaces, brevetés s. g. d. g. qui sont très appréciés par la carrosserie de luxe; ils servent à maintenir relevées les glaces de portières de landau et, les glaces étant baissées, ils servent encore à en boucler le jour.

L'avantage du système de MM. Calmettes et Metceller, sur les anciens, consiste en sa simplicité de pose et sa sûreté de fonctionnement. Bien que cette invention soit récente il y en a un grand nombre de garnitures de posées.

M. C. Hanzer (France).

Boulonnerie. — Ce fabricant a exposé diverses collections de boulons de toutes formes, servant à la construction des voitures. Nous avons remarqué toute une série de boulons à corps tourné pour ressorts, avec des têtes variées de formes, ayant de 0 m. 025 à 0 m. 050 de diamètre, sur des tiges de 0 m. 008 à 0 m. 011; ces boulons sont faits d'une seule pièce : les têtes sont très grandes par rapport au diamètre du corps; cela représente une certaine difficulté de fabrication et demande de grands soins.

M. Hanzer a présenté aussi de gros boulons spéciaux à l'artillerie et aux compagnies de chemins de fer, diverses pièces de forge pour la construction des dynamos électriques, ainsi qu'une série

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

complète d'écrous très soigneusement forgés, de forme carrée et de forme six pans, depuis 0 m. 010 jusqu'à 0 m. 120 de diamètre sur pans. Il a exposé, en outre, des étoquiaux bruts de forge et limés, ainsi que des goujons qui entrent dans la fabrication des ressorts.

En somme, cette jolie exposition de boulons et d'écrous, pour la carrosserie et la mécanique, démontre que cette maison continue la bonne fabrication et qu'elle justifice la confiance qu'elle a su inspirer.

M. Laurent-Colas (France)

Brides et menottes de ressorts. — Charnières. — La vitrine exposée par M. Laurent-Colas renferme une collection complète des articles de voitures qu'il fabrique. Leur élégance et leur bonne exécution nous engagent à nous y arrêter un peu longuement.

M. Laurent-Colas, qui est un chercheur, a commencé très modestement en 1860; depuis, il a constamment grandi et son usine a pris un grand développement, car elle occupe aujourd'hui plus de 150 ouvriers, ce qui la met au premier rang pour ce genre d'industrie.

Autrefois les brides de ressorts étaient très mal faites, mal forgées à la main, mal taraudées et de mauvaise qualité. Cette maison, qui a inventé et breveté diverses machines pour les faire mécaniquement livre à la carrosserie des brides en excellent fer; elles sont parfaitement finies et lustrées de forge, ce qui permet aux fabricants de voitures les plus difficiles de les employer sans avoir à leur donner le moindre coup de lime.

La collection exposée comprenait des brides de tous genres, des menottes, des jumelles, des charnières et des nœuds de compas. M. Laurent-Colas s'en tient à ces spécialités, fabricant chaque article avec des outils spéciaux créés à cet effet et s'attachant à bien faire, pour ne livrer que des objets très soignés.

M. B. F. Merville (France).

Parasol pour voitures. — Le parasol ou parapluie mobile pour voitures, de M. Merville, est bien connu; il s'applique à toutes les petites voitures découvertes telles que ducs, paniers, etc.; on peut le poser ou l'enlever en très peu de temps, une fois que la voiture est organisée pour son emploi; cet appareil très bien conditionné peut rendre des services aux propriétaires des voitures découvertes.

MM. Paquet et ses fils (France).

MM. Paquet et ses fils nous montrent un compteur horaire qui nous paraît bien exécuté.

MÉDAILLES DE BRONZE.

M. Barbou fils (France).

Lève-Roues. — M. Barbou fabrique depuis longtemps des lève-roues en fer, brevetés s. g. d. g. pour soulever les voitures, soit pour les laver, soit pour les graisser; il en a exposé de deux forces; le plus petit modèle peut soulever 500 kilogrammes, celui renforcé est destiné aux mail-coach.

M. H. Carpentier (France).

Manches d'outils et moyeux. — M. Carpentier a présenté divers objets en bois tels que : manches en frêne pour marteaux, limes et tarières, ainsi que des manches en cornouiller pour tranches et

Imprimerie nationale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marteaux à devant. En outre, il a exposé une collection de maillets, de balustres en frêne et des moyeux en orme tortillard pour roues; le tout en bois de premier choix est bien fait.

M. Théotime Lamotte (France).

Compteur pour voitures. — M. Lamotte a exposé un compteur automatique pour enregistrer le nombre de tours que font les roues et le nombre de kilomètres parcourus : bien que cet appareil paraisse simple et pratique, il faudrait le voir fonctionner pendant un certain temps pour pouvoir émettre un jugement sur son mérite effectif.

M. H. Schmidt (France).

Serrure de portière. — M. Schmidt a exposé une serrure brevetée s. g. d. g. Cette serrure, qui est à pène droit d'une faible épaisseur, coupe peu le montant des portières; une entaille de 0 m. 015 d'épaisseur et de 0 m. 040 de largeur suffit; le fouillot, étant dans l'axe du pène, donne un tirage direct et doux. M. Schmidt en fait de divers modèles, pour landaus, vis-à-vis, charrettes anglaises et breacks, ainsi qu'un modèle, dit *à boîte*, pour les voitures de place. Cette serrure est très appréciée par la carrosserie.

M. C. Welté (France).

Dards d'attelage à ressort. — M. Welté a inventé des dards d'armons à ressorts, brevetés s. g. d. g., destinés à soulager le tirage du cheval et à atténuer les chocs qu'il ressent aux épaules pendant la marche de la voiture. Ces dards sont faits avec des tasseaux qui s'adaptent facilement dans les gueules de loup des avant-trains.

Plaques en bronze de brancards. — Cet exposant a également inventé des plaques en bronze (modèle déposé) pour placer aux talons des brancards; le frottement dans les gueules de loup est bien plus doux qu'avec des plaques en fer et évite la rouille.

MENTIONS HONORABLES.

M. Collin-Tanret (France).

Relève-brancards. — M. Collin-Tanret expose des relève-brancards ou arrêts de brancards, brevetés s. g. d. g., qui ont pour but d'éviter les accidents et les désagréments occasionnés par la chute des brancards des voitures à 4 roues; car une fois relevés, ils ne peuvent plus tomber ni en avant, ni en arrière, quelles que soient les secousses que reçoive la voiture.

M. C. Corniquet (France).

Appareil à réparer les brancards. — M. Corniquet présente un appareil, breveté s. g. d. g., pour réparer instantanément les brancards. Cet appareil, très simple et d'une fabrication un peu primitive, se compose de deux parties mobiles réunies par des charnières, qui s'ouvrent à volonté pour recevoir les deux morceaux du brancard cassé et qu'elles enveloppent en les emprisonnant au moyen de deux vis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. E. Herrera (Chili).

Ferrures. — M. Herrera a exposé des spécimens de ferrures employées usuellement au Chili pour les voitures à deux roues : ces pièces, qui s'écartent de celles employées en France étaient bien exécutées.

M. T. Georgevitch (Serbie).

Ferrures. — M. Georgevitch a exposé quelques ferrures de voitures, notamment des ronds d'avant-trains.

M. P.-D. Lacour (France).

Brancard démontable. — M. Lacour a inventé un système de brancard décomposé et articulé en trois pièces, breveté s. g. d. g., qui s'assemblent entre elles par des douilles taraudées mâles et femelles. En cas d'accident, en route, on n'a qu'à retirer la pièce cassée et à la remplacer par une pièce semblable de rechange; ayant un brancard de ce système dans la voiture, on peut faire la réparation immédiatement et continuer sa route.

M. H. Lefèvre (France).

Brancard démontable. — M. Lefèvre expose également un brancard démontable; étant en acier, il est incassable; il se démonte en plusieurs pièces; il en fait de deux types, l'un à cintre ordinaire et l'autre à grand cintre. En cas d'accident et de déformation du brancard, occasionnée par la chute du cheval, on peut retirer la pièce abîmée et la remplacer par des pièces de rechange qu'on peut avoir dans le coffre de la voiture.

M. E. Lehut (France).

Frein automatique. — M. Lehut a exposé un système de frein à pression automatique, à arrêt instantané ou à arrêt progressif à volonté, pour lequel il est breveté. Il en donne la description suivante :

Ce frein proprement dit se compose de deux colliers en feuilles d'acier garni de cuir, qui s'enroulent autour des moyeux; ce sont ces deux colliers, de deux ou trois spires, qui actionnent et bridet les moyeux en les empêchant de tourner. Les moyeux sont préparés à recevoir cette action par l'application d'une frette qui fournit une surface plane.

Quant au fonctionnement, une légère pression avec le bout du pied sur la pédale, suffit pour actionner le frein, et une pesée de 5 à 10 kilogrammes produit instantanément l'enrayage absolu des deux roues. Ce frein peut s'appliquer à tous les genres de voitures et il paraît avoir donné jusqu'ici de bons résultats.

ROUES ET BOIS CINTRÉS.

MÉDAILLES D'ARGENT.

M. A. Chambard (France).

Roues. — Cette maison, qui a exposé des voitures au Champ de Mars et à l'Esplanade des Invalides, a montré quelques roues détachées de son système, qu'elle appelle *roues armées* et qui sont brevetées s. g. d. g.

Ces roues ont à peu près l'aspect des roues ordinaires; les rais sont enrayés dans le moyeu comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'habitude, mais cet enrayage est consolidé par deux collerettes de fer, ajustées devant et derrière les rais, et destinées à les relier ensemble avec le moyeu. L'épaulement des rais sur le moyeu est en forme de voussure et les rais s'appuient les uns sur les autres. Entre chaque rais, passent des boulons réunissant les deux collerettes, ce qui rend les rais solidaires entre eux et avec le moyeu. En resserrant les boulons qui passent à travers les rais, il est facile de rattraper le jeu qui peut se produire par la dessication ou par la compression; de même, quand le moyeu diminue par les mêmes raisons, il est facile également de resserrer les armatures contre ce moyeu, en reposant à chaud les frettes en fer enveloppant ces collerettes. Les collerettes sont à cet effet fendues dans le sens du rayon, afin de leur permettre la diminution de diamètre nécessaire pour toujours bien comprimer le moyeu. Pour remplacer un rais cassé, il suffit de retirer la collerette de derrière et d'intercaler un nouveau rais.

Cette maison a été fondée en 1843 par le père de M. Chambard; elle fait tous ses produits par procédés mécaniques, ce qui lui permet de livrer vite et à des prix réduits; elle emploie de 45 à 50 ouvriers.

M. S. Chicot (France).

M. Chicot a su se faire une place spéciale parmi les maisons fournissant les accessoires de voitures en important et en vulgarisant en France des articles en bois de qualité et de résistance exceptionnelles provenant de l'Amérique. Son exposition, qui couvrait une superficie assez grande, était arrangée avec beaucoup de goût et comprenait des spécimens des divers objets dont il fait le commerce. Nous y avons particulièrement remarqué :

Voitures de courses. — Des voitures à deux roues pour courses au trot, appelées *sulkies*, extrêmement légères, car il y en a qui ne pèsent que 22 kilogrammes, roues comprises, ainsi que des skeletons à quatre roues. Ces voitures sont admirablement traitées comme élégance, légèreté et solidité, car tous les organes qui les composent sont de toute première qualité.

Roues et accessoires. — Des roues caoutchoutées, brevetées s. g. d. g., avec simples et doubles bandages superposés au caoutchouc. Par un système qui lui est particulier, il place sur les roues des bandages en caoutchouc et en garantit la supériorité et la solidité. Le caoutchouc, étant boulonné et vissé dans la cannelure d'acier par des boulons spéciaux, ne doit jamais s'arracher, mais avant de se prononcer, il faut attendre les résultats.

Des roues Warner avec enrayage spécial de rais enfoncés à travers une bande métallique et dans les mortaises du moyeu en bois. Des moyeux Warner avec enveloppe métallique, mais non garnis de rais, sont vendus séparément.

Des roues en bois de hickory, avec moyeux non enveloppés de métal.

Des jantes cintrées en hickory et en chêne d'Amérique.

Des rais façonnés en hickory et en accacia. M. Chicot expose des échantillons de rais de hickory brisés, mais non rompus, pour faire voir la tenacité des fibres du bois, qui en effet n'avaient pas pu être arrachées.

Bois cintrés. — Enfin, cette exposition comprenait des spécimens de toutes sortes de bois cintrés pour les voitures, tels que : brancards en bois de lance, en hickory, en acacia, en frêne, pour charrettes anglaises, des timons, des cerceaux, etc.

Compagnie de l'Horme (France).

Roues. — Cette compagnie a exposé des roues avec moyeu renforcé à armatures métalliques pour l'usage des camions et des voitures de carrosserie. Ces roues sont du système de M. Dégrange, leur inventeur, qui les a fait breveter s. g. d. g.; elles offrent, dit-on, une résistance et une durée doubles des roues à moyeu ordinaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*MM. Dann brothers and C^e^* (États-Unis).

Bois cintrés. — MM. Dann brothers and C^e^ ont exposé une très belle collection de bois cintrés d'Amérique pour voitures. Nous avons remarqué des rais, des jantes, des brancards, des flèches ou timons et des cintres de siège, le tout en très beau bois et parfaitement exécuté; des rais en hickory avaient une telle ténacité de fibres qu'il n'a pas été possible de les rompre.

M. Thomas-W. Hopton (Grande-Bretagne).

Bois cintrés, roues. — M. Thomas-W. Hopton a présenté une jolie collection de roues, rais, jantes en une ou plusieurs pièces, panneaux cintrés pour sièges et des brancards en bois de lance, de hickory et de frêne; le tout d'ailleurs de belle qualité et d'une bonne exécution.

M. E. Lefrère (France).

Bois cintrés. — Cette jolie exposition de bois cintrés, en bois de France, fait honneur à M. Lefrère, car en effet les bois sont de premier choix, les formes et les cintres sont gracieux, il y a des pièces d'une exécution très difficile et le tout est d'un fini irréprochable.

Cette exposition comprenait des pièces de formes usuelles et des pièces d'une exécution plus difficile. Les pièces usuelles se composaient de limonières à grand cintre de Paris, des jantes de roues en deux pièces, en frêne et en acier; des cintres de tilburys, des armons pour avant-trains, des traverses et des palonniers tournés, des balustres de diverses formes, des custodes de coupés, des cerceaux de tapissières en frêne, des ceintures pour caisses de phaétons et des pieds cormiers de coupés cintrés en noyer. Les pièces d'une exécution plus difficile comprenaient des brancards cintrés ayant 0 m. 110 sur 0 m. 120 de force, en frêne; des brancards cintrés en *chêne;* des brancards de dog-carts en frêne ayant 0 m. 400 de cintre en contre-bas; des limonières de cab, en frêne, cintrés d'une seule pièce; un cintre, pour cab cintré, à carres vives, pour assembler sur les limonières; les fabricants anglais croyaient qu'on ne pourrait pas arriver à les cintrer en France; on voit que leurs craintes n'étaient pas justifiées.

Nous devons signaler encore des jantes cintrées d'une seule pièce, pour roues depuis 0 m. 450 de diamètre, en frêne et en acacia; des ridelles de dog-cart; des cerceaux, en une seule pièce, pour capote de tilbury, en frêne et en *hêtre;* trois jantes, d'un seul morceau, qui sont passées l'une dans l'autre, formant chaîne.

M. Lefrère nous a fait remarquer qu'il est arrivé à cintrer le hêtre (voir les cerceaux de tilburys), ce que, dit-il, aucun autre cintreur n'a pu réussir jusqu'ici.

MM. J. Owen and sons (Grande-Bretagne).

Bois cintrés, roues. — MM. J. Owen and sons ont montré une collection complète de bois cintrés et quelques roues; leur exposition comprenait des brancards en frêne, en hickory et en lance-wood, ainsi que des cerceaux, des timons, des armons et des jantes de rond en frêne; ils ont montré aussi des roues d'Amérique, ainsi que leurs accessoires tels que moyeux, rais et jantes; quelques panneaux pour voitures complétaient cette exposition qui était d'un aspect agréable.

M. H. Rivière (France).

Roues. — M. Rivière, qui a exposé des voitures pour le transport des vins, a exposé aussi une collection de grosses roues de charronnage à divers usages; nous avons surtout remarqué une paire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de roues de devant de 0 m. 800 de hauteur, avec des bandages de 0 m. 160 sur 0 m. 050, pour gros transports; pour exécuter des roues d'un aussi petit diamètre avec des fers aussi forts, il faut des outils et des ouvriers spéciaux.

MM. Shepard and sons (États-Unis).

Bois cintrés, roues. — MM. Shepard and sons ont montré des bois cintrés en tous genres, ainsi que des roues de buggies, moyeux, rais et jantes en bois d'Amérique; le bois était beau et la fabrication très soignée.

MÉDAILLES DE BRONZE.

MM. Déflassieux frères (France).

Roues. — MM. Déflassieux frères, qui ont une très grande fabrication de roues métalliques pour les chemins de fer, les tramways, etc., ont exposé quelques roues en bois pour la carrosserie, comme spécimens de ce qu'ils peuvent faire dans cette branche spéciale de leur industrie.

M. Fauchet-Doussin (France).

Bois cintrés. — M. Fauchet-Doussin a exposé diverses pièces en bois cintrés, ainsi que des moyeux, traverses et balustres tournés; il avait une collection assez complète de tous les genres: des brancards de diverses formes, des armons, des cerceaux, des lisoirs, des cintres de tilburys et des cintres d'accotoir pour mylords, des palonniers et des jantes de roues; le tout d'une fabrication courante.

Manufacture royale d'armes et fonderie de canons (Serbie).

Roues. — Cette manufacture a exposé diverses pièces entrant dans la fabrication des roues de l'artillerie serbe; sa collection comprenait des parties de roues avec centre en bronze, des rais, des jantes et des fers à bandages; le tout assez bien compris.

M. M.-G. Marquis (Cochinchine).

Roues. — M. Marquis a exposé des roues usitées en Cochinchine pour les voitures traînées par des buffles; elles sont bien construites et paraissent très solides.

LANTERNES ET PLAQUÉS.

MÉDAILLE D'OR.

M. Ch. de l'Écluse (France).

Lanternes, plaqué et divers. — La maison qui appartient à M. de l'Écluse, successeur de M. Mairet, est la plus importante en son genre et la plus ancienne; elle a été fondée en 1818 par M. Fischer, un Anglais. C'est elle qui a introduit en France la fabrication des poignées de voitures qui, jusqu'alors, nous étaient fournies par l'Angleterre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les produits exposés nous avons remarqué particulièrement :

Une galerie, en argent massif ciselé, pour la voiture de gala du vice-roi d'Égypte, composée et dessinée par M. de l'Écluse lui-même;

Une collection d'armes, de housses et de pavillons, en divers métaux, ciselées;

Une collection de très jolies poignées de portières, modèles édités par cette maison;

Une très belle collection de lanternes, dont deux grandes pour mail-coach;

Des volées d'attelage à quatre chevaux pour mail-coach, en fer forgé;

Des crapauds de timon de diverses formes, en fer forgé;

Des ferrures spéciales pour charrettes anglaises de divers modèles;

Une barre de carrick en fer forgé, avec ses poupées;

Une très belle collection de chiffres, en tous genres;

Le tout était d'une exécution et d'un goût parfaits.

MÉDAILLES D'ARGENT.

M. E.-L. Biémont (France).

Lanternes. — Cette maison a exposé une belle collection de dix-huit paires de lanternes de différents modèles et s'adaptant aux diverses voitures en usage à Paris; nous allons en donner un résumé ci-après :

Une paire de lanternes, de forme cylindrique, pour coupé de ville, avec cadres unis à filets, chapiteau et bougie avec ornements en cuivre poli et glaces biseautées et perlées;

Une paire de lanternes, de forme ronde, dites *gamelles*, pour mail-coach, avec deux porte-glaces de côtés cintrés et avec rehaussement; glaces ci-devant bombées et avec réflecteur double, en plaqué à l'intérieur;

Une paire de lanternes cylindriques, simples, d'un nouveau type, pour les coupés de formes rondes;

Diverses lanternes de forme ronde, dites *gamelles*, du même type que celles de mail-coach, mais plus petites et destinées aux mylords, vis-à-vis, omnibus et phaétons;

Une paire de lanternes du même genre, mais ovales, avec réflecteurs intérieurs ovales également, pour mylords et vis-à-vis;

Diverses lanternes carrées pour landaus, coupés, stanhopes, vis-à-vis, phaétons et diverses voitures;

Outre ces divers types, nous devons signaler une paire de lanternes de forme ronde gamelle, avec rehaussement sur les côtés, et dont le plaqué intérieur était disposé en forme parabolique et d'une grande puissance de lumière.

M. C. Billy (France).

Lanternes. — M. Billy, qui a succédé à M^me^ veuve Büngens, ne s'attache qu'à faire de la belle fabrication. Tout ce qui sort de ses ateliers, est de première qualité et bien fini. M. Billy crée et dessine lui-même ses types nouveaux.

Son exposition était très belle; nous y avons remarqué, notamment, les lanternes ci-après de tout dernière mode :

Deux paires de lanternes-phares à réflecteurs et à deux portes pour mail-coach;

Une lanterne-phare plate, à réflecteur parabolique, à glace bombée, un feu, disposée pour bou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gie, pour coquille de mail-coach. Cette lanterne, créée par lui, est destinée à remplacer les lanternes à trois feux à l'huile, qui ont presque toutes l'inconvénient de noircir l'intérieur par la fumée et de ne pas donner la lumière qu'on en attend;

Une paire de lanternes cylindriques, création de cette maison;

Une paire de lanternes carrées avec intérieur et extérieur en plaqué argent *sur métal blanc*, pour mylord;

Une paire de lanternes carrées, à glaces prismatiques, à réflecteur carré de face, intérieur plaqué or, extérieur plaqué argent, pour coupé;

Une paire de lanternes-phares ovales et une paire ronde pour mylords ronds;

Une paire de lanternes carrées-longues, à glaces cintrées, avec encadrements à cadre, pour mylord;

Une paire de lanternes carrées, à glaces cintrées dans les angles; nouveau modèle pour landau. Ces lanternes sont pour voitures à caisse ronde ou avec angles ronds, forme qui est à la mode.

Nous devons aussi signaler le modèle de grand luxe ci-après :

Une paire de lanternes riches, qu'il a exécutées pour la calèche de gala offerte par le Gouvernement du Chili à son président;

Et pour finir, une petite lanterne-bijou, sur gaine mobile, pour intérieur de coupé; l'extérieur est en métal nickelé et poli, avec recouvrement de glace se baissant et se levant à volonté formant réflecteur; l'intérieur de cette lanterne est en plaqué argent.

MM. Ducellier et Cie (France).

Lanternes et plaqué. — MM. Ducellier et Cie ont exposé une certaine quantité de lanternes de formes et genres différents; nous avons remarqué entre autres :

Une très belle paire de lanternes, à ornements riches, fabriquées par eux pour une voiture de gala destinée à l'Amérique du Sud;

Une grande lanterne à trois réflecteurs pour coquille de mail-coach;

Des lanternes devant être éclairées à l'électricité.

Nous devons signaler également :

Une collections de diverses poignées polies, ciselées et plaquées pour portières;

Une collection de frettes plaquées de tous genres pour roues;

Enfin une collection de divers articles en baguette plaquée, tels que lunettes, épis, etc.

M. F.-J. Gall (France).

Plaqué et cantines. — M. Gall, dont le nom est bien connu de ceux qui emploient son lève-glaces breveté s. g. d. g., s'est particulièrement distingué dans son exposition.

Nous devons citer, en première ligne, une collection de 80 cantines environ, dans tous les genres : il y en avait en ébénisterie, en bois durci, en maroquin, en ivoire, en buffle, en bélier, en écaille et même en osier; le tout, d'un travail très soigné et comprenant environ 60 ornements différents. Les formes et modèles étaient très variés et presque tous de sa création.

Nous devons aussi mentionner tous les accessoires d'intérieur en buffle, ivoire et bélier, et plus particulièrement ceux en écaille, soit blonde ou jaspée, qui sont de sa création. Ajoutons une collection de poignées de portières éditée par lui et un store qui, avec un ressort de 0 m. 035, peut développer jusqu'à 2 mètres de hauteur.

Enfin, n'oublions pas le lève-glaces dont M. Gall est l'inventeur et dont il n'est plus nécessaire de faire l'éloge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. H.-P. Robinot (France).

Plaqué. — M. Robinot a exposé des articles pour la sellerie et des articles pour la voiture, nous ne parlerons que de ces derniers. M. Robinot, dont la maison a été fondée en 1828 et qui la dirige lui-même depuis 1866, a montré :

Un étui de fouet, de son invention breveté s. g. d. g., à ressorts apparents garnis de cuir, formant tulipe;

Un loquet à ressorts, breveté s. g. d. g. pour hayons de voitures, ne ferraillant pas pendant la marche de la voiture, même quand le hayon est baissé;

Une barre d'attelage pour carrick, à grande pompe, en acier bruni avec ses hautes poupées nickelées;

Une collection de divers genres de baguettes et lunettes;

Des volants de mécaniques et des leviers de freins;

Des stores de divers modèles;

Des butoirs et contre-plaques montoirs pour marchepieds;

Une collection de frettes soit plaquées, soit massives en cuivre, soit en nickel fondu et en argent repoussé;

Une collection de plus de cinquante modèles de poignées de voitures en tous genres et formes en cuivre, similior, nickelide massif; en plaqué argent, ivoire et buffle;

Enfin divers articles plaqués pour l'attelage, tels que : crapauds, douilles, chaînes et crochets de timons, ainsi que des bouts de brancards de toutes formes.

M. A. Santy (Belgique).

Lanternes et plaqué. — M. Santy a montré une collection de lanternes de formes et genres variés, de bonne fabrication; nous avons remarqué particulièrement :

Une paire de lanternes riches pour voiture de gala;

Une lanterne-phare pour coquille de mail-coach, à trois réflecteurs;

Une paire de lanternes de forme cylindrique pour coupé;

Diverses lanternes de formes rondes, carrées et ovales pour mylords, vis-à-vis, omnibus, etc.

M. Santy a aussi exposé diverses parties de lanternes en repoussé telles que : réflecteurs, chapiteaux, culots, etc. Son exposition comprenait encore :

Une collection complète de poignées de portières en cuivre poli et plaquées, de diverses formes et genres;

Une collection très variée d'objets pour intérieur de voitures; le tout d'une bonne exécution.

M. P. Toussaint (France).

Repoussage au tour pour lanternes. — M. Toussaint a une très belle exposition de diverses pièces repoussées, servant à la fabrication des lanternes; nous avons remarqué principalement :

Des réflecteurs ordinaires, à glaces serties, le plaqué étant bruni au tour;

Des réflecteurs à glaces bombées, rondes et ovales;

Diverses pièces pour les lanternes cylindriques, sans soudure, à ornements et unies;

Divers réflecteurs pour lanternes de chemin de fer, de tramways et pour l'électricité;

Un réflecteur, de face intérieure, doublant la lumière au moyen de trois glaces et trois réflecteurs sertis ensemble;

Un réflecteur carré (modèle déposé) pour tramways et omnibus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sertissage des glaces au tour. — M. Toussaint est l'innovateur des «réflecteurs à glaces bombées *serties*», modèle qui est très apprécié, ainsi que du brunissage des intérieurs de lanternes, dont l'éclat et le brillant durent plus longtemps que le plaqué frotté au rouge.

L'exposition de M. Toussaint est d'une supériorité réelle.

MÉDAILLES DE BRONZE.

M. A.-L. Ledoux (France).

Garnitures d'intérieur. — M. Ledoux a exposé des collections complètes de garnitures d'intérieur en ivoire, en corne, buffle et en maroquin; des cantines en bois sculpté, ainsi que des stores et divers articles en cuivre pour les voitures.

M. Ledoux a exposé, en outre, une assez jolie collection de cordons d'appel, avec tuyaux acoustiques, ainsi que des poires et des cornets. Il a montré une agrafe d'attelle à demi-tour, qu'il recommande comme ayant de grands avantages sur les anciens systèmes.

MM. Lieutard et Bougon (France).

Lanternes. — MM. Lieutard et Bougon ont exposé divers articles de cuivrerie pour la sellerie et les harnais, ainsi que des lanternes de voitures; parmi ces dernières, qui étaient d'une bonne fabrication courante, nous avons remarqué :

Une paire de lanternes à grand chapiteau pour mail-coach;

Une lanterne à trois réflecteurs pour coquille de grand break;

Une collection de lanternes unies de formes diverses.

MM. Lieutard et Bougon ont exposé, en outre, un nouveau genre de baguettes pour lequel ils sont brevetés s. g. d. g.

MM. Pinon et Streicher (France).

Lanternes. — Cette maison a exposé une collection de diverses lanternes courantes, parmi lesquelles nous avons remarqué quelques bons modèles. Nous devons surtout signaler leurs lanternes de breaks et divers types de lanternes à gaînes et a fourreau, pour les voitures de commerce, les fourgons, les camions et les omnibus; ces dernières nous ont paru très bien traitées comme formes, fini et solidité.

EMBALLAGES DE VOITURES.

MÉDAILLE D'ARGENT.

MM. Thiercelin aîné et Boissée (France).

MM. Thiercelin aîné et Boissée, les emballeurs bien connus, ont exposé des petits modèles de caisses ou cadres servant à emballer et à transporter les voitures de luxe. Leur système nous a paru très ingénieux et appelé à rendre de nouveaux services.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLE DE BRONZE.

M. A. Gonzalez (France).

M. Gonzalez a également exposé des petits modèles de cadres, de son système breveté s. g. d. g., pour le transport des voitures de luxe; avec ce système, on peut, dit-il, expédier les voitures sans avoir à les mettre sous toile. Les roues étant suspendues dans le cadre, cela évite les chances d'enrayage pendant le transport.

Nous avons encore à signaler, parmi les industries diverses, les exposants suivants :

PASSEMENTERIES ET ÉTOFFES POUR CARROSSERIE.

MÉDAILLES D'OR.

MM. Boyriven frères (France).

MM. Boyriven frères exposent, dans un kiosque spécial, une très belle et très intéressante collection de leurs passementeries, en tous genres fabriquées à Paris et de leurs étoffes de soies fabriquées spécialement à Lyon pour la carrosserie.

Cette très importante maison produit non seulement des passementeries et étoffes pour voitures, mais encore pour le matériel des chemins de fer.

M. Alexandre Devenne (France).

M. Alexandre Devenne expose également dans un kiosque spécial de très belles passementeries de sa fabrication et une collection de draps et d'étoffes de soies qui sont du meilleur goût.

MÉDAILLE D'ARGENT.

MM. Prioux et Dolly (France).

MM. Prioux et Dolly nous montrent, dans une vitrine, des produits très intéressants et très soignés de leur fabrication concernant les passementeries spéciales à notre industrie.

CUIRS ET MAROQUINS.

HORS CONCOURS.

Nous citerons d'abord, parmi les exposants de cette catégorie, MM. Corbeau et Gruel, M. Denant (France), membres du jury de la classe 47, qui ont, dans notre classe, une vitrine renfermant de très beaux produits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLE D'OR.

M. Sueur fils (France) expose une vitrine complète de très beaux cuirs pour la carrosserie et la sellerie.

MÉDAILLES D'ARGENT.

MM. Barbon, Forster, Frémont, Goupy, Montier, Senat et Cie (France), ont également dans notre classe des expositions très complètes et très intéressantes de leurs cuirs et maroquins à l'usage de la carrosserie et de la sellerie.

Nous n'avons pas à nous étendre davantage sur ces produits qui ont été récompensés également dans la classe 47.

VERNIS POUR VOITURES.

MÉDAILLES D'ARGENT.

Trois fabricants seulement avaient exposé dans notre classe :

MM. Hartog (France), dont les vernis sont fort connus et appréciés, et MM. Schombourger frères (France).

MENTION HONORABLE.

MM. Callot et Rolland (France).

ARMOIRIES, DESSINS, DIVERS.

MÉDAILLES D'ARGENT.

M. Callot (France).

M. Callot expose de fort beaux tableaux d'armoiries et de chiffres faits avec goût et talent.

M. Dupont (France).

M. Dupont expose un plan de berline à housse, grandeur d'exécution, très bien traité, comme tout ce que fait cet habile dessinateur.

M. Pollet (France).

M. Pollet expose des tableaux d'armoiries et de chiffres d'une bonne exécution.

MÉDAILLES DE BRONZE.

M. Boutet (France).

M. Boutet expose également des chiffres et armoiries faites avec soin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Thomas Brice (France).

M. Thomas Brice nous montre sa collection du *Guide du carrossier*, et son *Traité de menuiserie en voiture*, très apprécié des praticiens.

M. Degout (France).

M. Degout expose des armoiries bien traitées.

M. Gourdin (France).

M. Gourdin expose une intéressante collection de dessins de voitures.

M. Louis Musso (France).

M. Louis Musso expose des armes et chiffres très bien peints.

M. Raud (France).

M. Raud expose des modèles de canne sur toile fabriqués avec soin, qu'on emploie surtout pour les voitures à bon marché.

MENTION HONORABLE.

M. Simon (France).

M. Simon expose des tableaux de chiffres, attributs et armoiries traités avec goût.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

Nous ne pouvons mieux commencer ce résumé général de notre rapport qu'en donnant ci-dessous la récapitulation de toutes les récompenses accordées à la classe 60 par catégories de produits exposés :

CATÉGORIES.		GRANDS PRIX.	MÉDAILLES D'OR.	MÉDAILLES D'ARGENT.	MÉDAILLES de BRONZE.	MENTIONS HONORABLES.	TOTAUX.
Carosserie.	Voitures de luxe	4	10	28	21	7	70
	Services publics	//	2	//	1	//	3
Charronnage, voitures de commerce		//	2	10	12	3	27
Vélocipèdes		//	2	4	5	10	21
Voitures de malades et d'enfants		//	//	1	3	//	4
Sellerie et Bourrellerie		1	13	40	49	27	130
Industries diverses.	Ressorts, essieux, pièces détachées	//	3	5	7	3	18
	Roues, bois cintrés	//	//	7	4	//	11
	Plaqueurs, lanterniers	//	1	7	3	//	11
	Passementeries, étoffes	//	2	1	//	//	3
	Cuirs	//	1	6	//	//	7
	Armoiries, dessins, divers	//	//	3	5	2	10
	Vernis	//	//	2	//	1	3
	Inventeurs	//	//	3	7	5	15
	TOTAUX	5	36	117	117	58	333

Le nombre considérable de ces récompenses indique suffisamment toute l'importance que la classe 60 occupait dans l'ensemble de l'Exposition de 1889. Le jury cependant avait cru devoir en demander plus encore et a eu le regret de voir diminuer ses propositions.

Nous sommes toutefois heureux, en terminant, d'avoir à constater que cette classe s'est montrée à la hauteur de sa tâche dans ce grand concours international, où la section française, de l'aveu même de ses rivaux, a brillé d'un si vif éclat.

Mais, si nous n'avons eu presque partout que des éloges à décerner, ce n'est pas une raison pour que les exposants s'endorment sur les lauriers qu'ils ont conquis, il faut, au contraire, qu'ils redoublent d'efforts et qu'ils marchent résolument en avant.

Aujourd'hui que la lutte pour la vie est plus ardente que jamais et que tous les peuples, dans la mesure de leurs forces, deviennent producteurs, installent des usines,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des outillages nouveaux, cherchent en un mot à nous imiter, il faut absolument se défendre, et le meilleur moyen c'est de les précéder toujours dans la voie féconde du progrès. Rester stationnaire pour une nation, c'est reculer.

La carrosserie française l'a compris et est entrée très résolument dans cette voie : elle a créé, en 1878, des cours professionnels de carrosserie, où d'excellents maîtres enseignent chaque jour à de jeunes élèves les méthodes de construction les meilleures et les plus pratiques. Ces cours, plus suivis d'année en année, donnent les meilleurs résultats et nous pouvons dire avec fierté qu'ils ont obtenu une médaille d'argent dans les classes 6, 7 et 8 du groupe II de l'Exposition de 1889 (Enseignement technique), ce qui est une haute récompense, attendu que notre école concourait avec tous les établissements de France et de l'étranger.

Ces succès obtenus ne peuvent que nous engager à persévérer et nous encourager à mieux faire encore. Mais, puisque nous avons pour nous le talent, l'intelligence et le goût, restons, dans nos modèles, Français avant tout, c'est le meilleur moyen de réussir encore et de tenir toujours la place que nous occupons dans l'industrie, au premier rang des nations.

C'est, confiant dans cette espérance, que nous terminerons ce rapport et nous nous estimerons heureux si, dans notre impartialité, nous avons su rendre à chacun la justice qui lui est due.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Composition du jury	3
Exposé général	5
Divisions de la classe	8
Voitures de luxe	9
Voitures pour services publics	24
Charronnage, voitures de commerce et de transports	27
Vélocipèdes	32
Voitures de malades et d'enfants	39
Sellerie et bourrellerie	40
Industries diverses	57
Résumé général	78

Imprimerie Nationale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 61

Matériel des chemins de fer

RAPPORT DU JURY INTERNATIONAL

PAR

M. CLÉRAULT

INGÉNIEUR EN CHEF AU CORPS DES MINES

INGÉNIEUR EN CHEF DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION À LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPOSITION DU JURY.

MM. Picard (Alfred), *Président*, inspecteur général des ponts et chaussées, président de section au Conseil d'État	France.
Galton (sir Douglas), K. C. B., *Vice-Président*, capitaine en retraite du génie militaire, membre de la Société Royale de Londres, vice-président de la Société des arts	Grande-Bretagne.
Clérault, *Rapporteur*, ingénieur en chef au corps des mines, ingénieur en chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest	France.
Glasser, *Secrétaire*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, sous-directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi	France.
Stevart, ingénieur en chef honoraire des chemins de fer de l'État, professeur à l'Université de Liège	Belgique.
Plant (H.-B.)	États-Unis.
Frescot, ingénieur en chef des chemins de fer de la Méditerranée	Italie.
Abt (Roman), ingénieur	Suisse.
Cendre, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur des chemins de fer de l'État	France.
Desgrange, ingénieur civil, administrateur de la Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma, ingénieur conseil de la Compagnie des tramways de Lyon	France.
Gay, inspecteur général des ponts et chaussées, conseiller d'État, directeur des chemins de fer au Ministère des travaux publics	France.
Heurteau, ingénieur en chef au corps des mines, directeur de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans, membre du comité de l'exploitation technique des chemins de fer	France.
Level, ingénieur civil, ingénieur directeur de plusieurs compagnies d'intérêt local, membre du comité de l'exploitation technique des chemins de fer	France.
Noblemaire, ingénieur en chef au corps des mines, directeur de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée	France.
Petsche, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef de la voie à la Compagnie des chemins de fer de l'Est	France.
Sartiaux, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chef adjoint de l'exploitation de la Compagnie du chemin de fer du Nord	France.
Burlet (de), *suppléant*, directeur général de la Société nationale des Chemins de fer vicinaux	Belgique.
Achard, *suppléant*	Suisse.
Agnellet, *suppléant*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur principal à la Compagnie du chemin de fer du Nord	France.
Chevalier, *suppléant*, constructeur de matériel pour les chemins de fer, médaille d'argent à l'Exposition de Paris en 1878	France.
David, *suppléant*, de la maison Desouches, David et Cie, constructeurs de matériel pour les chemins de fer, médaille d'argent à l'Exposition de Paris en 1878	France.
Salomon, *suppléant*, ingénieur en chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie des chemins de fer de l'Est	France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER.

INTRODUCTION.

Un rapport sur la classe 61 (matériel des chemins de fer) peut être présenté sous bien des formes différentes; le rapporteur a admis qu'il n'était pas utile d'insérer, dans un document de cette nature, des descriptions de tous les objets présentés, non plus que des appréciations sur chacun d'eux; de même, il n'a pas cru devoir relater les motifs d'ordres divers qui ont guidé le jury dans l'attribution des récompenses. Il a pensé qu'il convenait de prendre la question à un point de vue plus général, et d'examiner sommairement, dans un ordre méthodique, les principaux éléments du matériel des chemins de fer, tels qu'ils étaient présentés à l'Exposition universelle.

Dans cet ordre d'idées, le rapporteur a divisé son travail en cinq parties :

PREMIÈRE PARTIE : CHEMINS DE FER À VOIE NORMALE.
DEUXIÈME PARTIE : CHEMINS DE FER À VOIE ÉTROITE.
TROISIÈME PARTIE : TRAMWAYS.
QUATRIÈME PARTIE : CHEMINS DE FER DE SYSTÈMES DIVERS.
CINQUIÈME PARTIE : OBJETS DIVERS.

La première partie traite, pour les chemins de fer à voie normale, de la voie, des signaux, des machines-locomotives, des voitures et wagons ainsi que des accessoires du matériel (sauf certains sujets reportés à la cinquième partie).

La deuxième partie comporte ce qui est relatif aux chemins de fer à voie étroite ou plutôt ce qui est spécial à ces chemins, car on n'y a pas rappelé les dispositifs communs aux chemins à voie étroite et aux chemins à voie large, tels que les signaux décrits à l'occasion de ces derniers; certains sujets ont d'ailleurs été reportés à la cinquième partie.

La troisième partie est consacrée aux tramways, que leur mode de traction soit animal ou mécanique (sauf certains sujets reportés à la cinquième partie). Cette troisième partie ne contient cependant rien sur les tramways électriques, qui ont été réservés au rapport de la classe 62.

La quatrième partie est relative aux chemins de fer de différents systèmes; on y a réuni les chemins de fer à crémaillère, les chemins de fer funiculaires, les chemins de fer monorails, les chemins de fer glissants, etc.

Enfin, la cinquième partie comporte divers sujets qui sont communs à plusieurs des parties précédentes, tels que les freins continus, les appareils d'appel, le chauffage et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'éclairage des voitures, etc., ou d'autres qui présentent un caractère tout à fait spécial, tels que le transport des navires, le transport des blessés, etc.

Tel est dans son ensemble le plan du rapport.

Chaque partie est subdivisée en chapitres, chaque chapitre en paragraphes, etc. Dans la plupart des cas, chaque catégorie d'objets exposés par les différents pays est examinée en suivant l'ordre alphabétique de ces pays: Autriche-Hongrie, Belgique, Bolivie, etc.; en général, dans chaque pays, les objets exposés sont étudiés soit dans l'ordre alphabétique, soit dans l'ordre chronologique, mais jamais suivant un ordre basé sur une appréciation de mérite. Le rapporteur a cherché à retrouver les choses principales au milieu de ce dédale d'objets en nombre si considérable; il a essayé de les classer, pour faciliter les recherches du lecteur, et de donner, non pas sur toutes les expositions présentées au jury de la classe 61, mais sur un grand nombre d'entre elles, un aperçu plus ou moins sommaire; il lui eût été difficile de faire autrement, tant à cause des limites qu'il a dû s'imposer lui-même qu'en raison de considérations diverses et quelquefois de l'absence de renseignements complets difficiles à se procurer après coup, notamment pour les pays éloignés. Sur la plupart des points, il ne s'est appuyé que sur les renseignements verbaux ou écrits qui ont pu lui être fournis par les exposants; sur quelques autres, il a pu compléter ces renseignements par d'autres données.

Le rapporteur a cherché à rester dans le cadre du travail spécial qui lui incombait, c'est-à-dire qu'il n'a parlé, en général, que des objets exposés à la classe 61 ou présentés (dans d'autres parties de l'Exposition) au jury de cette classe. Il faut donc bien se garder de le considérer comme ayant traité la question générale du matériel des chemins de fer. Enfin, il ne se dissimule pas qu'un semblable travail, forcément rapide, doit présenter des lacunes et des erreurs qui n'auront pour excuse que sa bonne volonté.

Il reste au rapporteur à exprimer ici sa reconnaissance aux exposants qui ont facilité son travail et aux ingénieurs[1] qui lui ont apporté l'utile concours de leur collaboration éclairée.

[1] En particulier à M. E. Gauthier, sous-chef du Service central du Matériel et de la Traction des chemins de fer de l'Ouest.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PREMIÈRE PARTIE.

CHEMINS DE FER À VOIE NORMALE.

CHAPITRE PREMIER.

VOIE.

Le matériel de la voie était représenté à la classe 61 par des PARTIES CONSTITUTIVES DE LA VOIE PROPREMENT DITE (rails, traverses, coussinets, éclisses, etc.) et par des APPAREILS DE VOIE (croisements, aiguilles, etc.).

I

PARTIES CONSTITUTIVES DE LA VOIE (RAILS, TRAVERSES, COUSSINETS, ÉCLISSES, ETC.).

Les diverses PARTIES CONSTITUTIVES DE LA VOIE (rails, traverses, coussinets, éclisses, coins, etc.) figuraient soit sous forme de SPÉCIMENS DE VOIE COMPLÈTE, soit à l'état d'ÉLÉMENTS ISOLÉS. On remarquait également, dans le même ordre d'idées, des APPAREILS SE RAPPORTANT AUX RAILS (chargeurs, etc.). Nous citerons, par exemple :

A. SPÉCIMENS DE VOIE COMPLÈTE [1].

Exposition de la Belgique.

1° *Voie sur traverses métalliques, de MM. Caramin et C^e^,* exposée par le CHEMIN DE FER GRAND CENTRAL BELGE. — Cette voie est constituée par des rails du type Vignole, pesant 37 kilogrammes le mètre courant; ces rails sont assemblés aux joints par des éclisses cornières dont les boulons sont réunis deux à deux par des plaques d'acier cintrées placées entre l'éclisse et les écrous pour empêcher le desserrage de ces derniers. Les joints sont en porte-à-faux.

2° *Voie* exposée par M. SOMZÉE. — Cette voie, sorte de voie mixte sur traverses et longrines, se compose d'un tablier métallique en tôle ondulée auquel sont fixées des

[1] Parmi les expositions de traverses (voir plus loin) quelques-unes peuvent être considérées comme des spécimens de voie complète.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bandes de fer plat sur lesquelles le rail est posé. La tôle, la bande de fer plat et le patin du rail sont réunis au moyen de boulons et de platines. La tôle ondulée pèse 87 kilogrammes par mètre de voie; le mètre de voie avec accessoires, sans les rails, pèse 106 kilogrammes.

Exposition de la France.

3° *Voie avec rails à double champignon,* exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cette voie, composée de rails de 11 mètres de longueur, repose sur des traverses métalliques d'un système dérivé du type Vautherin. Les coussinets, munis de talons qui s'engagent dans deux trous rectangulaires percés dans les traverses, sont fixés à ces dernières au moyen de boulons. Les rails sont maintenus dans ces coussinets au moyen de coins métalliques, du système David, constitués par une lame d'acier repliée sur elle-même, dont les branches forment ressort. L'attache des rails et des éclisses est faite au moyen du boulon à écrou fendu, du système Linet.

4° *Voie normale, avec rails du type Vignole,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Les rails de cette voie ont 12 mètres de longueur et pèsent 44 kilogr. 200 le mètre courant; ils reposent sur seize traverses en bois, avec interposition de semelles en feutre. Les joints des rails sont croisés à mi-longueur. Pour empêcher le glissement du rail, les éclisses cornières sont tirefonnées sur les traverses de contre-joint.

5° *Spécimen de voie avec traverses métalliques, système Guillaume,* exposé par la même Compagnie (Est). — La traverse, en forme d'auge renversée, a les extrémités rabattues pour s'opposer au mouvement de ripage par le lacet. Le rail est fixé à la traverse au moyen de deux étriers mobiles en acier fondu; le serrage est donné par un coin en orme créosoté, que l'on chasse entre le patin du rail et la traverse. Ce coin sert, en outre, à donner au rail l'inclinaison de 1/20. Les boulons d'éclisse sont munis de rondelles fendues (système Grover), destinées à éviter le desserrage des écrous.

6° *Parties constitutives de voie,* exposées par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Cette voie comporte des rails à double champignon de 38 kilogrammes par mètre courant, posés sur traverses en bois à raison de 14 traverses par rail de 11 mètres de longueur. Les joints sont en porte-à-faux et, pour empêcher le glissement des rails, les éclisses viennent buter sur les joues des coussinets de joint. Les coussinets sont fixés aux traverses au moyen de tire-fond. Les rails sont maintenus dans les coussinets au moyen de coins en bois ou en acier.

7° *Voie en rails Vignole de 12 mètres,* exposée par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Cette voie, étudiée pour les lignes à grande circulation, est composée de rails Vignole de 12 mètres de longueur, pesant 43 kilogrammes le mètre courant, posés sur 12, 13 ou 14 traverses, suivant les vitesses des trains qui desservent les lignes. Les traverses sont en bois créosoté; celles du joint et celles du milieu des rails ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leurs extrémités réunies par des madriers, pour éviter le déplacement latéral de la voie. Le bourrage des traverses n'est fait que sur 0 m. 40 environ de chaque côté de l'axe du rail. Les joints sont en porte-à-faux et concordants. Une plaque en feutre goudronné est interposée entre le patin du rail et la traverse.

8° *Voie entièrement métallique*, exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Cette voie est composée de rails à deux champignons inégaux, de 12 mètres de longueur et pesant 44 kilogrammes par mètre courant, fixés sur 18 traverses d'acier en forme d'U renversé. Les coussinets, en fonte, sont coulés sur la traverse, dont les ailes sont percées de deux trous que la fonte vient remplir lors de la coulée. La traverse avec les deux coussinets pèse 110 kilogrammes. Les joints sont en porte-à-faux. Les coins sont en acier du système David déjà décrit à l'occasion de la voie des chemins de fer de l'État. Les éclisses cornières viennent buter contre les coussinets de contre-joint pour s'opposer au glissement des rails.

9° *Spécimen de consolidation de voie en rails Vignole de 30 kilogrammes et de 8 mètres de longueur*, exposé par la même Compagnie (Ouest). — Les rails étaient primitivement posés sur 9 traverses et fixés au moyen de tire-fond. La consolidation a consisté dans l'addition d'une traverse par rail et de coussinets à toutes les traverses, sauf à celles de contre-joint. Aux joints, les rails sont réunis par des éclisses; celle de l'intérieur de la voie est à patin, et est fixée aux traverses de contre-joint au moyen de deux tire-fond.

10° *Trois types de voie en rails Vignole de 12 mètres de longueur*, exposés par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, savoir :

Voie avec rail pesant 34 kilogrammes le mètre courant, pour voies secondaires; voie avec rail pesant 39 kilogrammes le mètre courant, pour les lignes où circulent les trains lourds et rapides; voie avec rail pesant 47 kilogrammes le mètre courant, pour les parties les plus fatiguées des lignes à grande circulation.

Les rails sont posés sur traverses en bois (chêne ou hêtre injecté); ils sont réunis, aux joints en porte-à-faux, au moyen d'éclisses. Pour le rail de 47 kilogrammes, les éclisses, en forme de cornières, sont à 6 boulons. Des selles en acier avec rebords de chaque côté sont interposées entre le rail et la traverse. En outre, pour empêcher le glissement du rail, des selles repliées sont fixées, de distance en distance, à l'âme du rail par un boulon.

11° *Voie renforcée pour lignes à grande circulation*, exposée par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Cette voie se compose de rails à double champignon, de 11 mètres de longueur, supportés par 14 traverses. Le rail est dissymétrique; il pèse 42 kilogr. 50 le mètre courant. Les coussinets pèsent 18 kilogrammes, et sont fixés aux traverses par trois tire-fond de 0 m. 021 de diamètre. Les éclisses sont retournées sous le champignon inférieur du rail; la paire pèse 19 kilogrammes.

12° *Voie entièrement métallique*, exposée par M. Harty. — Cette voie est posée sur des longrines en forme d'auge renversée, formées de deux flasques à patin fixées de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

place en place, par leur partie inférieure, à une bande de tôle qui se prolonge jusqu'à l'autre file et forme entretoise de la voie. Chaque flasque ou demi-longrine porte à sa partie supérieure une encoche dans laquelle se loge le patin du rail. Le serrage d'un boulon réunit les deux flasques et fixe en même temps le rail dans les encoches. De distance en distance, ces boulons sont prolongés pour entretoiser les deux files de rails.

B. Éléments isolés de voie.

Ces éléments sont les RAILS, TRAVERSES, JOINTS, ÉCLISSES, BOULONS, etc.

a. Rails.

En dehors des types de rails décrits ci-dessus avec les spécimens de voie complète, on peut mentionner :

Exposition de la Belgique.

1° *Rail Goliath des chemins de fer de l'État belge,* exposé par la SOCIÉTÉ ANONYME « LA MÉTALLURGIQUE. » — Ce rail est à patin et pèse 52 kilogrammes le mètre courant. Il repose sur des selles qui sont boulonnées sur des traverses en bois. Ces selles portent deux oreilles entre lesquelles vient se placer le patin, et ce dernier est maintenu dans la selle au moyen d'un coin en acier enfoncé entre le bord du patin et l'oreille de la selle.

L'éclissage est fait au moyen d'éclisses cornières qui s'appuient sur le champignon et sur le patin du rail, et reposent sur les traverses de contre-joint auxquelles elles sont fixées au moyen de crampons.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

2° *Rail de 42 kil. 3,* exposé par la COMPAGNIE DU PENNSYLVANIA RAILROAD.

En dehors des rails exposés à la classe 61, de nombreux spécimens de rails avec longueurs, formes et profils variés, figuraient dans diverses parties de l'Exposition, soit dans les sections étrangères, soit dans les sections françaises, et notamment dans la classe 41 (produits des mines et métaux). Nous croyons devoir nous borner à les mentionner, car ils figureront vraisemblablement dans d'autres rapports.

b. Traverses.

Les traverses exposées se subdivisent en *traverses en bois* et en *traverses métalliques :*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 1. *Traverses en bois.*

En dehors des types de traverses en bois décrits ci-dessus avec les spécimens de voie complète, on peut mentionner :

Exposition de la France.

1° *Traverse en bois assemblés,* exposée par M. Bernard. — Cette traverse est formée de 2 traverses ordinaires réunies par deux boulons aux extrémités.

2° *Traverse,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est, en hêtre ou en chêne créosotés, à raison de 25 à 30 litres d'huile par traverse en hêtre, et de 6 à 7 litres par traverse en chêne.

3° *Traverse en chêne non préparé* et *traverse en pin créosoté ou injecté de sulfate de cuivre,* exposées par la Compagnie des chemins de fer du Midi.

4° *Spécimens divers de traverses,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest : traverse en chêne équarri; traverse demi-ronde en chêne avec aubier non préparé; traverse demi-ronde en chêne avec aubier créosoté; traverse en hêtre non préparé; traverse en hêtre créosoté. Le créosotage est fait à raison de 12 à 13 kilogrammes de créosote pour les traverses en hêtre, et de 4 à 5 kilogrammes pour les traverses en chêne.

5° *Traverses,* exposées par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, en chêne ou en hêtre injecté de 18 à 20 kilogrammes de créosote.

6° *Traverses,* exposées par la Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma, en chêne Zéen, en hêtre de Croatie injecté de chlorure de zinc et en *eucalyptus resinifera;* ces dernières sont en essai sur ce réseau.

7° *Traverses en chêne, en pin créosoté ou sulfaté, en sapin et en cèdre,* exposées par la Compagnie des chemins de fer de l'Est algérien.

§ 2. *Traverses métalliques.*

En dehors des traverses métalliques dont il a été question ci-dessus à propos des spécimens de voie complète exposés, on peut citer les suivantes :

Exposition de la Belgique.

1° *Traverse,* exposée par M. Cassiers, avec rainure longitudinale à queue d'aronde dans laquelle glissent deux griffes en fer forgé embrassant le patin du rail; ces griffes sont traversées par un boulon passant sous le rail et servant à les serrer à la fois sur le patin du rail et dans la rainure de la traverse. Le poids avec les accessoires est de 80 kilogrammes.

2° *Traverse,* exposée par le Chemin de fer Grand Central belge, à section d'auge semi-circulaire (profil Zorès). L'attache du rail sur la traverse se fait au moyen de tire-fond traversant la tôle et se vissant dans un bloc de bois placé au-dessous.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° *Traverse pour rails Goliath,* exposée par la Société Cockerill. — Cette traverse est obtenue par un procédé de laminage donnant une surépaisseur de 0 m. 003 à 0 m. 004 à l'endroit où vient s'appuyer le patin du rail; les extrémités sont rabattues. Plusieurs traverses peuvent être fournies au laminage par une seule barre que l'on débite ensuite à la scie.

4° *Traverse* exposée par M. Willemin, composée de deux fers en Z formant une sorte d'auge dans laquelle sont rivés deux coussinets en fonte.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

5° *Traverse* exposée par M. Hoffmeier. — Cette traverse est en forme de croix double à section d'auge renversée. Dans la pose, les extrémités des branches longitudinales des traverses consécutives se touchent et forment une sorte de longrine, de telle sorte que la voie est posée, en définitive, sur une série de cadres solidaires.

Exposition de la France.

6° *Traverse* exposée par M. Bernard. — Cette traverse est une sorte de caisson fermé composé de quatre pièces : deux fers en U à âme verticale, réunis à leurs extrémités par des rivets à des plaques de tôle horizontales. Ces plaques sont recourbées aux extrémités de la traverse pour former les têtes. Les plaques supérieures reçoivent les rails; ces derniers sont fixés à chaque extrémité par quatre boulons traversant les ailes des fers en U, la platine supérieure et les crapauds de serrage. Entre la rondelle et l'écrou se trouve un ressort dont une extrémité est fixée au crapaud, tandis que l'autre bute sur des saillies ménagées sur la face inférieure de l'écrou. Cette traverse pèse de 110 à 140 kilogrammes suivant les modèles.

7° *Traverse cannelée en acier laminé,* exposée par MM. Boyenval, Ponsard et Cie. — Le profil de cette traverse présente l'accouplement de deux V renversés ayant chacun la forme d'un fer Zorès. De chaque côté une platine a été rapportée pour donner l'inclinaison du rail. Le rail est fixé au moyen d'un boulon qui traverse cette plaque et se visse dans une plaque-écrou placée au-dessous et légèrement cintrée pour faire ressort. Ce mode d'attache comporte l'emploi de tire-fond moyennant le remplacement de la plaque-écrou par un coin en bois. On peut, d'ailleurs, employer avec ces traverses tout autre mode d'attache. Le poids de cette traverse est de 64 kilogrammes. Des traverses, système Boyenval et Ponsard, étaient également exposées par la Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma.

8° *Traverse* exposée par M. Brunon. — Cette traverse est munie de bossages aux emplacements des rails pour permettre d'adapter l'attache Brunon formée d'un boulon coudé réunissant le rail et la traverse au moyen de deux plaques en acier.

9° *Traverse* exposée par M. Lambert. — Cette traverse est en forme d'auge ren-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

versée avec forte nervure longitudinale. Le rail est fixé au moyen de crampons inclinés, traversant la nervure et fonctionnant suivant le principe du valet de menuisier. Le poids de cette traverse est de 71 kilogr. 700 avec les accessoires.

10° *Traverse* exposée par M. Moncharmont. — Cette traverse est en forme d'auge renversée avec coussinets rivés. Les rails sont fixés dans le coussinet au moyen d'une clavette en fer, munie, en vue d'éviter le desserrage, d'une encoche dans laquelle passe un boulon traversant le coussinet. La traverse pèse 68 kilogr. 660, y compris les accessoires.

11° *Traverse* exposée par MM. Lacôte et Paulet. — Cette traverse est composée de deux fers cornières rivés, à chaque extrémité, à un bloc en fonte formant coussinet. Dans ce bloc, les rails sont fixés au moyen d'une clavette lorsqu'il s'agit de rails Vignole et au moyen d'un coin, à la manière ordinaire, lorsqu'il s'agit de rails à double champignon.

12° *Traverse* exposée par M. Raynaud. — Cette traverse est en forme d'auge renversée; l'attache du rail à la traverse se compose, pour le cas de la voie Vignole, d'une semelle à crampon pénétrant dans la traverse; cette semelle porte, à sa partie supérieure, un talon contre lequel s'appuie le patin du rail; le serrage est obtenu de l'autre côté du patin au moyen d'une platine traversée par un boulon incliné à crochet fixé dans une encoche de la traverse. Pour le cas d'une voie à double champignon, la semelle et la platine sont remplacées par deux demi-coussinets dont l'assemblage se fait, comme pour le cas précédent, au moyen d'un boulon incliné.

13° *Traverse* exposée par M. Sévérac. — Cette traverse est formée d'un fer à I ayant mêmes dimensions que les traverses en bois. La surface d'assise sur le ballast est fournie par de larges fers plats rivés sous la table inférieure à l'aplomb des rails. Ces derniers sont posés, à la manière ordinaire, dans des coussinets rivés sur la traverse. Cette traverse pèse 70 kilogrammes avec ses accessoires.

Des traverses, système Sévérac, étaient également exposées par la Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma.

Exposition de la Grande-Bretagne.

14° *Diverses traverses en acier* présentées par la Ebbw vale iron, steel and coal C°.

Exposition de l'Italie.

15° *Traverse* exposée par M. Helson. — Cette traverse est constituée par de vieux rails Vignole, sous le patin desquels on fixe des larges plats striés, recourbés à l'extrémité pour former butée. Les rails sont posés dans des coussinets rivés à l'âme de la traverse ou fondus sur le rail qui constitue cette âme; dans ce dernier cas, pour augmenter l'adhérence du coussinet sur la traverse, on perce cette dernière de trous que la fonte remplit. Les rails Vignole sont fixés dans ces coussinets au moyen de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

clavettes fendues. Ces traverses pèsent de 75 à 120 kilogrammes suivant le type des vieux rails employés.

Exposition des Pays-Bas.

16° *Traverse* exposée par M. Post. — Cette traverse, en forme d'auge renversée, présente cette particularité que l'inclinaison du 1/20 de la surface d'appui des rails est obtenue au laminage qui donne également, en ce même point, une surépaisseur à la traverse. Les rails à patins sont fixés sur cette traverse au moyen d'une platine à ergot serrée par un boulon sur le patin du rail. Pour empêcher le glissement des rails, on fait porter les éclisses sur les platines des traverses de joint. Le poids est de 47 kilogr. 500.

Exposition de la Roumanie.

17° *Traverse* exposée par M. Puscario. — Cette traverse, en vieux rails Vignole, est munie de platines en bois aux extrémités pour recevoir les patins des rails de la voie.

Exposition de la Serbie.

18° *Traverse* exposée par M. Winter. — A cette traverse, en forme d'auge renversée, sont rivées des semelles en fonte pour recevoir les patins du rail, qui sont, en outre, maintenus par deux buttoirs en acier fondu, dont l'extrémité inférieure, en forme de crochet, est engagée dans une cavité de la semelle. Cette traverse pèse, complète, 47 kilogr. 800.

Nous ne croyons pas devoir décrire ici un certain nombre d'échantillons de traverses métalliques de types variés, qui figuraient dans diverses parties de l'Exposition, soit dans les sections étrangères, soit dans les sections françaises et notamment dans la classe 41 (produits des mines et métaux); ces objets doivent vraisemblablement trouver leur place dans d'autres rapports.

c. Joints, éclisses, boulons, tire-fond, etc.

Outre les systèmes de joints, éclisses, etc. qui ont été décrits au sujet des spécimens de voie, il convient de signaler les suivants :

Exposition des États-Unis d'Amérique.

1° *Joint* exposé par M. Fischer. — Ce joint est composé d'une plaque en acier recevant les extrémités des rails et fixée par des crampons sur les deux traverses de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contre-joint. Les rails sont maintenus sur cette plaque au moyen d'un seul boulon courbé à deux écrous qui maintiennent le patin sur la plaque au moyen de platines. Des crampons traversant la plaque de joint et pénétrant dans des encoches faites dans les patins sont destinés à empêcher le glissement.

Exposition de la France.

2° *Boulon à écrou indesserrable,* exposé par M. Bernard. — Une des faces de l'écrou porte des cannelures dans lesquelles s'engage l'extrémité d'un ressort à une seule spire. Ce ressort est logé dans l'espace annulaire vide de la rondelle; l'extrémité opposée à celle qui s'engage dans les cannelures de l'écrou est maintenue dans un évidement pratiqué dans la pièce à serrer. La hauteur de la rondelle est déterminée de manière à permettre le serrage à fond, malgré la présence du ressort.

3° *Boulon d'éclisse,* exposé par M. Coulon. — Dans ce boulon, l'écrou est remplacé par une petite clavette double en forme de fourche. Cette clavette, dont les branches s'engagent dans deux entailles convergentes pratiquées dans le corps du boulon, se loge dans une rainure longitudinale ménagée dans l'éclisse. En chassant la clavette dans son logement, on produit à la fois le serrage des éclisses sur le rail et le rapprochement des extrémités des branches de la clavette, de manière à éviter le desserrage de cette dernière.

4° *Tire-fond filetés à chaud,* exposés par MM. Faugier et Cie.

5° *Système d'attache,* exposé par M. Delettrez, pour rails posés sur traverses métalliques quelconques. L'attache se fait au moyen de platines en fonte ou en acier coulé, présentant la forme d'une équerre dont une des branches s'engage dans une encoche de la traverse, tandis que l'autre est serrée sur le patin du rail par un boulon passant dans une ouverture de la traverse.

6° *Disposition spéciale de joint,* exposée par M. Hallié, et consistant à couper les extrémités des rails en biseau en vue de réduire les chocs aux joints et d'éviter les inconvénients que la dilatation entraîne dans l'emploi des rails de grande longueur.

Exposition de la Grande-Bretagne.

7° *Éclisses pour rails bullheaded,* exposées par la Compagnie du London, Brighton and South coast railway. — Ces éclisses embrassent le champignon inférieur des rails et les serrent fortement tant au moyen des boulons ordinaires d'assemblage qu'à l'aide de deux boulons passant sous les rails. La même Compagnie a exposé, en outre, des *crampons en deux parties* pour le fixage des coussinets. Le crampon est introduit dans un trou percé à l'avance dans la traverse et l'on chasse à l'intérieur un mandrin qui écarte les deux parties du crampon et les fait adhérer à la traverse.

8° *Système d'éclissage Wimby,* présenté par M. Westwood, également pour rail bull-

Imprimerie nationale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

headed. — Ces éclisses, comme les précédentes, embrassent le champignon inférieur, mais, au lieu d'être réunies sous le rail par des boulons, elles reposent sur des coussinets spéciaux supportés par les traverses de contre-joint dans lesquelles elles sont maintenues soit par des coins en bois ou en fer, soit par une clavette fixée au coussinet par une vis.

9° *Boulon en trois parties,* exposé par la Patent nut and bolt Company.

10° *Rondelle fendue élastique,* exposée par M. Grover. — Cette rondelle, disposée pour former ressort, se place entre l'écrou et l'éclisse du joint, et est destinée à empêcher le desserrage des boulons.

11° *Éclisses, boulons, coins, etc.,* présentés par la Ebbw vale iron, steel and coal C°.

C. Appareils divers se rapportant aux rails.

Il convient de signaler, à propos des rails, divers engins destinés au chargement et déchargement des rails, à leur cintrage ou à leur redressement, ainsi qu'au relevé de leur profil, savoir :

Exposition de la France.

1° *Machines à cintrer et à percer les rails,* exposées par M. Choquet. — Ces machines sont établies pour cintrer et percer les rails sur place.

2° *Presses à vis,* exposées par M. Cochard. — Ces presses sont établies pour dresser les rails et les percer sur place.

Le même fabricant avait exposé, entre autres objets, une *machine à cintrer les rails,* sorte de laminoir à trois cylindres qui se manœuvre à bras.

3° *Profilographe de M. Napoli,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Cet appareil se compose d'un pantographe se terminant, à l'une de ses extrémités, par une pointe à laquelle on fait suivre le profil du rail que l'on veut relever, et à l'autre extrémité par un stylet qui trace ce profil sur une plaque de verre enduite de vermillon. Le profilographe se fixe sur le rail au moyen de deux mâchoires embrassant le champignon.

4° *Chargeurs Guyenet,* exposés en dessins par M. Guyenet, et montés sur un wagon plat exposé par la Compagnie d'Orléans. — Ces appareils ont pour but de diminuer les frais et les dangers du chargement et du déchargement des longs rails, et de supprimer les chocs qui faussent les rails et en altèrent la qualité. Pour ce travail, on emploie deux chargeurs que l'on fixe aux wagons à charger ou à décharger; chacun des chargeurs soutient une des extrémités du rail à transporter. Un chargeur se compose d'une poutre horizontale en forme d'U à âme verticale, et d'un treuil roulant installé sur la branche supérieure de la poutre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II

APPAREILS DE VOIE.

Parmi les appareils de voie présentés à la classe 61, divers sont mentionnés ci-après dans l'ordre suivant :

A. Changements de voie, croisements, etc.;

B. Appareils de manœuvre, de verrouillage et de contrôle des aiguilles;

C. Chariots à machines ou à véhicules;

D. Ponts tournants, plaques, etc.;

E. Bascules, gabarits, barrières, etc.;

F. Appareils divers se rapportant à la voie : trieuses à ballast, vélocipèdes, draisines, etc.

A. Changements de voie, croisements, etc.

Exposition de la Belgique.

1° *Changement et croisement de voies du système Williams*, sans aiguille ni interruption aucune des rails sur la voie principale, exposés par la Société anonyme pour la construction d'appareils de sécurité pour voies ferrées. — L'aiguille qui donne accès de la voie principale sur une voie latérale est formée des deux derniers rails de cette dernière, placés l'un à l'intérieur, l'autre à l'extérieur de la voie principale. Le rail intérieur à la voie principale est creusé en gouttière et taillé en lame d'aiguille à la manière ordinaire. En outre, ce rail ainsi que le rail extérieur sont disposés suivant un plan incliné qui s'élève peu à peu au-dessus du niveau des rails de la voie principale. Les roues des véhicules s'élèvent sur ces plans inclinés, de telle sorte que les boudins de celles qui roulent sur la branche extérieure de l'aiguille passent au-dessus du rail de la voie principale. De même, lors de la manœuvre de l'aiguille, un plan incliné vient se placer au point d'intersection des deux voies, et les roues qui suivent la file de rails de la voie déviée passent au-dessus du rail de la voie principale.

Exposition de la France.

2° *Branchement à deux voies*, exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Ce branchement est composé d'un changement de voie ordinaire, d'un croisement avec cœur en acier coulé et des raccordements accessoires, le tout monté sur traverses métalliques au moyen de coussinets, de talons, de clavettes et de cales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. Appareils de manœuvre, de verrouillage et de contrôle des aiguilles.

Parmi les appareils de manœuvre, de verrouillage et de contrôle des aiguilles, nous citerons :

Exposition de la Belgique.

1° *Commande d'aiguille,* exposée par la Société Cockerill, à Seraing. — Dans cette commande, le contrepoids est remplacé par deux ressorts à boudin maintenant constamment l'aiguille dans l'une ou l'autre de ses positions extrêmes.

Exposition de la France.

2° *Appareils pour manœuvrer les aiguilles par fils, à distance,* exposés par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Les appareils exposés sont au nombre de trois, savoir :

Un appareil complet pour voies principales, comportant verrou et signal de position, barre d'enclenchement avec un signal d'arrêt, le tout mis en mouvement par un seul levier. Deux serrures s'ouvrant avec une seule et même clef et fixées l'une sur le support du levier, l'autre sur l'arbre de l'appareil, permettent de manœuvrer à volonté l'appareil sur place ou à distance. La transmission est aérienne et a lieu par fils. Un second appareil complet pour voies accessoires avec une pédale pour la manœuvre sur place. Un troisième appareil simple, sans aucun des accessoires qui précèdent. Dans ces divers appareils, les fils de la transmission double sont en acier. La tension du fil est calculée, lors de la pose, de manière qu'elle soit toujours suffisante sans compensateur et sans réglage ultérieur, quelles que soient les variations de la température.

3° *Contrôleur d'aiguille,* système Chaperon, exposé par la même Administration (État). — Cet appareil était exposé également par la Compagnie P.-L.-M. (pour la description, voir ci-après, page 102).

4° *Appareil pour la manœuvre et le verrouillage d'une aiguille au moyen d'un seul levier,* exposé par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Cet appareil se compose d'une came qui est mobile autour d'un axe vertical fixe et est commandée par une transmission. Cette came, formée de deux arcs de cercle diamétralement opposés, ayant leur centre sur l'axe de rotation et raccordés par des courbes, est comprise entre deux galets montés dans un cadre relié à la tringle de connexion des lames d'aiguilles. L'aiguille reste verrouillée tant que les galets roulent sur les arcs de cercle concentriques; elle se déplace au contraire dans un sens ou dans l'autre lorsque, par suite de la rotation de la came, les galets viennent à rouler sur les courbes de raccord. Le déplacement de la came entraîne celui d'une pédale qui s'oppose au changement de position de l'aiguille pendant le passage d'un train.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5° *Verrou-aiguille actionné par transmission rigide,* exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Cet appareil permet de faire la manœuvre et le verrouillage des aiguilles au moyen d'un seul levier. La transmission commande une tige à section rectangulaire coudée en Z allongé, mobile suivant l'axe de la voie dans un support en fonte fixé à deux traverses à l'intérieur des rails. Cette tige est comprise entre deux galets montés sur la tringle de connexion des lames d'aiguille; son déplacement entraîne celui des lames. La tige coudée est terminée par deux parties droites parallèles aux rails; l'aiguille est verrouillée tant que les galets roulent sur l'une ou l'autre de ces parties droites.

L'appareil comporte, en outre, une pédale de sûreté actionnée par une transmission conjuguée à celle du verrou.

6° *Verrou à ressort,* exposé par la même Compagnie (Nord), pour le calage des aiguilles manœuvrées par fil, tout en permettant leur déplacement dans le cas de prise en talon.

7° *Modèle d'un appareil pour la manœuvre et le verrouillage des aiguilles par l'électricité,* exposé par la même Compagnie (Nord). — Cet appareil consiste en un petit moteur électrique placé dans l'axe de la voie et faisant tourner dans un sens ou dans l'autre, suivant le sens du courant qu'on y envoie, un arbre perpendiculaire à la voie, à l'extrémité duquel sont montées deux vis hélicoïdales qui commandent des doigts ovoïdes solidaires des lames de l'aiguille. Les rainures des vis, en tournant, entraînent les doigts, et les lames d'aiguilles se déplacent. A la fin de la course, des taquets d'arrêt fixés à la même barre opèrent le verrouillage.

8° *Compensateur pour transmission d'aiguilles à deux fils,* exposé par la même Compagnie (Nord). — Cet appareil se place en un point où la transmission fait un angle droit et consiste en un chariot portant deux poulies sur lesquelles passent les fils. Un contrepoids agissant sur ce chariot assure une tension constante, quelle que soit la température.

9° *Contrôleur électrique du fonctionnement des aiguilles de changement de voie,* exposé par la même Compagnie (Nord), consistant en un commutateur fermant le courant d'une sonnerie dès que l'une ou l'autre des lames d'aiguille cesse d'être en contact avec le contre-rail correspondant.

10° *Appareil Dujour,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Cet appareil effectue la manœuvre et le calage des aiguilles au moyen d'un galet monté sur le col de cygne de manœuvre des aiguilles et se déplaçant dans la coulisse de la barre de calage, dont la forme a été étudiée de manière à décomposer la manœuvre en trois périodes : décalage de l'aiguille, changement de position des lames et enfin calage de l'aiguille dans sa nouvelle position. Une pédale de sûreté est reliée à l'appareil de verrouillage.

11° *Appareil de manœuvre à distance par fils,* exposé par la même Compagnie (P.-L.-M.), composé d'une équerre à quatre bras aux extrémités desquels sont fixés, d'une part,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux fils venant du levier de manœuvre, et, d'autre part, deux fils actionnant la tringle de commande de l'aiguille. L'équerre est fixée sur un chariot relié par une chaîne à un contrepoids destiné à assurer la tension constante des fils.

12° *Contrôleur d'aiguilles système Chaperon,* présenté par la MÊME COMPAGNIE (P.-L.-M.). — Cet appareil consiste en deux tiges placées de chaque côté de l'aiguille et traversant les rails contre-aiguilles. Lorsqu'on déplace l'aiguille, la lame qui se rapproche du rail contre-aiguille vient buter contre la tige correspondante et la repousse. Cette tige, en se déplaçant, soulève un contrepoids et en même temps fait mouvoir un commutateur à secteur qui ferme le circuit d'une pile, dans lequel est intercalée une sonnerie. Lorsqu'on change la position de l'aiguille, la tige et, par suite, le commutateur reviennent dans leur position sous l'action du contrepoids.

13° *Répétiteur d'aiguilles, système Chaperon,* exposé par la MÊME COMPAGNIE (P.-L.-M.). — Cet appareil est destiné à reproduire, en miniature et à distance, les mouvements effectués par les aiguilles. Il se compose d'une pièce mobile en fer doux attirée d'un côté ou de l'autre par des électro-aimants qui reçoivent des courants positifs ou négatifs suivant la position de l'aiguille. Ces courants prennent naissance par la manœuvre de contrôleurs d'aiguilles montés à l'aiguille elle-même, et dont les commutateurs sont disposés de manière à fonctionner par inversion de courant.

14° *Appareil de manœuvre d'aiguille et de verrou à distance au moyen de deux transmissions à quatre fils indépendantes l'une de l'autre,* exposé par la COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DE PARIS À ORLÉANS. — Dans cet appareil, deux fils servent pour la manœuvre de l'aiguille et les deux autres pour celle du verrou. Le contrôle de verrouillage est obtenu au moyen d'un commutateur électrique (système Rigaud), dont le pêne, maintenu dans la position de sonnerie par un ressort, est repoussé par le verrou, quand la manœuvre est complète. Un contrepoids fixé sur le levier de manœuvre sert de compensateur de dilatation.

15° *Appareil Barbier destiné à faciliter le maintien des aiguilles à contrepoids rivé,* exposé par la MÊME COMPAGNIE (P.-O.). — Cet appareil fonctionne de la manière suivante : une fois l'aiguille faite pour une direction autre que celle pour laquelle le contrepoids est rivé (c'est-à-dire lorsque le contrepoids est soulevé), l'aiguilleur maintient l'aiguille dans cette position en posant le pied sur une palette dont la tige vient buter contre un mentonnet fixé sur la tringle de commande de l'aiguille. Lorsqu'on abandonne la pédale, l'aiguille retombe automatiquement dans sa position normale.

16° *Dessin,* exposé par M. MILLET, d'un projet d'application de genouillères à la manœuvre et au calage des aiguilles. Le projet comporte, en outre, une disposition (addition de ressorts aux genouillères) en vue de permettre la prise en talon de l'aiguille sans en avarier les organes.

17° *Contrôleurs électriques du fonctionnement des aiguilles,* exposés par MM. MONS frères, l'un du système Chaperon (déjà décrit), l'autre du type Ouest.

18° *Modèle d'un appareil de verrouillage des aiguilles au moyen d'un ressort à boudin,*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exposé par M. Petitbon. — Cette disposition a pour but de permettre de franchir par le talon une aiguille verrouillée, sans forcer les lames.

19° *Contrôleur électrique de fonctionnement des aiguilles de changement de voie, système Richard et Poirsin,* présenté par M. Richard. — Ce contrôleur consiste en deux commutateurs à glissement, actionnés par les lames de l'aiguille, et qui, pendant toute la durée du déplacement des lames (c'est-à-dire jusqu'à ce que celles-ci soient appliquées contre les rails), ferment un circuit électrique dans lequel est placée une sonnerie située au voisinage du levier de manœuvre; ils interrompent, au contraire, ce circuit, dès que l'une ou l'autre des lames est appliquée contre le rail correspondant, et la sonnerie cesse.

20° *Appareil de manœuvre et de calage d'aiguille au moyen d'une seule commande,* exposé par M. Saxby. — Cet appareil, étudié en vue de diminuer les résistances provenant des frottements et de la butée des pièces, consiste en une équerre attachée à la tringle de connexion des lames et dont une extrémité est terminée par une fourche d'un profil établi de manière à produire successivement, au cours de la manœuvre du levier, le déverrouillage, le déplacement de l'aiguille au moyen d'une came qui s'introduit dans les branches de la fourche, puis le verrouillage de l'aiguille.

Exposition de l'Italie.

21° *Appareils, système Bianchi et Servettaz,* pour la manœuvre et le verrouillage des aiguilles par l'eau sous pression, exposés par la Société des chemins de fer de la Méditerranée. — Entre le poste et l'appareil à manœuvrer sont installées trois conduites : deux qui servent à la manœuvre de l'appareil et une troisième dite *de contrôle de retour.* Deux cylindres à pistons plongeurs, de diamètres différents et montés sur une même tige, sont en communication chacun avec l'une des deux conduites de manœuvre. L'une de ces conduites vient d'un accumulateur et aboutit au petit piston, l'autre aboutit au piston de plus grand diamètre, et peut être mise en relation, au moyen d'une manette, soit avec l'accumulateur, soit avec l'air libre. Dans l'un et l'autre de ces deux cas, le système des deux pistons se déplace dans un sens ou dans l'autre. Ce mouvement des pistons effectue successivement quatre opérations : le déverrouillage des aiguilles, leur changement de position, leur verrouillage dans leur nouvelle position, enfin, et seulement après le calage de l'aiguille, la manœuvre d'un robinet distributeur situé sur la conduite de contrôle de retour. La manœuvre de ce robinet met en communication, par l'intermédiaire de la conduite de retour, soit avec un accumulateur, soit avec l'air libre, un cylindre dans lequel se meut un piston dont la tige porte une came qui est disposée devant la manette et empêche d'achever le mouvement de cette dernière, tant que l'aiguille n'est pas dans sa position définitive et calée. C'est donc un véritable contrôleur d'aiguille.

En outre, c'est seulement la dernière période de rotation de la manette, rendue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possible par le contrôleur d'aiguille, qui dégage les appareils enclenchés avec la même aiguille.

On voyait à l'Exposition de la classe 61 diverses applications du système Bianchi et Servettaz à des aiguilles et sémaphores.

C. Chariots à machines ou à véhicules.

Parmi les *chariots à machines* ou *à véhicules* on peut citer les suivants :

Exposition de la France.

1° *Chariot* exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État, mis en mouvement par un treuil fixe établi entre les deux voies aboutissant au chariot. Un embrayage permet d'actionner alternativement deux tambours destinés l'un à la manœuvre des chariots, l'autre au halage des wagons pour les amener sur le chariot ou les en faire sortir.

2° *Chariot roulant à niveau,* de 0 m. 100 de hauteur, à 8 roues, pour le transbordement des voitures et des wagons, exposé par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Ce chariot peut être manœuvré à bras ou à l'aide d'un cheval, soit encore au moyen d'un petit chariot moteur. Les ailes des poutres en acier forment la voie sur laquelle roule le véhicule transporté.

3° *Chariot transbordeur,* de 6 m. 50 de longueur, avec paliers à chapelets, exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Ce chariot peut être manœuvré soit à bras, soit au moyen d'une machine de manutention, et est constitué par deux poutrelles en fers cornières, rivées sur deux chevalets transversaux en acier, le tout porté par huit galets. La direction est assurée au moyen de quatre petits galets guides, qui s'engagent entre les rails accouplés du chemin de roulement.

4° *Dessins,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, *des chariots hydrauliques avec plaques tournantes de 5 m. 25 de diamètre,* employés à la gare Saint-Lazare pour le tournage des machines des trains des lignes de banlieue. — Ce chariot, au centre duquel se trouve la plaque tournante sur laquelle se place la machine, est supporté par 24 galets. Il est mis en mouvement par un piston hydraulique et des poulies de renvoi placées sous le tablier. Pour l'opération du tournage, le chariot, une fois la machine sur la plaque, est amené hydrauliquement au milieu de la distance des trottoirs; puis la rotation s'effectue au moyen d'un cabestan hydraulique; un nouveau mouvement de translation du chariot, obtenu hydrauliquement comme le premier, amène la machine en face de la voie du départ.

5° *Chariot transbordeur pour voitures et wagons,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Ce chariot, destiné au transbordement des véhicules, sert à établir une communication entre les voies principales et les voies

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de service affectées au remisage des voitures et wagons. Il se déplace perpendiculairement aux voies, en suivant un chemin de roulement établi au niveau des rails, de manière à ne pas en interrompre la continuité. Il est formé de deux poutres entretoisées supportant les chemins d'accès des voitures à transborder; ces poutres sont portées à chaque extrémité par 4 galets chevauchant deux à deux, de manière à franchir sans choc les interruptions du chemin de roulement au droit de chaque file de rails et à assurer la direction rectiligne du chariot, grâce à la nervure centrale du rail plat sur lequel se fait le roulement.

6° *Chariot à vapeur, sans fosse, pour voitures et wagons*, exposé par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans, supporté par 24 galets roulant sur quatre files de rails. — La différence de niveau des voies du chariot et des voies d'accès (135 millimètres) est rachetée par des aiguilles à ressort. Le moteur, à vapeur, est monté sur un second chariot supporté par quatre roues motrices et six roues porteuses dont deux sans boudins; il circule sur les deux files de rails centrales du chemin de roulement. Les deux chariots sont reliés l'un à l'autre par deux boulons verticaux.

7° *Dessin*, exposé par la même compagnie (P.-O.), *d'un chariot transbordeur pour locomotives*. Le châssis en acier, de 7 m. 22 de longueur sur 7 mètres de largeur, est supporté par 12 galets roulant sur quatre files de rails. Un moteur, installé sur ce chariot, permet soit de le déplacer, soit de manœuvrer, à l'aide d'un tambour sur lequel s'enroule un câble en acier, les locomotives sur les voies aboutissant au chariot.

8° *Dessin*, exposé par la même Compagnie (P.-O.), *d'un chariot transbordeur sans fosse*, de 6 m. 200 de longueur, pour ateliers de wagons. — La différence entre le niveau des rails de ce chariot et le niveau général des voies de circulation extérieures est rachetée par des aiguilles mobiles. Dans l'atelier, le niveau des rails du chariot est le même que celui des voies; celles-ci ne sont pas interrompues, mais simplement abaissées au droit du chariot.

D. Ponts tournants, plaques, etc.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

1° *Verrou pour plaque tournante*, exposé par M. Inloes.

Exposition de la France.

2° *Croisillon en acier forgé pour plaque tournante*, exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cette pièce, qui est placée au point de croisement des rails de la plaque, a pour but de supprimer les chocs produits par le passage des roues aux coupures des rails, en offrant à ces points une surface de roulement aux boudins.

3° *Plaque tournante de 14 mètres de diamètre avec cuvelage en maçonnerie et pivot central*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exposée par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Le bâti, constitué par des poutres espacées de 1 m. 50 et réunies par des entretoises, supporte le chemin de roulement. Deux poutrelles, perpendiculaires aux poutres, fixées à ces dernières et s'appuyant, d'autre part, sur des galets de roulement, portent les deux treuils de manœuvre; l'un de ces deux treuils est mû par une petite locomobile, l'autre peut être actionné par quatre hommes. Les pignons des treuils prennent sur une crémaillère en fonte scellée à la périphérie de la cuve en maçonnerie.

4° *Dessins d'un pont tournant,* existant à Saint-Valéry-sur-Somme, et d'un *chariot transbordeur de 14 mètres, pour locomotives,* exposés par la même Compagnie (Nord).

5° *Appareil,* exposé par la même Compagnie (Nord), *appliqué au levier de commande du verrou des ponts tournants sur les canaux* et destiné à établir un intervalle de temps déterminé entre la fermeture du signal qui protège le pont et la manœuvre des verrous.

6° *Pont tournant de 17 mètres, avec fosse de très faible profondeur et poutres en dessus,* exposé par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — La partie mobile est en acier et pèse 24 tonnes; le pivot central repose sur un socle en fonte pesant 12 tonnes, posé sur une couche épaisse de béton. De grands galets appuient le pont sur un rail circulaire faisant le tour de la fosse. Des verrous de calage manœuvrés à la main sont destinés à empêcher les déplacements du pont au moment de l'entrée ou de la sortie des locomotives.

E. Bascules, gabarits, barrières, etc.

Exposition de la Belgique.

1° *Gabarit de chargement entièrement métallique,* exposé par la Compagnie du chemin de fer Grand Central belge. — Ce gabarit donne le profil normal de chargement admissible sur le réseau Grand Central belge et le profil de chargement maximum de l'Union des chemins de fer allemands.

2° *Deux barrières pour passages à niveau,* exposées par la même Compagnie (Grand Central belge). — Ces barrières entièrement métalliques sont à lisses basculantes; le treillis dont elles sont formées se rabat contre la lisse lorsque celle-ci est relevée. Les deux barrières exposées sont disposées pour être manœuvrées en même temps par un seul agent.

3° *Échafaudage roulant pour la visite et l'entretien des ponts métalliques,* exposé par la même Compagnie (Grand Central belge). — Cet échafaudage est suspendu au-dessous du tablier du pont au moyen de deux montants portant chacun, à leur partie supérieure, deux galets qui roulent sur les semelles inférieures des poutres disposées à cet effet. Les montants peuvent être fixés à des distances variables suivant la largeur du tablier à visiter. Pour le transport, on décompose tout l'appareil en éléments légers facilement maniables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la France.

4° *Barrière à contrepoids, manœuvrée à distance,* exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cette barrière est formée d'un parallélogramme articulé et manœuvré au moyen d'un treuil monté sur un chevalet en vieux rails et actionné au moyen d'un engrenage hélicoïdal, en vue d'éviter que la barrière se referme brusquement lorsqu'on abandonne la manivelle. Elle est munie de sonneries permettant au public de demander l'ouverture, et au garde d'annoncer la fermeture de la barrière.

5° *Treuil pour manœuvre de barrières à distance,* du même exposant (État). — Ce treuil est muni d'une poulie enclenchée au moyen d'un verrou avec les signaux de protection du passage à niveau manœuvrés par le poste central de la gare.

6° *Clôture métallique,* du même exposant (État), pour gares, avec montants en rails Vignole fixés dans le sol, sans fondation, et panneaux de treillage formés de deux petites cornières et de barreaux en fer creux demi-ronds.

7° *Pont à bascule de 20 tonnes, avec enveloppe métallique et appareil de calage,* exposé par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Le calage s'opère par l'abaissement de l'appareil qui vient reposer alors sur des supports fixes venus de fonte avec les panneaux transversaux de la cuve. L'abaissement et le relèvement s'obtiennent au moyen d'un volant actionnant une vis verticale.

8° *Pont à bascule de 40 tonnes,* exposé par M. Guillaumin. — Ce pont est à deux romaines et les pesées s'y effectuent comme sur les autres appareils de ce genre. En outre, il est muni d'une disposition qui a pour but de permettre la vérification de l'appareil à chaque instant, sans qu'il soit nécessaire de rien démonter ou d'employer des poids. A cet effet, la romaine inférieure se continue, au delà du couteau, par un petit levier auquel un petit plateau est fixé à la même distance du couteau que le point où la charge agit sur la romaine inférieure. La vérification se fait, soit en plaçant des poids égaux en ce dernier point et dans le petit plateau, soit en plaçant des poids, dans le rapport inverse des bras de levier, dans le petit plateau et dans un plateau placé à l'extrémité de la romaine inférieure. Dans l'un et l'autre cas, l'équilibre ne doit pas être troublé.

9° *Divers types de clôtures,* exposés par M. Peignon. — 1° Clôtures en fils de fer horizontaux; 2° clôtures à claires-voies continues ou discontinues et à barreaux obliques, horizontaux ou verticaux; 3° clôtures en bois de châtaignier formées de barreaux à section triangulaire, verticaux, de 1 m. 20 de hauteur, réunis en haut et en bas par des torsades en fil de fer doux non galvanisé. Le tout est supporté par des poteaux en bois à section carrée, espacés de 1 m. 50 environ.

10° *Clôtures métalliques,* exposées par MM. Perin frères. Ces clôtures sont composées de poteaux métalliques, en fer à T de 1 m. 10 de hauteur, placés de 10 en 10 mètres et encastrés dans des blocs de béton enterrés dans le sol. Ces poteaux sont réunis à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la partie supérieure par un fer feuillard; l'intervalle jusqu'au sol est rempli par deux ou trois fils d'acier galvanisés.

11° *Clôtures pour chemins de fer,* exposées par la Société anonyme des clôtures et plantations pour chemins de fer (ancienne maison A. Tricotel). — Ces clôtures, formées de lattes en bois de châtaignier, dressées à chaud, sont de deux modèles : l'un dit *treillage en panneaux,* dans lequel les lattes sont réunies à leur partie supérieure par deux traverses et, pour le surplus de la hauteur, par des torsades en fil de fer; l'autre, dit *treillage en rouleaux,* dans lequel les traverses de la partie supérieure sont remplacées par une torsade en fil de fer.

F. Appareils divers se rapportant à la voie.

Parmi les *appareils divers* se rapportant à la voie, il y a lieu de mentionner les suivants :

Exposition de la France.

1° *Trieuse à ballast,* présentée par M. Lachèze. — Cet appareil, destiné à remplacer le crible ou la claie, se compose d'un cylindre en fers ronds que l'on peut faire tourner autour de son axe incliné, au moyen d'une manivelle. Une trémie, dans laquelle on verse le ballast à trier, débouche à l'extrémité supérieure du cylindre. Les parties ténues et terreuses passent entre les fers ronds et tombent sur un tablier qui les rejette en dehors de la voie. Les graviers sortant du cylindre tombent au contraire sur la voie, entre les rails. L'ensemble, monté sur deux essieux, se place sur la voie.

Exposition des Pays-Bas.

2° *Levier pour le levage des lourdes charges* (notamment pour le relevage de la voie), présenté par MM. Cito et Funck. — Ce levier, destiné à remplacer l'ancien anspect employé dans le redressement des voies de chemins de fer, est à soulèvement gradué avec calage. Il a été étudié en vue de permettre à une seule personne de soulever la voie, puis d'en opérer le bourrage sans avoir besoin de maintenir l'appareil.

Exposition de la Suisse.

3° *Draisines* ou *vélocipèdes sur rails,* exposés par M. Oehler. — Ces appareils sont construits en vue de faciliter la surveillance de la voie et les inspections; leur vitesse indiquée est de 18 kilomètres à l'heure en palier et sur les pentes, et de 12 kilomètres à l'heure sur des rampes atteignant 0 m. 012 par mètre; ils peuvent être actionnés à la fois par les mains et par les pieds. Le mouvement est transmis à l'essieu moteur au moyen d'engrenages. On distingue plusieurs modèles : les draisines type n° 1, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quatre roues, dont deux motrices à l'avant et deux porteuses plus petites à l'arrière, peuvent recevoir 1 à 3 personnes et comportent un frein à levier ou un frein à vis; un appareil d'embrayage pour faire varier la vitesse peut y être adapté; elles pèsent de 115 à 125 kilogrammes; — les draisines type n° 2, pour une personne, sont à trois roues, dont une motrice placée sous le siège et deux porteuses plus petites en avant et roulant sur les deux files de rails; elles pèsent de 90 à 110 kilogrammes; — les draisines combinées, pouvant recevoir 3 ingénieurs, médecins, etc., et 6 agents moteurs, sont à quatre roues motrices et pèsent 290 kilogrammes.

4° *Wagonnet de tournée pour ouvriers,* exposé également par M. Oehler. — Ce wagonnet est mis en mouvement au moyen d'un balancier à axe horizontal actionné par les agents montant ce véhicule. Il peut recevoir 1,000 kilogrammes de chargement et pèse 550 kilogrammes.

III

RÉSUMÉ. — VOIE (VOIE NORMALE).

L'examen sommaire des divers modes d'établissement des voies ferrées qui ont figuré à l'Exposition universelle fait ressortir nettement que la tendance actuelle, pour les grandes lignes, est à l'augmentation de la solidité des voies. C'est là une conséquence de l'accélération de la vitesse des trains et de l'augmentation toujours croissante du poids du matériel roulant, augmentation qui résulte, comme on le verra dans un autre chapitre, et de la vitesse elle-même qui nécessite un matériel plus robuste, et de la nécessité de satisfaire à diverses exigences de l'exploitation des chemins de fer (freins automatiques, chauffage, accroissement du confort, etc.). Cette augmentation de la vitesse et du poids des trains entraîne l'augmentation du poids des machines, ce qui conduit, pour les lignes à grand trafic et à grande vitesse, à employer des voies de plus en plus solides.

Les rails lourds et robustes deviennent les éléments de la voie courante pour les sections à fort trafic et parcourues par des trains de grande vitesse. La même tendance se manifeste dans tous les autres éléments constitutifs de la voie et dans les modes d'application et de mise en œuvre des divers éléments : renforcement des coussinets et de leurs attaches aux traverses, rapprochement des traverses, réduction du nombre des joints, augmentation de longueur des rails (jusqu'à 12 mètres), renforcement des éclisses, emploi des éclisses à patin, emploi de l'acier pour les pièces accessoires, enfin recherche de tous les moyens pour assurer une solidarité aussi grande que possible entre les rails et les traverses.

Si l'on se reporte aux nombreux spécimens qui ont figuré à l'exposition de la classe 61, on voit qu'il a été satisfait aux conditions d'établissement des voies de bien des manières : les uns ont employé le rail à double champignon, les autres, le rail à patin, type Vignole; telle Compagnie a conservé la traverse en bois, en lui faisant subir,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans certains cas, une préparation destinée à augmenter sa durée; telle autre Compagnie a cru devoir recourir à la traverse métallique, et là des dispositifs nombreux et variés ont été étudiés et mis en service. Les conditions à remplir, essentiellement différentes suivant les cas, ont fait naître les formes les plus variées de traverses métalliques, les modes les plus divers d'attaches, les types les plus ingénieux ou les plus imprévus de boulons, crampons, cales, coins, tire-fond, etc.

Quant à se prononcer entre tous les systèmes, il ne saurait en être question ici, lorsqu'on songe que chacune des dispositions qui ont figuré à la classe 61 correspond à des conditions toutes spéciales, en vue desquelles elle a été étudiée et pour lesquelles elle convient, et que la pluralité des solutions est née, en définitive, de la diversité des conditions à remplir. Mais, s'il est impossible de formuler un avis absolu, on peut du moins émettre des considérations générales sur les conditions à remplir pour un type de voie de grande ligne, et, à ce point de vue, on ne saurait mieux faire, pensons-nous, que de reproduire les passages ci-après de l'avis émis par le Congrès international des chemins de fer dans sa session de 1889 à Paris. Cette Assemblée a estimé que :

Les voies à coussinets et les voies Vignole fortement constituées offrent toute garantie au point de vue de la sécurité de l'exploitation. Toutefois la voie lourde, à coussinets à large base, semble devoir être plus spécialement la voie des lignes parcourues par des trains nombreux et lourds, circulant à de grandes vitesses.

Elle serait avantageuse encore pour les lignes à sinuosités très accentuées.

La voie Vignole qui, débarrassée des compléments indispensables pour les lignes à grande vitesse, est plus économique de premier établissement que la voie à coussinets, peut être préférée pour les lignes à trafic moins lourd et surtout à trains moins rapides.

Toutefois, en cette matière, comme en beaucoup d'autres concernant l'exploitation des voies ferrées, il est difficile de poser des règles qui soient d'application générale, et, en dehors des considérations intrinsèques inhérentes à chaque système de voie, il faut tenir compte des circonstances spéciales propres au réseau envisagé.

La vitesse plus ou moins grande des trains, l'intensité du trafic, la régularité du tracé, le développement relatif des lignes à grand trafic et des lignes secondaires, la facilité du remploi dans celles-ci des matériaux provenant des premières, la valeur des éléments constitutifs et notamment des billes en bois tendres et en bois durs, les conditions climatologiques mêmes, sont autant de considérations qui peuvent influer sur la décision à prendre dans chaque cas particulier.

De même, en ce qui concerne la question si controversée des attaches du rail à patin sur les traverses au moyen de crampons ou de tire-fond, il paraît intéressant d'extraire des avis de la même Assemblée (Congrès des chemins de fer, 1889) le passage suivant :

Le choix entre les deux modes peut être déterminé par des circonstances d'espèces, telles que les conditions climatologiques de la région et la nature des bois employés pour traverses (crampons généralement préférables pour les pays froids et les bois tendres, tire-fond se fixant mieux dans les traverses en bois dur).

Il est de même impossible de formuler un avis absolu sur le choix entre la traverse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

métallique et la traverse en bois; le prix des matériaux, les conditions climatologiques, la nature du sol, etc., sont autant d'éléments qui doivent guider sur le choix à faire dans tel ou tel cas.

Les considérations qui précèdent montrent qu'on ne peut faire un projet de voie rationnel à coups de procédés et de formules; il faut que l'ingénieur étudie avec soin le rôle plus ou moins important ou plus ou moins modeste que cette voie est destinée à jouer, le nombre, le poids, la vitesse des trains qui doivent la parcourir, enfin, mille autres conditions de climat, de sol, etc., et qu'il en déduise le type qui convient le mieux à ces conditions mêmes.

CHAPITRE II.

APPAREILS DE SÉCURITÉ DE LA VOIE ET DE L'EXPLOITATION.

Les dispositions adoptées ou proposées en vue de réaliser les meilleures conditions de protection des voies et des trains étaient représentées à la classe 61 par un grand nombre d'appareils, soit groupés de manière à figurer les conditions de fonctionnement de divers systèmes de protection (*cantonnement*, etc.), soit isolés pour mettre en évidence les éléments constitutifs de ces systèmes (*enclenchements, signaux*, etc.).

Ces appareils sont ou *mécaniques* ou *électriques* ou *mixtes* (c'est-à-dire à la fois *électriques* et *mécaniques*); ils sont encore ou *manœuvrés par des agents spéciaux*, ou *automatiques*.

Les principaux dispositifs exposés dans la classe 61 sont décrits ci-après dans l'ordre indiqué ci-dessus, savoir :

I. Appareils constituant un système de protection;

II. Appareils isolés ou éléments constitutifs.

Lors de la description des appareils rentrant dans cette dernière catégorie, il ne sera pas fait mention de ceux qui auront été décrits comme faisant partie d'un système de protection.

I

APPAREILS CONSTITUANT UN SYSTÈME DE PROTECTION.

A cette première catégorie appartiennent les divers systèmes de cantonnement suivants, exposés à la classe 61.

Ces systèmes, dont le fonctionnement repose sur le principe de la substitution de l'intervalle de distance à l'intervalle de temps, peuvent se diviser en deux catégories :

A. Les cantonnements manœuvrés par des agents spéciaux (gardes ou stationnaires);

B. Les cantonnements à manœuvre automatique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. Cantonnements manœuvrés par des agents spéciaux.

Dans cette catégorie, il y a lieu de mentionner les dispositifs ci-après :

Exposition de la Belgique.

1° *Cantonnement système Flamache,* exposé par la Société anonyme pour la construction d'appareils de sécurité pour voies ferrées. — Dans ce système, après le passage d'un train, l'agent du poste ferme le signal derrière ce train; en même temps il sonne vers le poste suivant, ce qui a pour effet d'abaisser la palette inférieure de l'indicateur de ce dernier poste et d'aviser le stationnaire que la voie est occupée en amont. Le signal d'amont, mis à l'arrêt, ne peut être remis à la voie libre qu'après avoir été déclenché par un courant que le stationnaire d'aval envoie lorsque le train a franchi son poste; ce courant met en même temps à voie libre la palette supérieure de l'indicateur du poste d'amont; la palette inférieure est mise à voie libre par le courant envoyé du poste d'amont au poste d'aval pour accuser réception du déclenchement qui vient de lui être envoyé par ce dernier poste; la palette supérieure marque donc à un poste la situation de la section d'aval, et la palette inférieure la situation de la section d'amont.

En vue de la nécessité de pénétrer dans une section bloquée (dérangement des appareils, secours à porter, etc.), l'appareil comporte un bouton plombé permettant de manœuvrer les appareils à la main.

Dans le cas de la voie unique, pour qu'un poste intermédiaire ne puisse pas autoriser l'entrée d'un train sur une section dans laquelle un autre train a pu être expédié en sens inverse, les signaux d'entrée des sections sont normalement à l'arrêt et ne sont déclenchés que par une pédale actionnée par le passage du train; en même temps le signal de l'autre extrémité de la section se trouve enclenché.

Exposition de la France.

2° *Contrôleur système Metzger,* exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Le contrôleur Metzger est établi en vue de donner aux agents des gares et à ceux des trains, avant le signal de départ, l'indication de voie fermée ou celle de voie ouverte. Il se compose d'une boîte percée de deux ouvertures de dimensions inégales devant chacune desquelles se déplace un disque peint en rouge sur les deux tiers de sa surface et en bleu sur le dernier tiers. Le grand disque, visible de loin, s'adresse aux agents des trains et des gares; le petit disque répète les indications du grand et s'adresse plus spécialement aux agents des gares; l'un et l'autre sont éclairés la nuit.

Les gares situées aux deux extrémités d'une section ont chacune un contrôleur pour cette section; ces deux contrôleurs sont conjugués électriquement. Le disque rouge in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dique à la gare expéditrice que la voie est fermée par sa gare conjuguée; la couleur bleue indique que la voie est ouverte. Les deux appareils d'une même section sont réunis soit par un fil spécial, soit par le fil des cloches électriques. Dans ce dernier cas, les indications de ces deux appareils se contrôlent réciproquement.

Pour permettre d'engager simultanément et successivement deux trains de même sens dans une même section, l'appareil porte un troisième tableau normalement au blanc et caché par un volet. Pour demander à la gare conjuguée l'autorisation d'expédier le second train avant que cette dernière gare ait reçu le premier, la gare expéditrice abaisse ce volet; si l'expédition du train peut avoir lieu, la gare destinataire accuse réception des signaux d'annonce en faisant apparaître un index bleu dans le tableau de la gare expéditrice; celle-ci peut alors envoyer le second train.

3° *Contrôleur automatique de la marche des trains (système Metzger)*, exposé par la MÊME ADMINISTRATION (ÉTAT). — Le contrôleur automatique de la marche des trains, système Metzger, est un appareil électrique à signaux, établi en vue d'indiquer, automatiquement et simultanément, aux deux gares entre lesquelles circule un train, le passage de ce train en divers points de son parcours. Il se compose de deux enregistreurs donnant les signaux et de quatre pédales. Un enregistreur est installé dans chacune des deux gares extrêmes d'une section. Les deux enregistreurs sont identiques et reliés par un fil unique; ils présentent sur leur face antérieure trois ouvertures ou voyants, en forme de losange, et sont munis d'une sonnerie.

Les quatre pédales sont installées en pleine voie et divisent en cinq parties ou cantons l'intervalle compris entre les deux gares. Ces pédales, complétées par un interrupteur, envoient des courants dans le fil des enregistreurs au moment où elles sont actionnées par le passage d'un train; la première et la dernière pédale n'envoient chacune qu'un courant; les deux pédales intermédiaires envoient chacune deux courants.

Les trois voyants de l'enregistreur sont normalement au blanc.

La marche des trains est indiquée par l'apparition de la couleur bleue pour les trains impairs et par celle de la couleur jaune pour les trains pairs, successivement dans chacun des voyants dans le sens de la marche du train.

L'appareil est disposé pour enregistrer simultanément la marche de trois trains de même sens engagés simultanément entre les deux gares (à la condition qu'il n'y ait qu'un train dans un même canton), et de manière que la sonnerie fasse entendre un roulement continu dans les cinq cas suivants : 1° quand un train circule sans être attendu; 2° quand un train marche à contre-voie; 3° en cas de dérive d'un ou plusieurs véhicules; 4° quand deux trains de même sens sont engagés dans un même canton; 5° quand deux trains marchent à la rencontre l'un de l'autre. En outre, la même sonnerie doit faire entendre un roulement continu en cas d'irrégularité de fonctionnement de l'appareil, soit à l'entrée, soit à la sortie du canton dans lequel se produit l'irrégularité.

4° *Système de cantonnement par électro-sémaphores, système Lartigue*, exposé par la COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD. — Les appareils employés sont des électro-

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sémaphores du système Lartigue, dans lesquels les signaux électriques et les signaux optiques sont solidaires. La mise à l'arrêt du signal couvrant un train détermine *mécaniquement* le calage de ce signal et fait apparaître *électriquement* au poste suivant un signal annonçant à l'agent de ce poste le départ du train. En outre, ce signal d'arrêt ne peut être décalé et effacé que par le poste suivant, lorsque le stationnaire de ce dernier efface le signal par lequel il a été avisé de l'arrivée du train, ce qu'il ne peut faire, d'ailleurs, qu'après avoir bloqué la nouvelle section dans laquelle le train vient d'entrer.

Les signaux, portés par des mâts en fer, comportent : pour les postes intermédiaires, deux grands bras indiquant l'état de la voie aux agents du train, deux petits bras annonçant l'entrée et la sortie des trains aux stationnaires des postes, et quatre appareils de manœuvre électro-mécaniques; pour les postes extrêmes, un grand et un petit bras et deux boîtes de manœuvre.

Les sémaphores dont il s'agit sont munis d'un appareil spécial au moyen duquel on peut annuler, dans les gares de *dépassement*, l'effet de l'enclenchement, et par conséquent débloquer, après le garage d'un train, par exemple, une section dans laquelle ce train ne continue pas son trajet.

Aux autres postes, l'entrée dans une section bloquée, lorsqu'elle est nécessaire, a lieu moyennant l'observation de certaines prescriptions réglementaires.

Les postes sont reliés électriquement au moyen de sonneries comportant, pour les distances de 300 à 400 mètres, un tableau à guichets, et, pour les distances supérieures à 400 mètres, un cadran système Guggemos, à deux aiguilles et portant sur sa circonférence les indications utiles.

Dans certaines gares, où le mât de l'électro-sémaphore est placé loin du bâtiment, ainsi qu'à certains passages à niveau, ces appareils sont munis de répétiteurs qui se composent d'un voyant maintenu par un électro-aimant; lors des fermetures du grand bras, une émission de courant se produit, les électro-aimants abandonnent les supports et les voyants apparaissent au travers de deux ouvertures pratiquées dans la boîte qui renferme l'appareil; chaque voyant, en tombant, actionne une sonnerie trembleuse.

5° *Cantonnement électrique, système Regnault*, exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Ce système a été étudié pour les parties les plus fréquentées des lignes à double voie.

Ce cantonnement comporte l'emploi d'un signal avancé placé à 1,200 ou 1,800 mètres de l'entrée de chaque section, et d'un signal carré d'arrêt absolu situé à l'entrée de la section. Sur le même poteau que ce dernier signal est installé un voyant portant le mot *attention* (ATT^{ON}), correspondant à une situation intermédiaire entre voie fermée et voie libre (voir, plus loin, p. 115).

Deux postes consécutifs communiquent électriquement au moyen d'un appareil indicateur à deux aiguilles du système Regnault, dont les positions indiquent la situation dans le canton.

Lorsqu'un train a franchi un poste, le stationnaire ferme le signal avancé, puis le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signal de cantonnement, et annonce électriquement le train au stationnaire du poste suivant. Il ne rouvre ses signaux que sur l'avis que lui donne ce dernier de la sortie du train hors de la section. Si, cependant, il ne reçoit pas cet avis par suite d'une cause anormale quelconque (dérangement des appareils, etc.), il laisse son signal avancé fermé, et efface le signal d'arrêt absolu, mais il ne peut faire cette dernière opération qu'à la condition de présenter le voyant ATT^ON enclenché à cet effet avec la pancarte d'arrêt absolu.

Le fonctionnement dans les conditions exposées ci-dessus est assuré au moyen des enclenchements, de la serrure électrique, du verrou d'arrêt et du relais électrique. Les *enclenchements* règlent l'ordre de la fermeture et de l'ouverture des signaux avancés et des signaux d'arrêt absolu, et s'opposent à ce qu'un poste puisse annoncer un train au poste suivant, sans avoir, au préalable, protégé ce train comme il a été dit plus haut; la *serrure électrique* et le *verrou d'arrêt* servent à empêcher l'effacement des signaux, tant que le canton engagé n'a pas été débloqué électriquement par le poste d'arrivée. Le *relais électrique* empêche qu'un poste puisse rendre la voie libre au poste précédent avant d'avoir fermé lui-même ses signaux.

6° *Système de cantonnement mécanique,* exposé par la MÊME COMPAGNIE (OUEST). — Ce système est destiné aux lignes où les trains se succèdent à de très courts intervalles.

La protection de chaque section est assurée dans les mêmes conditions que par le cantonnement électrique, avec cette différence que les signaux, une fois fermés derrière un train par le stationnaire d'un poste, ne peuvent plus être ouverts que par celui du poste d'aval, après le passage du train.

Les leviers des signaux sont enclenchés de telle manière qu'il faut mettre le signal avancé d'un poste à l'arrêt avant de pouvoir fermer le signal carré, et qu'il faut fermer celui-ci avant de pouvoir ouvrir le signal carré du poste précédent; en outre, le signal avancé ne peut être ouvert tant que le signal carré qu'il couvre est à l'arrêt. C'est donc le block-system absolu.

Toutefois, en cas de dérangement des appareils, de secours à porter à un train en détresse dans le canton ou de fermeture intempestive d'un signal carré, le stationnaire peut, eu égard à la faible distance des postes, 300 à 800 mètres, et en prenant certaines mesures réglementaires, laisser pénétrer un train ou une machine dans le canton, mais seulement après avoir pris connaissance *de visu* de la situation du canton.

7° *Block-system,* exposé par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS À LYON ET À LA MÉDITERRANÉE. — Il est présenté avec deux dispositions :

L'une dans laquelle les stationnaires communiquent entre eux au moyen d'appareils électriques du système Tyer qui donnent des indications indépendantes de la position des signaux avancés et des bras sémaphoriques; ces indications sont transmises au stationnaire par une aiguille dont la pointe est orientée suivant les cas vers les mots *Voie occupée* ou *Voie libre;* l'autre, employée sur les parties de lignes très chargées dans laquelle on a établi une solidarité entre les signaux électriques et mécaniques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ce système, les signaux de cantonnement, normalement à l'arrêt, sont ouverts, lorsqu'il y a lieu, par le stationnaire de la section dans laquelle le train doit s'engager, puis refermés derrière ce train. Cette fermeture détermine l'enclenchement mécanique du sémaphore dans la position d'arrêt sans possibilité pour le poste de l'effacer jusqu'à ce que le poste suivant ait rendu voie libre; en outre, la mise à l'arrêt du sémaphore a eu pour effet d'avertir automatiquement le poste d'aval de l'entrée d'un train dans la section. Ce poste d'aval ne peut d'ailleurs rendre voie libre au poste précédent qu'après avoir lui-même mis ses signaux à l'arrêt. Enfin, les appareils sont disposés de telle manière qu'un poste ne puisse rendre voie libre deux fois de suite à celui qui le précède sans avoir effacé de nouveau, puis remis à l'arrêt, le disque et le bras sémaphorique. Toutefois, en cas d'accident ou de dérangement des appareils, il peut être nécessaire de pénétrer dans une section bloquée; dans ce cas, on déroge à la règle ci-dessus, moyennant l'observation de certaines prescriptions qui font l'objet d'une consigne spéciale. Ce système comporte l'emploi d'appareils Jousselin à sonneries et à cadran au moyen desquels les agents peuvent échanger un certain nombre de dépêches intéressant la circulation des trains.

Les lanternes des signaux avancés sont munies de photoscopes servant à contrôler la position du signal ainsi que l'allumage de la lanterne, au moyen d'une spirale formée de deux métaux et placée au-dessus de la flamme de la lampe; la dilatation de cette spirale ferme un circuit qui fait fonctionner une sonnerie lorsque le signal est à l'arrêt et qu'en même temps la lanterne est allumée.

Ce système de cantonnement comporte l'application à la voie unique, moyennant quelques modifications dans les enclenchements mécaniques et électriques des signaux fixes, destinées principalement à satisfaire à cette condition importante qu'une gare, avant de pouvoir autoriser l'expédition d'un train par la gare voisine, doit se trouver dans l'impossibilité elle-même d'expédier aucun train vers cette gare.

8° *Appareils de cantonnement,* exposés par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Les sémaphores employés, du système Lartigue modifié, sont caractérisés par l'addition faite par la Compagnie d'Orléans d'un dispositif ayant pour but de garantir le maintien à l'arrêt du signal fermé derrière un train, au moyen d'un courant que l'appareil d'avant envoie dans le fil de ligne, lorsque le train a été annoncé à l'avant par le déclenchement électrique du petit bras. Ce courant renforce l'action de l'aimant qui maintient le bras du poste arrière à l'arrêt. Ce bras ne peut être mis à la voie libre que sur l'autorisation donnée par le poste d'aval.

Toutefois, en cas de dérangement des appareils, un dispositif spécial permet de rompre la solidarité établie entre l'appareil électrique et le signal optique, et de manœuvrer ce dernier à la main.

Dans le cas où le grand bras s'effacerait indûment, c'est-à-dire avant que le poste d'aval ait rendu voie libre, une sonnerie d'alarme automatique avertirait immédiatement le poste. Moyennant une disposition qui consiste à séparer les organes en deux parties

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placées, l'une près du sémaphore, l'autre dans le poste même (voyant et sonnerie), l'électro-sémaphore peut être établi à une certaine distance du poste. Dans ce cas, le stationnaire manœuvre l'appareil au moyen d'une transmission funiculaire.

Les postes sont munis d'appareils électriques de correspondance (système Guillot), dans lesquels une sonnerie fonctionne en même temps qu'une aiguille marque une indication sur un cadran; la sonnerie persiste jusqu'à l'accusé de réception par le poste attaqué.

Exposition de la Grande-Bretagne.

9° *Système de bâton-pilote électrique,* de MM. Webb et Thompson, exposé par la Compagnie du London and North Western railway. — Dans ce système de blocage pour voie unique, à chaque gare ou poste est installé un support vertical fixe pourvu d'une rainure verticale dans laquelle les bâtons sont empilés horizontalement les uns au-dessus des autres. Les choses sont disposées de telle sorte qu'on ne peut retirer un bâton au poste de départ pour le remettre au mécanicien d'un train en partance qu'avec l'autorisation du poste d'aval (par rapport au sens de la marche du train); ce dernier, sur une demande faite du poste d'amont par sonnerie, débloque électriquement, à ce même poste d'amont, une came mobile qui s'opposait à la sortie du bâton de la rainure dans laquelle il est engagé. Le poste d'aval ne peut d'ailleurs produire l'émission de courant qui détermine ce déblocage que s'il n'y a aucun bâton en circulation entre les postes. En outre, en se déplaçant pour laisser passer le bâton, la came du poste de départ se bloque, bloque en même temps celle du poste conjugué et paralyse le fonctionnement des courants, de telle sorte qu'il n'est plus possible non seulement de sortir aucun bâton de la rainure où ils sont empilés à l'un et à l'autre poste, mais encore de faire fonctionner les sonneries d'appel et les courants de déblocage des cames. Les choses ne peuvent être remises dans l'état que par la réintroduction dans le support de l'un ou de l'autre des postes de l'unique bâton qui est en circulation. En conséquence, il ne peut jamais y avoir plus d'un bâton hors des rainures des supports et par suite plus d'un train à la fois dans une section séparant deux postes conjugués.

10° *Système de cantonnement avec électro-sémaphores,* exposé par M. Timmis. — Dans ce système, toutes les manœuvres des signaux se font électriquement. Une fois le sémaphore d'un poste mis à l'arrêt, l'agent de ce poste ne peut pas mettre à voie libre ce sémaphore sans en avoir, au préalable, demandé autorisation au poste suivant, au moyen d'une sonnerie. Si le tableau de ce dernier poste indique *voie libre,* l'agent manœuvre une manivelle qui fait apparaître au poste précédent les mots *voie libre,* à la place des mots *voie occupée,* et rétablit en même temps des communications électriques qui permettent à l'agent de ce dernier poste d'effacer le bras du sémaphore.

Le bras du sémaphore est maintenu à la voie libre par l'action sur un contrepoids d'un électro-aimant traversé par un courant. Dès que le circuit électrique est rompu (soit par une pédale actionnée par le passage du train, soit par une manœuvre du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poste), le bras du sémaphore est ramené à la position d'arrêt par l'action du contrepoids. L'électricité n'intervient donc dans ce cas que pour maintenir ce contrepoids, lorsque le signal est à la voie libre.

Les sémaphores présentés sont de deux modèles : les uns sont à deux positions, bras horizontal pour l'arrêt, bras vertical pour la voie libre; les autres sont à trois positions, une pour l'arrêt et une pour la voie libre, comme dans le cas précédent, et une troisième, à 45 degrés, pour indiquer le ralentissement.

Les appareils peuvent être disposés en vue de l'enclenchement mécanique des signaux et des aiguilles, moyennant l'addition au levier de manœuvre d'une tringle qui actionne un arrêt sur la barre d'enclenchement des aiguilles.

Les signaux sont éclairés au moyen de lampes à incandescence traversées par un courant commandé pour chaque signal par le levier de manœuvre, de telle sorte qu'il n'y ait d'allumée à la fois que la lampe correspondant à la position que la manette détermine pour le signal. Les trois lampes donnant pour chaque position du signal un feu différent, on évite l'emploi des écrans mobiles en verres colorés fixés aux bras du signal. L'état des lampes (éteintes ou allumées) est indiqué à chaque instant à l'agent du poste par un indicateur optique doublé d'une sonnerie dans le cas d'extinction.

B. Cantonnements à manœuvre automatique.

Parmi les systèmes de cantonnements à manœuvre automatique, on peut mentionner les suivants :

Exposition de la France.

1° *Block-system* exposé par M. de Baillehache. — Ce système repose sur l'emploi d'un contre-rail disposé de façon que les roues d'un train, en touchant à la fois ce contre-rail et le rail, ferment un circuit électrique qui produit le triple effet suivant : annoncer au poste d'aval l'entrée du train dans la section, annoncer au poste d'amont sa sortie de la section précédente, fermer automatiquement un signal d'arrêt derrière lui.

Ce dispositif est indiqué comme pouvant, en outre, être employé à actionner des sonneries, avertisseurs, etc.

2° *Discophore automatique*, exposé par M. de Courval. — Dans ce système, au moyen de courants fermés par le contact de frotteurs fixés au train sur des plaques isolées placées latéralement à la voie, le train ferme automatiquement la section dans laquelle il pénètre, fait apparaître le signal de ralentissement à l'entrée de celle dont il sort et ouvre celle qui précède cette dernière.

2° *Block-system Mors-Rodary*, exposé par MM. Mors frères. — Dans ce système, chaque signal est mis automatiquement à l'arrêt par le passage du train; il n'est réouvert (automatiquement) que par la mise à l'arrêt du signal de la section suivante. A cet effet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le signal est sollicité vers la position de fermeture par un contrepoids dont l'action est neutralisée par un électro-aimant dont les bobines sont traversées par un courant. Au passage de la première roue d'un train sur une pédale, ce courant est interrompu, l'électro-aimant abandonne le contrepoids qui fait alors fermer le signal. Lorsque le train pénètre dans la section suivante, la mise à l'arrêt du signal qui ferme cette section ramène une armature au contact d'un électro-aimant et produit ainsi l'émission d'un courant dans l'électro-aimant du signal précédent: celui-ci est alors remis à la voie libre.

Les appareils sont munis d'un dispositif spécial dans le but d'éviter que des courants atmosphériques n'effacent indûment un signal après coupure du circuit normal.

Dans les gares de dépassement, l'effacement du signal après le passage du train à garer se fait soit au moyen d'un manipulateur spécial à la disposition du chef de gare, soit automatiquement par la manœuvre d'une pédale placée au fond de la voie de garage.

3° *Appareil* exposé par M. Leloutre. — Dans cet appareil, la première roue du train, en pressant sur une pédale, met à l'arrêt le signal qui protège la section et, à la voie libre, le signal de la section précédente, moyennant l'établissement d'une liaison spéciale entre ces deux signaux. L'appareil est étudié en vue de l'application à la voie double et à la voie unique.

4° *Appareil* exposé par M. Leroy. — Dans cet appareil, chaque tête de section comporte deux pédales actionnées par la première roue du train, l'une qui met électriquement à l'arrêt le signal de la section, l'autre qui ouvre le signal fermé de la section précédente. La mise à l'arrêt du signal est annoncée par une sonnerie automatique au poste d'amont. Ce système comporte également la manœuvre à main des signaux.

5° *Dessin d'un appareil* exposé par M. Sauvajon. — Un taquet déplacé par le train rompt le circuit d'un électro-aimant, met un disque à l'arrêt et actionne, sur la locomotive, une sonnerie indiquant au mécanicien qu'il entre dans une section et que le signal a bien fonctionné. A la sortie de la section, une brosse métallique fixée au fourgon de queue rétablit le circuit dans le fil de ligne et efface le disque d'entrée.

II

APPAREILS ISOLÉS OU ÉLEMENTS CONSTITUTIFS.

Dans cette catégorie, divers appareils exposés sont examinés ci-après dans l'ordre suivant :

A. Appareils de manœuvre des signaux;

B. Appareils de contrôle du fonctionnement des signaux;

C. Appareils d'enclenchement;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D. Signaux proprement dits (construction, éclairage, etc.);
E. Appareils divers.

A. Appareils de manœuvre des signaux.

Les appareils de manœuvre se divisent en : a. *appareils mécaniques;* b. *appareils électriques.*

a. Appareils de manœuvre mécanique.

Exposition de la France.

1° *Désengageur système Aubine* (grandeur d'exécution), exposé par le constructeur, M. Grillot, par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest (à l'état d'appareil grandeur d'exécution fonctionnant) et par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (sous forme de modèle).

Dans ce système, une pédale est légèrement en saillie au-dessus du rail lorsque le signal est à la voie libre. La première roue du train abaisse la pédale, qui déclenche le taquet d'arrêt d'un tambour à axe vertical sur lequel s'enroule une chaîne prolongeant le fil du signal. Le tambour devenu libre tourne sous l'action du levier de rappel du signal et ce dernier se met à l'arrêt.

L'ouverture et la fermeture du signal peuvent d'ailleurs être faites par la gare à la manière ordinaire. Pour ouvrir le signal lorsque la mise à l'arrêt a eu lieu automatiquement, la gare manœuvre son levier comme s'il s'agissait de fermer le signal; par ce mouvement, le taquet et le tambour s'enclenchent et il suffit alors de ramener le levier en arrière, à la manière ordinaire, pour ouvrir le signal.

2° *Désengageur à pédale,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Cet appareil consiste en deux tringles horizontales fixées l'une au fil du signal, l'autre au fil du levier de manœuvre et reliées par un taquet et une butée. Sous la pression de la première roue du train, une pédale fait abaisser la barre inférieure, les taquets se dégagent et, la barre supérieure étant déclenchée, le signal se ferme sous l'action de son contrepoids. La barre inférieure est profilée de manière à maintenir la pédale abaissée et à la soustraire aux chocs inutiles lorsque le signal est fermé. L'ouverture du signal par la gare se fait au moyen de la même manœuvre que pour l'appareil précédent.

3° *Balancier de désengagement des transmissions d'un signal,* exposé par la même Compagnie (Est). — Cet appareil, employé dans le cas de triangles de bifurcation, est destiné à permettre de manœuvrer le signal situé auprès d'un des sommets de chacun des postes situés aux deux autres sommets, tout en subordonnant la fermeture du signal à la position de l'aiguille en pointe que protège ce signal. Il se compose d'un balancier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

horizontal dans les extrémités duquel passent librement les fils de commande du signal venant des deux postes; ce balancier est relié à la tringle de connexion de l'aiguille. Sur chacun des fils est fixé un taquet qui se déplace avec ce fil. Pour chaque position de l'aiguille, une des extrémités du balancier porte contre l'un ou l'autre des taquets et paralyse le mouvement du fil correspondant dans le sens de la fermeture du signal. On ne peut donc fermer que le signal dont le fil n'est pas immobilisé par la butée du taquet sur le balancier. Si la position de l'aiguille est telle que le balancier empêche le mouvement du taquet, le signal reste ouvert, mais si l'aiguille vient à être renversée, le signal se ferme aussitôt. La position du balancier est indiquée aux deux postes par une sonnerie spéciale.

4° *Désengageur du système Lesbros*, exposé par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Cet appareil se compose de deux leviers mobiles dans un plan vertical et juxtaposés; à l'un est attaché le fil qui vient du levier de manœuvre, à l'autre le fil qui va au disque. Ces deux leviers sont rendus solidaires par un mentonnet et un loquet mobile à contrepoids. Une pédale mise en action par le passage du train déclenche le mentonnet; les deux leviers se séparent et le signal se met à l'arrêt. L'ouverture est faite par la gare au moyen du levier de manœuvre ordinaire.

5° *Dispositif*, exposé par la même Compagnie (Midi), *pour la manœuvre de plusieurs signaux fixes par un seul levier*. — Le levier unique est installé au milieu des diverses tringles de transmission à l'une quelconque desquelles on peut l'atteler à l'aide d'une chaîne unique munie d'un crochet. Les signaux étant maintenus normalement fermés par un contrepoids de rappel, la position d'ouverture ne peut être donnée qu'à un seul signal à la fois.

6° *Appareil à transmissions multiples avec désengageur circulaire*, exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Cet appareil permet de manœuvrer un signal par plusieurs leviers répartis en divers points d'une gare et pouvant être désengagés d'un nombre quelconque d'autres points. Il se compose essentiellement d'un bâti portant une série de poulies doubles actionnant des doigts d'entraînement qui agissent sur un vilebrequin à axe horizontal et relié au signal. Chaque poulie double comprend une poulie de manœuvre et une poulie produisant le désengagement.

7° *Raccordement de transmissions*, exposé par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, employé pour manœuvrer un signal de deux points différents. — Cet appareil se compose essentiellement d'un balancier auquel viennent se rattacher d'une part les transmissions partant des leviers de manœuvre, et, d'autre part, celle du signal.

8° *Mouvement de manœuvre de forme elliptique*, exposé par la même Compagnie (P.-L.-M.) et établi de telle manière qu'à tout instant de la manœuvre il y ait équilibre entre la résistance de la transmission et l'action du contrepoids du levier de manœuvre. — Ce dispositif a pour but de faciliter la manœuvre des signaux éloignés des postes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9° *Appareil automoteur pour disques*, exposé par MM. Mons frères. — Cet appareil se compose de deux leviers indépendants montés sur le même axe horizontal et réunis à leur extrémité par un crochet. A l'un des leviers est attaché le fil venant de l'appareil de manœuvre, à l'autre est attaché le fil allant au signal. Au passage d'un train, une pédale, en s'abaissant, soulève le crochet, et, en séparant les deux leviers, coupe la transmission du signal; ce dernier se ferme sous l'action de son contrepoids de rappel. Pour ouvrir le signal, il suffit de relever, au poste, l'appareil de manœuvre; sous l'action d'un contrepoids spécial, le second levier est entraîné vers le premier et le crochet rétablit l'enclenchement; en ramenant en arrière le levier de manœuvre, l'ouverture du signal a lieu.

10° *Appareil pour la manœuvre de la transmission rigide d'un signal par deux ou plusieurs leviers*, exposé par M. Saxby. — Le principe de cet appareil consiste dans l'emploi d'équerres superposées en nombre égal à celui des leviers. Chacune de ces équerres est reliée par sa branche horizontale à la tringle d'un levier. L'équerre supérieure tourne autour d'un point fixe et chacune des équerres successives a son point de rotation à l'extrémité de la branche verticale de l'équerre immédiatement supérieure. La branche verticale de la dernière équerre est reliée à la tige de la transmission rigide du signal. Ce dispositif a été appliqué par la Compagnie de l'Est.

11° *Appareil pour la manœuvre de la transmission funiculaire d'un signal au moyen de deux ou plusieurs leviers*, également exposé par M. Saxby. — Dans cet appareil, les leviers de manœuvre portent, de part et d'autre, un bras horizontal. Sur les bras avant repose un cadre transversal tournant autour d'un axe voisin de celui du levier. A ce cadre, est fixé l'un des fils allant au signal; l'autre fil s'attache à la partie inférieure d'une sorte de moufle formé par les poulies sur lesquelles s'enroulent des fils reliant les bras arrière des leviers de manœuvre. En manœuvrant un levier quelconque, on soulève le cadre et l'on produit une tension sur le brin avant du fil de la transmission; en même temps, on abaisse le bras arrière et la poulie correspondant au levier; tout le système constituant le moufle s'abaisse; le brin arrière de la transmission est détendu, et il se produit pour chaque fil un mouvement en sens contraire qui détermine la manœuvre du signal.

Exposition de l'Italie.

12° *Appareils système Bianchi et Servettaz, pour la manœuvre des signaux et des aiguilles et leur enclenchement, au moyen de l'eau sous pression*, exposés par la Société des chemins de fer de la Méditerranée. — Voir premier chapitre (Voie), p. 103.

Pour terminer ce qui est relatif aux appareils de manœuvre mécaniques, il convient de mentionner certaines dispositions des organes de transmission (*compensateurs, fils, tiges rigides, etc.*), savoir :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la Belgique.

1° *Compensateur à contrepoids*, exposé par la Compagnie du chemin de fer Grand Central belge. — Cet appareil se compose d'un étrier en forme de T couché, portant deux poulies aux extrémités de la branche verticale et un contrepoids à l'extrémité de la branche horizontale; cet étrier est articulé au point de rencontre des deux branches du T, sur un bâti fixe. Le câble est enroulé en S sur les deux poulies et se trouve constamment tendu sous l'action du contrepoids.

Exposition de la France.

2° *Compensateurs pour les transmissions par fil (leviers à dilatation libre et appareils Robert) et pour les transmissions rigides (leviers doubles horizontaux ou verticaux); jonctions de fils sans ligature, au moyen de manchons galvanisés; attaches de fils aux chaînes des leviers de manœuvre sans ligature, et au moyen d'anneaux en fer galvanisé et de manchons; poulies universelles en fonte galvanisée; spécimens de tubes en fer pour transmissions rigides; manchons filetés d'assemblage et de réglage, etc.*, exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

3° *Compensateur du système Dujour*, exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord et par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Cet appareil se compose de deux poulies, dont une à double gorge, reliées par un levier articulé en son centre sur cette dernière poulie; l'une des extrémités de ce levier se termine par un crochet auquel s'attache le fil venant de l'appareil de manœuvre; l'autre extrémité bute contre un taquet fixé sur l'autre poulie; à cette dernière s'attache le fil allant au signal. Sur la seconde gorge de la poulie double s'enroule la chaîne d'un contrepoids. Si un allongement des fils vient à se produire, le levier produit sous l'action du contrepoids un déplacement relatif des deux poulies, et la compensation a lieu.

4° *Compensateur* exposé par M. Leroy. — Cet appareil est fondé sur l'emploi d'un barillet dans lequel se trouvent des ressorts en spirale qui, par leur tension, enroulent le fil de commande, à mesure que celui-ci se dilate sous l'action de la chaleur.

b. Appareils de manœuvre électrique.

Exposition de la France.

1° *Disques et indicateurs électriques*, exposés par M. de Baillehache, qui trouvent leur application dans le block-system, du même exposant, block-system déjà décrit au sujet des cantonnements.

2° *Modèle réduit de moteur système Dumont et Postel-Vinay, pour la manœuvre élec-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trique à toute distance des signaux, présenté par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Cet appareil se compose d'une roue verticale à 5 dents en saillie sur la face de cette roue, et d'un arbre vertical portant deux cames qui peuvent être actionnées, l'une par les dents de la moitié supérieure de la roue dentée, l'autre par les dents de la moitié inférieure de cette même roue. Cet arbre vertical commande le signal. De cette disposition, il résulte que, pour un même sens de rotation de la roue dentée, l'arbre vertical tourne dans un sens ou dans le sens contraire suivant celle des deux cames qui se trouve en prise avec les dents de la roue. Pour mettre le signal à la voie libre, on ferme un circuit qui, en traversant les bobines d'un électro-aimant, déclenche un levier qui retient la roue; cette dernière, sous l'action d'un contrepoids, effectue une rotation d'un dixième de tour qui, par l'intermédiaire de l'arbre à cames, produit l'ouverture du signal. A la fin de cette rotation, la roue se trouve enclenchée par un autre levier dans une nouvelle position d'arrêt.

Pour fermer le signal, on interrompt le circuit; l'électro-aimant, en abandonnant le levier de calage, déclenche la roue, et, l'action de la roue se produisant sur l'autre came, la rotation du signal a lieu en sens inverse de la précédente.

3° *Disque dit « télémoteur », pour voie unique,* exposé par M. Meunier. — Ce disque est placé dans les gares pour chaque direction, en avant du point de stationnement des trains en partance. Il est manœuvré par la gare voisine qui peut le fermer en appuyant sur un bouton électrique. La fermeture est répétée par une sonnerie à la gare qui la provoque. L'expédition des trains par une gare comporte la fermeture préalable du signal à la gare vers laquelle se dirige ce train. Ce dernier rouvre lui-même la voie en arrivant à cette gare.

4° *Disque dit « automoteur »* (même exposant, M. Meunier). — Ce disque est fermé automatiquement par le passage d'un train ou d'une machine sur une pédale à détente.

5° *Borne articulée* (même exposant, M. Meunier). — Cette borne, montée sur le signal, est destinée à déclencher sur la machine un appareil avertisseur dans le cas où le mécanicien franchirait ce signal à l'arrêt.

6° *Appareil automatique électrique pour disques,* exposé par MM. Mors frères. — Cet appareil est une combinaison de l'automoteur mécanique déjà décrit et du moteur électrique spécial dont il a été question au sujet du block-system Mors-Rodary. Comme dans l'automoteur mécanique, la mise à l'arrêt a lieu, après coupure de la transmission, sous l'action du contrepoids de rappel du signal. L'ouverture est produite par l'émission d'un courant dans le moteur spécial qui manœuvre électriquement le signal.

On peut remplacer la transmission mécanique entre le moteur et le signal par un circuit dont on produit la rupture au moyen de la pédale employée pour le même objet dans le block-system Mors-Rodary.

7° *Avertisseur à lanterne mobile,* exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord. Cet appareil est employé par cette Compagnie pour renseigner les agents des gares sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la situation des voies principales, sans que les indications fournies par l'appareil puissent être confondues avec celles des signaux ordinaires. Il est mû électriquement.

8° *Modèle d'un disque électrique, système Aubine,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Le mouvement de rotation du disque est produit par un tambour muni d'une roue dentée qui tourne sous l'action d'un poids, et qui est enclenché ou déclenché par une ancre au moyen d'un électro-aimant.

9° *Serrure électrique,* exposée par la même Compagnie (P.-L.-M.). — Cette serrure produit l'enclenchement des leviers de manœuvre des signaux au moyen d'un pêne à ressort qui s'engage dans le levier et qui ne peut être dégagé que par l'envoi d'un courant au moyen d'un commutateur à la disposition du chef de service de la gare.

B. Appareils de contrôle du fonctionnement des signaux.

Parmi les appareils de contrôle du fonctionnement des signaux exposés à la classe 61, il y a lieu de mentionner les suivants :

Exposition de la France.

1° *Répétiteur électrique,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Est, consistant en un voyant mi-partie blanc et rouge, qui présente l'une ou l'autre de ces couleurs à une fenêtre, suivant la position du disque.

2° *Commutateur spécial,* exposé par la même Compagnie (Est), pour faire fonctionner les répétiteurs de deux postes manœuvrant le même signal.

3° *Contact fixe, dit « crocodile »,* exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Cet appareil se place dans l'axe de la voie et produit électriquement le déclenchement automatique du frein continu à vide dans le cas où le signal conjugué avec le crocodile est à l'arrêt.

4° *Types divers de commutateurs,* exposés par la même Compagnie (Nord), appliqués aux sonneries de contrôle des signaux avancés.

5° *Contrôleur électrique* pour signaux carrés d'arrêt absolu, exposés par la même Compagnie (Nord). — Cet appareil consiste en un guichet placé auprès du levier de manœuvre et derrière lequel apparaît un voyant lorsque le signal est à l'arrêt.

6° *Répétiteur de cloche,* exposé par la même Compagnie (Nord), constitué essentiellement par un appareil à guichet dans lequel, lorsqu'un train est annoncé par la cloche, le courant fait apparaître un voyant portant l'indication du côté de la provenance de ce train.

7° *Contrôleur électrique du fonctionnement des désengageurs,* exposé par la même Compagnie (Nord). — Le désengageur est un appareil destiné à permettre qu'un signal normalement manœuvré par un poste situé en dehors de la gare puisse être actionné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par la gare. Lorsque le désengagement est opéré, la gare est avertie du fonctionnement par une sonnerie spéciale; en même temps un voyant portant l'inscription *disque enclenché* apparaît dans la cabine du poste et avertit le stationnaire de la coupure de la transmission. Lorsque le signal est mis à voie libre par le stationnaire, une sonnerie en avertit la gare afin que celle-ci ne coupe pas la transmission, ce qui aurait pour effet de mettre indûment ce signal à l'arrêt.

8° *Répétiteurs de disques ou de signaux carrés,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Appareils à guichet dans lesquels, en cas de fermeture du signal, apparaît un voyant de même couleur que ce signal.

9° *Pédale à réservoir de mercure, système Aubine,* exposée par la même Compagnie (P.-L.-M.). — Cette pédale, en s'abaissant au passage d'un train, soulève un contrepoids, le verrouille dans cette position, et établit un courant qui fait fonctionner une sonnerie de contrôle. Le contrepoids ne peut retomber et ramener la pédale à sa position primitive que si le verrou est dégagé. Ce dégagement s'opère par un basculeur à mercure dans lequel l'écoulement est réglé de telle sorte que le verrou ne soit rendu libre qu'après le temps nécessaire pour le passage du train.

10° *Avertisseurs Jousselin,* exposés par la même Compagnie (P.-L.-M.), — Au moyen de ces appareils, les agents des postes peuvent échanger douze à vingt signaux conventionnels. Ces signaux sont inscrits sur des macarons placés sur un cadran. Une aiguille s'arrête en regard du macaron correspondant à l'indication à donner. Dans le cas de l'application des sonneries Jousselin aux appareils Tyer, les douze signaux inscrits sur les macarons sont les suivants : voyageurs; marchandises; machines isolées; arrêtez et visitez le train; wagons échappés sur voie 1; wagons échappés sur voie 2; arrêtez train venant sur moi; train en détresse sur voie 1; train en détresse sur voie 2; rentrez dans le circuit (télégraphe): essai de l'appareil; le dernier signal est annulé.

11° *Appareils divers,* exposés par MM. Mors frères, tels que *commutateurs de disque, type Est; commutateur pour automoteur Aubine, type P.-L.M.; commutateur pour disques, type P.-L.-M.; commutateur de désengageur de disque, type Est;* trois *types de contrôleur de disques des chemins de fer de l'État; appareil indicateur pour cabine Saxby, type Nord; répétiteurs de disques à voyant, types P.-L.-M.; sonneries répétitrices de disques, types de l'Est, de l'État, de l'Ouest et de P.-L.-M.,* etc.

C. Appareils d'enclenchement.

Les appareils d'enclenchement employés pour établir la dépendance des signaux entre eux ou la dépendance entre les signaux et les aiguilles, et exposés à la classe 61, peuvent se subdiviser, suivant la forme des organes, en : a. *enclenchements à verrous;* b. *enclenchements à gril;* c. *enclenchements divers.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a. Enclenchements à verrous.

Le principe fondamental de ce système, introduit en 1854 par M. Vignier, alors chef de section aux chemins de fer de l'Ouest français, consiste à munir le levier à enclencher d'une barre percée de trous ou d'encoches dans lesquels s'engagent des verrous reliés au levier enclencheur. Parmi les appareils exposés appartenant à ce système, on peut citer les suivants :

Exposition de la France.

1° *Appareil d'enclenchement,* exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État, sous la désignation de *système Vignier modifié.* — Cet appareil présente cette particularité que les leviers sont groupés de manière à réduire l'espace nécessaire pour l'installation d'un poste. En outre, les leviers sont montés par six ou huit seulement sur le même axe, en vue de n'immobiliser, par les réparations, qu'une faible portion des appareils en service.

2° *Appareil à verrous courbes,* exposé par la Compagnie des chemins de fer du Midi, dans lequel les leviers sont reliés par des bielles à des coulisseaux mobiles dans un plan horizontal et percés de trous. Ces coulisseaux font tourner des arbres transversaux armés de verrous courbes qui, pénétrant dans les trous des coulisseaux, immobilisent ces derniers. La table d'enclenchement peut être disposée horizontalement ou verticalement, suivant la place dont on dispose.

3° *Appareil pour l'enclenchement d'un signal fixe et d'une aiguille,* exposé par la même Compagnie (Midi). — Cet appareil se compose d'un coulisseau percé de trous qui se meut parallèlement à la voie dans un guide placé près de l'aiguille et d'une tige fixée au levier de l'aiguille; cette tige, suivant la position du signal, se trouve en regard d'un trou ou d'un plein du coulisseau, et permet ou empêche la manœuvre de l'aiguille.

4° *Appareil pour l'enclenchement d'un appareil à distance* (aiguille, signal, taquet d'arrêt, etc.), *avec deux ou trois disques au moyen d'une seule transmission,* exposé par la même Compagnie (Midi). — Ce résultat est obtenu en articulant la transmission unique du mécanisme d'enclenchement placé près de l'appareil éloigné à enclencher (aiguille, signal, etc.) sur un balancier ou sur un système de balanciers aux extrémités desquels viennent agir des bielles reliées à chacun des leviers de manœuvre des disques.

5° *Appareil d'enclenchement, type Vignier, à cinq leviers à axes isolés,* exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord, disposé pour permettre des additions, suppressions ou réparations rapides, sans arrêt dans le fonctionnement du poste. Chaque levier actionne une glissière percée de trous. Cette glissière, par l'intermédiaire d'une came, actionne un arbre tournant transversal. Cet arbre commande des verrous verticaux qui s'engagent dans les trous des glissières suivant les diverses combinaisons à réaliser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6° *Appareils d'enclenchement, système Vignier modifié,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, appareils qui présentent les particularités suivantes : la table d'enclenchement qui supporte les glissières percées de trous, dans lesquels s'engagent les verrous, *est verticale,* de façon à occuper le moins de place possible; les dimensions des verrous sont très réduites; les commandes des glissières se font par l'intermédiaire de manivelles d'un type spécial, reliées aux leviers.

7° *Deux appareils, système Vignier,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, l'un à quatre, l'autre à dix leviers. Les tables d'enclenchement de ces appareils sont verticales et peuvent être utilisées sur leurs deux faces. La Compagnie en a installé qui comportent jusqu'à 18 leviers. Les tables sont disposées pour recevoir au besoin les appareils du block-system P.-L.-M.

b. Enclenchements à gril.

Le principe de ce système, dû à M. Saxby, est le suivant : la manœuvre d'un levier fait décrire un arc de cercle à une pièce métallique nommée *gril,* percée d'ouvertures rectangulaires. Au-dessus et au-dessous des ouvertures de ces grils, sont rangées des tringles armées de taquets que les grils font mouvoir horizontalement. Les taquets viennent alors se placer soit dans les ouvertures du gril qui, dans ce cas, peut se déplacer, soit en face de la partie pleine de ce gril qui est alors immobilisé. La seconde position du gril correspond à la possibilité de déplacer le levier pour exécuter le mouvement voulu. La première position entraîne au contraire l'impossibilité d'exécuter ce mouvement.

Parmi les appareils construits sur ce principe et qui figuraient à la classe 61, on peut mentionner les suivants :

Exposition de la France.

8° *Enclenchement,* exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cet appareil est disposé de façon à permettre de remplacer isolément toutes les pièces susceptibles d'usure. En outre, dans ce système, les tringles peuvent recevoir des taquets dans toute leur longueur.

9° *Appareils,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, caractérisés par la disposition des grils qui sont placés verticalement pour réduire l'emplacement occupé et rendre les enclenchements plus visibles. La disposition réalisée permet d'y adapter au besoin les appareils du block-system P.-L.-M.

10° *Système d'enclenchement,* exposé par M. Saxby, dans lequel chaque gril est remplacé par des platines horizontales superposées et munies d'encoches. D'autre part, l'appareil comporte, comme le dispositif ordinaire, des glissières transversales munies de taquets qui peuvent s'engager dans les encoches des platines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La manette à ressort du levier de manœuvre actionne un balancier auquel sont fixées les deux platines qui sont alors sollicitées à se déplacer en glissant en travers des barres transversales à taquets. Si l'un des taquets se trouve engagé dans la tige correspondant au levier que l'on veut manœuvrer, cette tige se trouve immobilisée; il est impossible de dégager le verrou de la manette et, par suite, de manœuvrer le levier. Le déplacement relatif des deux platines ayant lieu sous l'action de la manette, il en résulte que l'enclenchement commence dès que l'on saisit cette manette du levier, et ne cesse que lorsqu'on l'abandonne. La manœuvre du levier lui-même n'exerce aucune influence sur les enclenchements.

c. Enclenchements divers.

On a compris dans la catégorie des enclenchements divers les appareils suivants, dont le principe diffère de ceux (verrous ou grils) qui viennent d'être décrits, ainsi que les enclenchements électriques.

Exposition de la Belgique.

11° *Appareil d'enclenchement et de manœuvre à grande distance des signaux et des aiguilles*, exposé par le Chemin de fer Grand Central belge.

Dans ce système, indépendamment de l'enclenchement des leviers entre eux au moyen d'excentriques et de taquets auxquels ils sont reliés par des bielles de commande, il existe dans l'organe de transmission une disposition telle que, si la manœuvre de l'appareil (aiguille ou signal) ne peut pas avoir lieu (soit par suite d'un obstacle ou d'un dérangement), un nouvel enclenchement du levier lui-même se produit. Cette condition est remplie de la manière suivante : le levier est relié à l'appareil à manœuvrer par un fil continu, dont les extrémités viennent s'attacher aux extrémités d'un faux balancier commandé par le balancier sur lequel agit le levier de manœuvre. Lorsqu'on manœuvre le levier, si rien ne s'oppose au déplacement de l'appareil (aiguille ou signal), l'équilibre de tension se maintenant dans les deux leviers du câble, le mouvement s'opère. Si, au contraire, un obstacle s'oppose au déplacement, l'équilibre de tension est détruit par l'effort exercé sur le levier; le faux balancier se déplace autour d'une de ses butées sur le balancier de manœuvre, et, par le léger déplacement qu'il subit, fait tomber une barre qui enclenche le levier. Cette barre se remet en place lorsqu'on cesse la pression sur le levier.

Exposition de la France.

12° *Enclenchement, système Gourguechon*, exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cet appareil comporte deux dispositifs suivant que les leviers à

Imprimerie Nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enclencher sont contigus ou non. Dans le premier cas, l'enclenchement de deux leviers est obtenu au moyen d'une équerre pivotant autour d'un axe vertical et dont l'une des branches vient enclencher l'un des leviers lorsque l'autre branche a été repoussée par le levier contigu. Dans le second cas, les leviers sont réunis par des chaînes disposées de façon que la tension résultant pour l'une d'elles de la manœuvre du levier correspondant empêche le mouvement des autres.

13° *Enclenchement électrique de levier de manœuvre,* exposé par la MÊME ADMINISTRATION (ÉTAT). — Dans ce système, le levier de manœuvre est construit sur le modèle du levier à coulisse Saxby. La coulisse ne peut être amenée dans la position horizontale par la manette du levier que si un courant électrique passe dans un certain circuit sur le trajet duquel sont placés les commutateurs. Si l'on supprime un contact, le courant est coupé; dans ce cas, une palette qui n'est plus attirée par un électro-aimant fixé sur le bâti du levier vient buter contre un marteau monté sur la coulisse, et celle-ci est arrêtée dans son mouvement de bascule avant d'avoir pris la position horizontale. Le levier de manœuvre est immobilisé. Ce système d'enclenchement électrique à distance est appliqué aussi à trois leviers faisant partie d'un appareil d'enclenchement du système Saxby.

14° *Appareil d'enclenchement d'un signal fixe avec un taquet d'arrêt mobile,* exposé par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI. — Cet appareil est établi de telle manière que le taquet ne peut être enlevé, pour permettre de faire passer des véhicules d'une voie secondaire sur une voie principale, qu'autant que le signal protégeant cette dernière voie a été mis à l'arrêt.

15° *Appareil Baudu,* exposé par la COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DE PARIS À ORLÉANS. — Cet appareil, appliqué aux aiguilles de dédoublement de la voie unique dans les stations où les trains s'arrêtent, est disposé pour l'enclenchement d'un signal avancé et de l'aiguille correspondante ainsi que pour le verrouillage de cette dernière. Cet enclenchement se compose de deux volants horizontaux fixés sur un même axe vertical et placés au-dessous de la tringle de manœuvre de l'aiguille. Le volant supérieur est commandé par la tringle de manœuvre du signal; il porte à sa partie supérieure les verrous d'enclenchement de l'aiguille, et à sa partie inférieure des taquets d'embrayage pouvant entraîner le volant inférieur relié au signal avancé. En manœuvrant le levier du signal, le volant supérieur verrouille l'aiguille dans la première moitié de sa course; dans la seconde, il entraîne le volant inférieur et ouvre le signal. Un petit signal d'arrêt, manœuvré par les fils du signal avancé, interdit du côté de la gare la prise en talon de l'aiguille lorsque cette dernière est verrouillée.

16° *Serrure de sûreté, système Annett,* exposée par M. SAXBY. — Cet appareil fait l'objet d'une description spéciale, page 131.

17° *Modèle d'un poste complet d'enclenchement,* appliqué à une bifurcation voisine d'un passage à niveau et montrant le fonctionnement à distance des aiguilles, signaux, verrous d'aiguilles et barrières du passage à niveau (MÊME EXPOSANT, M. SAXBY).

18° *Dessin d'un dispositif de butée,* exposé par M. THUILLARD, dans lequel les appa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reils (signaux, etc.) manœuvrent des butées mobiles qui produisent, au passage des trains, l'application automatique des freins continus.

Exposition de la Grande-Bretagne.

19° *Serrures de sûreté Annett pour enclenchement de signaux et d'aiguilles*, exposées par MM. Annett et Bannister. — Ces appareils, employés lorsque les enclenchements doivent se faire à une grande distance du poste, se composent de serrures fixées, d'une part, aux organes de manœuvre du poste d'enclenchement, et, d'autre part, aux appareils à enclencher.

Ces serrures, auxquelles s'adapte une clef de forme spéciale, sont disposées de telle sorte qu'on ne puisse en retirer la clef que lorsque les signaux de protection sont à l'arrêt; dans ce dernier cas, on peut enlever la clef et s'en servir pour débloquer l'appareil (aiguille le plus souvent) muni d'une serrure analogue. De même, une fois ce dernier appareil déplacé, on ne peut plus retirer la clef de la serrure où elle est engagée et, par conséquent, aller effacer les signaux qu'après avoir ramené ledit appareil dans sa position normale. La clef que comporte chaque système d'enclenchement étant unique, toutes les mesures de sécurité sont forcément prises avant l'exécution d'un mouvement.

20° *Système d'enclenchement des signaux et des aiguilles de bifurcation*, exposé par la Société « The simplex temple chambers railway patents syndicate ». — Dans ce système, les lames de l'aiguille sont réunies en dehors de la tringle de connexion par une seconde tringle portant une encoche dans laquelle s'engage une tige horizontale reliée à l'extrémité du balancier de commande de la palette de sûreté de l'aiguille. Cette tige se déplace donc avec les lames de l'aiguille; elle porte un doigt transversal à la voie qui, suivant que le déplacement de l'aiguille a lieu dans un sens ou dans l'autre, s'engage dans l'encoche de l'une ou de l'autre des deux tringles solidaires de la manœuvre des signaux de bifurcation, placées de part et d'autre de cette tige parallèlement à la voie.

Dans le cas d'application à plusieurs changements de voie successifs, chaque appareil d'enclenchement d'une aiguille avec un signal est indépendant des autres, mais une disposition spéciale empêche l'agent d'un poste de changer la position quelconque des aiguilles comprises dans la série de celles que le train doit franchir, avant d'avoir agi successivement sur toutes celles que le train rencontre et dans l'ordre où il les franchit.

D. Signaux proprement dits (construction, éclairage, etc.).

Les signaux proprement dits comportent deux classes principales : a. *signaux fixes* (disques, sémaphores, indicateurs, etc.); b. *signaux mobiles* (lanternes, pétards, etc.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a. Signaux fixes.

Les signaux fixes peuvent se diviser en deux catégories, savoir :

§ 1. Les *signaux optiques* (disques, sémaphores, indicateurs, etc);

§ 2. Les *signaux acoustiques* (cloches, avertisseurs, sonneries, etc.)

§ 1. *Signaux optiques.*

Parmi les signaux optiques exposés, on peut citer les suivants :

Exposition de la Belgique.

1° *Mât de sémaphore métallique,* exposé par MM. Noulet et C^ie^. — Ce mât est formé de deux tôles réunies de distance en distance par des entretoises auxquelles elles sont assemblées au moyen de cornières. Sur ces tôles et les entretoises sont fixés les bras du sémaphore et les divers organes de commande.

2° *Mât métallique pour sémaphore,* exposé par la Société anonyme d'appareils de sécurité pour voies ferrées. — Ce mât est composé de tuyaux en fer étiré, réunis de distance en distance par des croisillons en fonte malléable.

Exposition de la France.

3° *Potence, en rails Vignole,* de 4 mètres de portée, fixée dans le sol au moyen d'un châssis métallique sans maçonnerie, exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État; — *Potence* de 7 m. 50 de portée entièrement en treillis, fixée dans le sol par des plaques de tôle et des boîtes en fonte, sans maçonnerie, exposée par la même Administration (État).

4° *Indicateur tournant* de bifurcation à damier en verre dépoli éclairé par transparence; — *Poteau d'arrêt* de machines en verre dépoli avec inscription éclairée par transparence, exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord.

5° *Spécimen de signal, muni d'un verrouillage automatique,* destiné à empêcher les rotations sous l'action du vent ou des manœuvres trop brusques, exposé par la même Compagnie (Nord). L'engin de verrouillage s'ajoute à la partie inférieure du mât. Le dispositif est tel qu'une première partie du mouvement de commande effectue le déverrouillage, le second élément de course entraîne le signal et la dernière partie verrouille à nouveau le signal dans sa dernière position.

6° *Indicateur de direction d'aiguille,* constitué par une équerre à deux branches peintes en violet et munies pour l'éclairage, pendant la nuit, de lunettes blanches et violettes; la commande de l'indicateur est solidaire de celle de l'aiguille; la branche horizontale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indique la direction donnée par l'aiguille; — *Indicateur de position d'aiguille en pointe*, constitué par une flamme en tôle peinte en vert et terminée par deux pointes, montée sur un arbre dont le mouvement est solidaire de celui de l'aiguille; la flamme parallèle à la voie, en montrant la nuit un feu blanc, indique la direction normale; tournée perpendiculairement à la voie ou montrant la nuit un feu vert, elle indique la position déviée; — *Signal* suspendu à une potence métallique en poutre treillis; ces divers appareils exposés par la même Compagnie (Nord).

7° *Sémaphore de block-system*, exposé par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Ce sémaphore se compose d'un mât vertical portant à sa partie supérieure une lanterne et deux ailes pivotant autour d'un axe commun, rouges d'un côté et blanches de l'autre. Ces ailes sont percées de trous circulaires à verres mi-partie rouges et verts : l'aile horizontale ou présentant le feu rouge et vert la nuit commande l'arrêt; l'aile verticale ou présentant un feu blanc la nuit indique voie libre. Les ailes sont manœuvrées soit par fils, soit par transmissions rigides.

8° *Sémaphore de bifurcation*, exposé par la même Compagnie (P.-L.-M.), dans lequel les ailes placées d'un même côté du mât, à des hauteurs différentes, sont peintes en violet et percées de deux trous garnis, l'un d'un verre violet, l'autre d'un verre vert; elles peuvent occuper soit la position horizontale, soit la position à 45 degrés. L'aile la plus élevée correspond à la direction la plus à gauche, l'aile la moins élevée à la direction la plus à droite. L'aile horizontale le jour, ou à feu violet la nuit, commande l'arrêt; l'aile inclinée à 45 degrés, le jour, ou à feu vert, la nuit, indique la direction et commande le ralentissement.

9° *Signal avancé complet et signal carré d'arrêt absolu*, exposés par la même Compagnie (P.-L.-M.). — L'appareil de manœuvre, de forme elliptique, du signal avancé est établi en vue d'équilibrer en chaque point du mouvement la résistance de la transmission avec l'action du contrepoids du levier de manœuvre, et de faciliter la manœuvre des signaux placés à grande distance du poste.

10° *Lampes électriques à incandescence pour lanternes de disque*, exposées par la même Compagnie (P.-L.-M.). — Ce système a été étudié en vue de remédier aux extinctions accidentelles au moyen d'un électro-aimant qui attire une armature munie d'un ressort de contact. Le signal est muni de deux lampes à incandescence dont une fonctionne. Lorsque cette dernière lampe cesse de fonctionner, l'armature n'étant plus attirée, le ressort ferme un circuit dont le courant passe par la seconde lampe.

11° *Lanterne à gaz pour éclairage de signaux*, exposée par la même Compagnie (P.-L.-M.). — Cet appareil est caractérisé par cette disposition spéciale que le chapiteau de la lanterne qui porte le bec de gaz est fixe, et que le fond de la lanterne comprenant le verre et le réflecteur est mobile et s'abaisse au moyen de la chaîne de manœuvre. On peut donc nettoyer les organes exposés à se salir, sans être obligé de manœuvrer la lanterne complète, y compris le bec. On évite ainsi l'emploi de tuyaux de caoutchouc ou de genouillères.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12° *Disque complet,* exposé par les Usines et fonderies de Baume et Marpent, du type employé par la Compagnie des chemins de fer départementaux (France).

13° *Signaux, type Chemins de fer de l'État et type Chemins de fer du Midi,* exposés par MM. Leblanc, Georgi et Cie (Usines de Marquise).

Exposition de la Grande-Bretagne.

14° *Système d'éclairage électrique des signaux,* exposé par M. Timmis, système dont il a déjà été question au sujet des cantonnements.

§ 2. *Signaux acoustiques.*

Parmi les appareils de ce genre exposés, on peut signaler les suivants :

Exposition de la France.

15° *Trompe d'appel électrique,* exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État. Cet appareil sert à annoncer automatiquement aux gares l'arrivée des trains; l'air est poussé dans la trompe par un piston mû par un appareil d'horlogerie. Le déclenchement de cet appareil est produit par un circuit que ferme une pédale actionnée par le train.

16° *Cloche électrique,* du système Siémens, exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est, avec inducteur magnéto-électrique à manivelle pour remplacer les piles.

17° *Cloches électriques,* exposées par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Dans ces cloches, le marteau est actionné par une roue dentée à contrepoids qui fonctionne lorsque, par suite de l'envoi d'un courant, l'électro-aimant, qui la maintient normalement, l'abandonne. Un signal optique, analogue aux petits bras des sémaphores, complète l'appareil. Le courant électrique est produit soit par un inducteur à manivelle, soit par une pile.

18° *Avertisseur à trompe,* exposé par la même Compagnie (Nord) et semblable, comme principe, à celui des Chemins de fer de l'État, décrit ci-dessus.

19° *Cloche électrique, système Léopolder,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée qui emploie ces appareils sur ses lignes à voie unique. Dans cet appareil, le marteau s'abaisse sous l'action d'un tournebroche à poids que déclenche un courant électrique passant dans un électro-aimant.

20° *Cloche du système Siémens à courants continus,* exposée par la même Compagnie (P.-L.-M.). Ces cloches sont employées dans les postes de pleine voie non gardés.

b. Signaux mobiles.

Parmi les signaux mobiles on peut citer les suivants :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de l'Espagne.

1° *Lanternes d'éclairage pour signaux de chemins de fer,* exposées par M. Cilleruelo.

Exposition de la France.

2° *Lanterne-signal d'arrière de train,* exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État, avec porte-verre à coulisse, disposée pour recevoir, entre deux verres, une lame en baudruche portant le numéro du train.

3° *Lanterne à main,* au pétrole (également exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État), disposée de façon à éviter autant que possible l'écoulement du pétrole dans le cas de renversement.

4° *Drapeaux, pancartes, cornes d'appel, etc.,* exposés par M. Choquet.

5° *Signal d'arrière de train,* au pétrole, à double face et à réflecteurs, exposé par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

6° *Types divers de lanternes-signaux et appareils d'éclairage pour chemins de fer,* exposés par M. Gillet.

7° *Types divers de lanternes-signaux et appareils d'éclairage pour chemins de fer,* exposés par M. Luchaire.

8° *Types divers de lanternes-signaux et appareils d'éclairage pour chemins de fer,* exposés par MM. Roux, Guichard et Cie.

E. Appareils divers.

Parmi les appareils divers, on peut citer :

Exposition de la France.

1° *Appareils de correspondance entre deux cabines d'enclenchement,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Ces appareils consistent en tableaux transmetteurs et tableaux récepteurs, analogues à ceux des sonneries d'hôtels. En appuyant sur un bouton, non seulement on donne dans l'autre cabine le signal correspondant, mais on fait apparaître dans la cabine du transmetteur un signal rouge destiné à rappeler à l'agent qu'il a envoyé un commandement, afin qu'il songe à l'annuler en temps utile. Un dispositif spécial permet de n'employer qu'un nombre de fils très inférieur à celui des signaux à transmettre.

2° *Transmetteur à contacts, avec récepteurs électriques,* exposé par la même Compagnie (Est), *pour signaler le passage des trains.* — Ce transmetteur consiste en un peigne métallique, maintenu par un support isolant à la hauteur du niveau des rails; les ban-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dages des roues du train établissent la communication entre le peigne qu'elles frottent et les rails qui forment terre; le courant ainsi établi est employé à actionner une sonnerie, un relais, etc.

3° *Appareil de passage à niveau,* exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État, permettant à une gare d'échanger avec un passage à niveau, au moyen de la déviation d'une aiguille galvanométrique, les avis relatifs à l'ouverture ou à la fermeture de ce passage.

4° *Appareils de protection des passages à niveau,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Ces appareils sont de deux modèles : les *appareils en correspondance* et les *appareils automatiques.*

Les appareils en correspondance comportent un récepteur placé au passage à niveau et un avertisseur placé au poste d'où l'on peut signaler l'arrivée des trains. Ces deux appareils sont reliés électriquement. Le garde du passage à niveau demande au poste avertisseur s'il peut ouvrir la barrière; celui-ci répond en envoyant, suivant les cas, l'indication « ouvrez » ou « fermez »; le garde avise télégraphiquement le poste par les signaux « j'ouvre » ou « je ferme ».

Les appareils automatiques appliqués aux passages à niveau très fréquentés ou placés dans des conditions défavorables de visibilité se composent d'une pédale tremblouse placée à une certaine distance du passage à niveau. Au passage du train sur la pédale, il se produit un déclenchement qui ferme un circuit et fait fonctionner une sonnerie au passage à niveau.

5° *Avertisseur Couard et Pajet,* exposé par la même Compagnie (P.-L.-M.). — Cet avertisseur repose sur le même principe que le précédent et n'en diffère que par la disposition de la pédale tremblouse.

6° *Appareil à pétards, système Aubine,* modèle exposé par la même Compagnie (P.-L.-M.). — Cet appareil est destiné à distribuer les pétards et à les remplacer à mesure qu'ils sont écrasés. Dans cet appareil, deux pétards sont portés par un coulisseau qui les fait avancer au-dessus du rail lorsque le signal correspondant est à l'arrêt. Lors de l'écrasement, les tiges des pétards sont déformées et, lorsqu'on ouvre le signal, des butées fixes les dégagent des supports dans la première partie du mouvement tandis que, dans la seconde partie, deux pétards neufs se substituent à ceux qui ont été écrasés. Lorsque la provision du magasin à pétards est épuisée, une sonnerie avertit la gare voisine.

7° *Appareil à pétards, système Lirand,* exposé par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Cet appareil sert à distribuer les pétards d'un signal deux par deux au-dessus du rail, et à les remplacer à mesure qu'ils sont écrasés; à cet effet, huit pétards sont fixés sur un plateau tournant disposé de telle sorte que, lorsque les pétards ne sont pas écrasés, ils se représentent lors de la fermeture du signal; s'ils le sont, au contraire, un mouvement de rotation en amène deux autres au-dessus du rail.

8° *Avertisseur automatique de trains, système Ducousso-Bréguet,* exposé par M. Ducousso.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Cet avertisseur fonctionne au passage des roues d'un train au-dessus d'un aimant entouré d'une bobine et affleurant le rail. Le passage du train détermine un courant d'induction qui fait fermer le circuit d'une sonnerie.

9° *Avertisseur électrique automatique*, exposé par MM. Leblanc et Loiseau. — Cet avertisseur fonctionne au moyen de deux pédales qui font l'une apparaître, l'autre disparaître, aux passages à niveau, une inscription « défense de passer ».

Ce même dispositif peut être employé pour actionner des indicateurs de marche des trains au moyen de pédales échelonnées le long des voies. Les pédales sont munies de soufflets destinés à soustraire l'appareil aux chocs répétés des roues.

III

RÉSUMÉ. — APPAREILS DE SECURITE (VOIE NORMALE).

Comme on le voit ci-dessus, les appareils de sécurité étaient représentés à l'exposition de la classe 61 par un nombre considérable de spécimens. Peu de questions, en effet, ont plus préoccupé les inventeurs et les ingénieurs que celle de la sécurité de l'exploitation des voies ferrées, et il n'y a pas lieu d'être surpris qu'un problème aussi complexe ait donné lieu à un nombre considérable de solutions.

Laissant de côté l'énumération des solutions individuelles, pour la plupart ingénieuses et souvent remarquables par les combinaisons mécaniques qu'elles ont fait naître, on est conduit à rechercher les caractères généraux des dispositions présentées, notamment pour les lignes à grande circulation.

La plupart de ces dispositions s'appuient sur deux principes, depuis longtemps connus: les *enclenchements*, grâce auxquels la manœuvre successive de plusieurs appareils ne peut être effectuée que si elle réalise une combinaison compatible avec la sécurité, et le *cantonnement* ou substitution de l'intervalle de distance à l'intervalle de temps entre deux trains consécutifs.

Les systèmes étudiés s'appliquent les uns à la protection des trains entre les gares, les autres à la protection des gares.

Dans le premier cas, on remarque la préoccupation d'établir une dépendance entre la manœuvre des signaux de cantonnement des postes (destinés à renseigner les agents des trains) et le fonctionnement des signaux de correspondance (que s'adressent entre eux les agents de deux postes consécutifs).

Dans le second cas, l'étude de la question de la protection des grandes gares, des gares de triage et des divers mouvements qui s'y effectuent (arrivée, départ, manœuvres pour la formation et le débranchement des trains, etc.), n'a pas été moins féconde que celle de la protection des voies en solutions jugées dignes d'application et appliquées. De ce côté, les dispositions exposées ont souvent pour point de départ le principe de la division des voies en un certain nombre de groupes distincts et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réunion dans une même main et sous une même responsabilité des organes de manœuvre des appareils convenablement enclenchés (aiguilles et signaux). C'est ainsi que le nombre des leviers installés dans une même cabine, relativement peu élevé à l'origine, s'est accru considérablement et l'on est arrivé à dépasser dans certains cas le chiffre de cent leviers, desservis, bien entendu, par plusieurs agents à la fois. La plupart des dispositifs présentés dans cet ordre d'idées reposent sur l'emploi d'appareils de manœuvre et d'organes de transmission et d'enclenchement mécaniques. Ces appareils paraissent avoir été étudiés en vue de diminuer, autant que possible, le nombre des organes à manœuvrer, notamment en ce qui concerne les aiguilles verrouillées pour lesquelles on paraît rechercher de plus en plus, au moyen de combinaisons mécaniques, la réduction du nombre des leviers de manœuvre, en produisant le décalage, le changement de position et le verrouillage, à l'aide d'un seul levier et en un seul mouvement. D'un autre côté, les divers organes ont été étudiés en vue d'augmenter, autant que possible, la facilité et, par suite, la rapidité des manœuvres, et de soustraire les engins d'enclenchement (verrous, grils, etc.), à l'action éventuelle d'une forte pression exercée au moyen des leviers.

En outre, les appareils d'enclenchement comme ceux des cantonnements comportent une grande extension des applications de l'électricité tant pour le contrôle du fonctionnement des signaux que pour leur calage, décalage, etc.; il est même des cas dans lesquels l'électricité est employée pour la manœuvre des organes de l'enclenchement.

La nécessité de vérifier le fonctionnement des aiguilles et des signaux placés à une grande distance des postes, trop loin le plus souvent de ceux-ci pour qu'il soit possible de s'assurer *de visu* de l'exécution régulière des mouvements, a donné naissance à un nombre considérable d'appareils et de dispositifs (mécaniques ou électriques) exposés (répétiteurs, contrôleurs, sonneries, etc.).

Enfin, les transmissions mécaniques et les transmissions électriques n'ont pas été les seules employées pour la manœuvre des aiguilles et des signaux, et il convient de rappeler ici l'application faite de l'eau sous pression à la transmission de la force nécessaire pour la manœuvre des appareils (aiguilles ou signaux), leur enclenchement et le contrôle de leur fonctionnement.

Il n'est pas même jusqu'à l'éclairage des signaux qui n'ait été présenté avec des innovations dignes d'être signalées tant en raison des soins apportés dans l'étude de l'exécution des lampes que par l'introduction du gaz et récemment des lampes électriques à incandescence et par l'emploi des dispositifs spéciaux dont les appareils d'éclairage de certains signaux ont été munis, en vue de contrôler leur allumage ou leur extinction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III.

MACHINES-LOCOMOTIVES (VOIE NORMALE).

L'exposition de la classe 61 comportait : des *locomotives*, des *dessins* et *modèles de locomotives*, des *accessoires* et *pièces détachées de locomotives*.

I

MACHINES-LOCOMOTIVES.

Les locomotives des chemins de fer à voie normale exposées étaient au nombre de 38, savoir : 9 de la Belgique, 21 de la France, 4 de la Grande-Bretagne, 3 de l'Italie et 1 de la Suisse.

On peut diviser ces machines en cinq catégories principales :

A. Locomotives pour trains express;

B. Locomotives pour trains de voyageurs sur lignes à profil accidenté ou pour trains de marchandises sur lignes à profil facile;

C. Locomotives pour trains de marchandises;

D. Locomotives pour trains de banlieue ou pour lignes d'embranchement;

E. Locomotives pour manœuvres.

A. Locomotives pour trains express.

Exposition de la Belgique.

1° *Machine express à six roues, dont quatre accouplées*, pour les chemins de fer de l'État belge (exposants et constructeurs : Carels frères, à Gand). — Cette locomotive résulte des modifications successives (augmentation de la surface de chauffe et des cylindres, diminution du diamètre des roues à 1 m. 80) apportées à un type existant, en vue d'assurer le service des trains express sur les lignes à profil accidenté.

Les deux essieux accouplés sont à l'arrière, l'essieu porteur est à l'avant. Le châssis comporte trois longerons, deux extérieurs et un intérieur placé dans l'axe du bâti et portant une boîte à graisse pour le milieu de l'essieu moteur. Ce dernier longeron est fixé à la boîte à feu par une tôle d'acier emboutie qui facilite les dilatations. Les ressorts, établis sans flèche de fabrication, ont leur concavité tournée vers le bas; ceux des roues avant et motrices sont réunis par des balanciers. L'essieu porteur a un jeu latéral réglé par des plans inclinés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le foyer, du type Belpaire, s'étend au-dessus de l'essieu d'arrière. La grille, inclinée, comporte un jette-feu manœuvrable de la plate-forme du mécanicien. Le corps cylindrique est composé de trois viroles assemblées au moyen de couvre-joints. La boîte à fumée en saillie sur le corps cylindrique est surmontée d'une cheminée ronde de grand diamètre. Un dôme placé sur le corps cylindrique renferme la prise de vapeur. Le régulateur se trouve dans la boîte à fumée.

Les cylindres sont intérieurs, les tiroirs, du modèle à double canal, sont placés au-dessus des cylindres et inclinés transversalement d'environ 45 degrés, leur tige restant horizontale. La distribution est du système Walschaert.

Parmi les accessoires, il y a lieu de mentionner le frein Westinghouse, l'échappement variable système Boty, le changement de marche à vapeur du modèle Stirling, et les graisseurs automatiques des cylindres. A l'arrière, on a ménagé un abri fermé pour les agents de la machine.

2° *Machine express à huit roues, dont quatre accouplées,* pour les chemins de fer de l'État belge (exposant et constructeur : Société Cockerill, à Seraing). — Les deux essieux accouplés, voisins, sont compris entre deux essieux porteurs placés, l'un sous la boîte à fumée, l'autre sous le foyer. L'essieu d'avant est à boîtes radiales. Les longerons sont extérieurs pour toutes les roues; il n'y a pas de longeron intérieur. La suspension est effectuée sur trois points par des balanciers longitudinaux reliant de chaque côté les ressorts des essieux accouplés à ceux des essieux porteurs correspondants; en outre, les deux balanciers avant sont articulés sur les extrémités d'un balancier transversal. Les ressorts sont du type ordinaire de l'État belge, sans flèche de fabrication, et présentent en charge une concavité tournée vers le bas.

La boîte à feu, du type Belpaire, est disposée pour brûler les menus. Cette boîte à feu s'élargit et déborde au-dessus des roues motrices à sa partie postérieure. La grille est légèrement inclinée et le jette-feu se trouve à l'avant de la partie la plus large du foyer. Le corps cylindrique formé de deux viroles réunies par des couvre-joints extérieurs porte, à l'avant, un dôme qui contient le régulateur à tringle de manœuvre intérieure. Les tubes sont en fer. Une colonnette placée au-dessus du foyer renferme les soupapes à charge directe. La chaudière est timbrée à 10 kilogrammes. La boîte à fumée très allongée vers l'avant est surmontée d'une cheminée de section carrée.

Les cylindres, intérieurs comme tout le reste du mécanisme, et horizontaux, sont placés en avant des roues porteuses et de la boîte à fumée. Les tiroirs placés sur le côté des cylindres vers le haut sont inclinés dans le sens transversal, mais leurs tiges sont horizontales. La distribution est du système Walschaert. Le changement de marche est manœuvré par un levier avec cylindre formant contrepoids de vapeur.

Cette locomotive est munie du frein Westinghouse et d'une sablière à vapeur du système Gresham. Une cabine avec fenêtres latérales abrite les agents du service. Cette machine est indiquée comme remorquant sur palier un train de 180 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la France.

3° *Locomotive à huit roues, dont quatre accouplées* (exposant : Administration des chemins de fer de l'État; constructeur : Société alsacienne de constructions mécaniques). — Cette machine résulte de la transformation d'un type antérieur de l'Administration des chemins de fer de l'État, dont on a augmenté la puissance en portant le timbre de 9 à 12 kilogrammes et la surface de grille de 1 mq. 34 à 1 mq. 64; en outre, un quatrième essieu a été ajouté à l'arrière.

La machine est portée par quatre essieux, les deux essieux moteurs étant compris entre les deux essieux porteurs. Les ressorts sont placés au-dessus des boîtes à graisse, sauf pour l'essieu accouplé; ceux des deux essieux accouplés sont réunis par un balancier. Les longerons sont intérieurs sauf à l'arrière, où, pour ménager l'emplacement du foyer, on a rapporté un petit longeron extérieur.

Le foyer qui passe au-dessus de l'essieu porteur d'arrière est à berceau cylindrique. La boîte à fumée, surmontée d'une cheminée tronconique, est de même diamètre que le corps cylindrique. A l'avant de la chaudière se trouve un dôme qui porte des soupapes à balance et contient le régulateur à tringle de manœuvre extérieure; les tuyaux de vapeur passent à l'intérieur de la boîte à fumée.

Les cylindres sont extérieurs ainsi que tout le mécanisme. La distribution est du système Bonnefond, à quatre pistons-tiroirs, deux pour l'admission et deux pour l'échappement. Les tiroirs d'admission sont à déclic et indépendants de ceux qui commandent l'échappement. Cette distribution comporte une coulisse qui ne sert que pour le changement de marche, les variations du degré de détente étant obtenues au moyen d'une came manœuvrée par un renvoi de mouvement spécial, à la main du mécanicien. (Pour cette distribution, voir page 175.)

Cette locomotive est munie du frein Wenger et de la sablière à vapeur système Gresham.

4° *Locomotive à six roues, dont quatre accouplées* (exposant : Compagnie des chemins de fer du Midi; constructeurs : Schneider et C^ie^, au Creusot). — Cette locomotive est portée sur deux essieux accouplés à l'arrière et sur une paire de roues d'un diamètre relativement assez grand à l'avant. Les longerons sont intérieurs; les ressorts sont placés au-dessous des boîtes à huile pour les roues motrices et accouplées, et au-dessus pour les roues de l'essieu porteur.

La chaudière est timbrée à 10 kilogrammes. Le foyer plonge entre les deux essieux accouplés; il est, ainsi que la boîte à fumée, dans le prolongement du corps cylindrique. Les fermes de la boîte à feu sont en travers. La prise de vapeur se fait dans un dôme situé vers le milieu de la chaudière; le régulateur, du système Crampton, est placé à l'extérieur du dôme, sur le corps cylindrique de la chaudière. Il est actionné par une vis au moyen d'un volant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mécanisme est entièrement extérieur; les cylindres, horizontaux, sont placés entre l'essieu d'avant et l'essieu du milieu; ce dernier est accouplé avec l'essieu moteur qui est à l'arrière. Les tiroirs, placés au-dessus des cylindres, sont actionnés par des coulisses de Gooch. Les soupapes, à charge directe, sont placées sur le dôme et sur une colonnette, à l'arrière.

Cette machine est munie des appareils de commande du frein à air comprimé système Wenger, d'une sablière placée sur le corps cylindrique, d'un graisseur de cylindres permettant une lubrification continue, d'un changement de marche à vis, etc.; elle comporte une tente-abri sans joues latérales.

Le tender exposé est à six roues et à châssis intérieur. Il peut prendre 10 mètres cubes d'eau et 3 tonnes de combustible. Le frein système Wenger agit sur les deux essieux extrêmes au moyen de huit sabots.

5° *Locomotive à quatre roues accouplées et à bogie* (exposant et constructeur : Compagnie du chemin de fer du Nord). — Cette machine dérive d'un type en service courant par certaines modifications apportées en vue d'augmenter sa puissance : augmentation de la surface de chauffe par l'approfondissement du foyer, addition d'un bouilleur Tenbrinck, léger allongement des tubes, augmentation de la pression de 10 à 12 kilogrammes et du diamètre des cylindres de 0 m. 432 à 0 m. 480. De ces diverses modifications est résulté un accroissement de 44 p. 100 pour l'effort de traction. Cette locomotive est indiquée comme pouvant remorquer, en rampe continue de 0 m. 005, un train de 190 tonnes, machine et tender non compris. Une des particularités de cette machine réside dans le grand écartement des essieux accouplés (3 mètres) nécessaire pour placer le foyer entre les deux essieux. Le bogie placé à l'avant ne possède pas de déplacement latéral; il reçoit la charge de la machine par l'intermédiaire de supports latéraux à glissement, le pivot ne servant que d'axe de rotation. Les longerons de la machine sont intérieurs, ceux du bogie sont extérieurs. Les ressorts des essieux accouplés sont placés sous les boîtes à graisse.

La boîte à feu, du type Belpaire, porte des soupapes à charge directe. Le corps cylindrique de la chaudière est constitué par trois viroles télescopiques disposées de telle manière que le point le plus bas du corps cylindrique se trouve être la génératrice inférieure de la virole d'avant. La boîte à fumée forme le prolongement du corps cylindrique; elle est surmontée d'une cheminée tronconique et munie d'une porte circulaire. Le régulateur, à tringle de manœuvre intérieure, est placé dans un dôme au milieu du corps cylindrique.

Les cylindres sont intérieurs et horizontaux. Les tiroirs sont placés verticalement à l'extérieur des longerons. Le mécanisme de distribution est intérieur et commande les tiroirs par l'intermédiaire d'un arbre de renvoi. Les coulisses sont du type Stephenson à deux flasques. Les tiroirs équilibrés sont à double canal. Le changement de marche se fait au moyen d'une vis manœuvrée à la main.

Cette locomotive est munie de la sablière à vapeur, système Gresham; d'un frein à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur qui agit sur les deux paires de roues accouplées et de deux éjecteurs pour le fonctionnement du frein à vide sur le tender et le train. Un même levier permet d'appliquer soit le frein de la machine seul, soit les deux freins à la fois. A l'arrière se trouve une cabine fermée pour les agents de la machine.

6° *Locomotive à six roues, dont quatre accouplées* (exposant : Compagnie des chemins de fer de l'Ouest; constructeur, Compagnie de Fives-Lille). Ce type, qui dérive des modèles précédents de la Compagnie de l'Ouest, a été étudié en vue d'obtenir les avantages d'un foyer profond, tout en évitant de placer ce foyer en porte-à-faux et sans recourir à un quatrième essieu. Les essieux accouplés sont écartés de 2 m. 70 pour permettre de placer le foyer entre eux; l'essieu porteur d'avant se trouve tout près de la plaque tubulaire. Le châssis comporte deux longerons extérieurs et un longeron intérieur relié aux deux autres par des entretoises et muni d'une boîte à graisse pour le milieu de l'essieu moteur. La machine possède, de chaque côté, un balancier longitudinal reliant les ressorts des roues accouplées et en plus un balancier transversal unique qui réunit les extrémités postérieures des deux ressorts d'avant.

La boîte à feu est de forme renflée. Le foyer et la plaque tubulaire avant sont en cuivre, les tubes sont en laiton. La chaudière est en fer et comporte un dôme dans lequel est placé le régulateur à col de cygne et à manœuvre intérieure; à l'arrière du corps cylindrique se trouve une poche de vidange en bronze. Le foyer est muni d'une voûte en briques, la grille est légèrement inclinée et possède un jette-feu à vis. La faible longueur du corps cylindrique a permis de supprimer tout support de chaudière intermédiaire entre le foyer et la boîte à fumée.

Les cylindres sont intérieurs et horizontaux; les tiroirs, placés au-dessus, sont commandés au moyen d'un arbre de renvoi par des coulisses rectilignes d'Allan extérieures. Le changement de marche se fait au moyen d'une manœuvre à vis. L'accouplement est opéré par des manivelles rapportées et des bielles à têtes rondes en acier et de forme évidée. Tous les graisseurs du mécanisme et des boîtes d'essieu sont du modèle dit *sans mèche* (voir description page 170). Les graisseurs des tiroirs et des cylindres (mèche et clapet) sont à fonctionnement automatique. Les prises de vapeur sont groupées sur une colonnette spéciale. Des soupapes Webb sont placées au-dessus du foyer.

La cheminée est légèrement conique et se prolonge dans la boîte à fumée jusqu'à la hauteur de la première rangée de tubes. L'échappement est fixe et débouche au niveau de la rangée supérieure des tubes. Cette machine est munie d'injecteurs Friedmann et du frein Westinghouse agissant sur les deux paires de roues accouplées. Le mécanicien et le chauffeur sont protégés par un abri fermé en avant et sur une partie des côtés.

7° *Locomotive à quatre roues accouplées et à bogie* (exposant et constructeur : même Compagnie [Ouest]). — La création d'un modèle plus puissant que le précédent s'imposait pour faire face aux nécessités de l'exploitation sur certaines sections des chemins de fer de l'Ouest. Le poids de ce nouveau type a entraîné l'emploi d'un quatrième essieu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a été conduit ainsi à constituer un bogie que l'on a placé à l'avant, le foyer restant entre les essieux accouplés dont l'écartement est le même que dans la machine décrite ci-dessus.

Les longerons, en acier, intérieurs aux roues, sont reliés par quatre traverses en acier coulé formant l'une, support de glissières, l'autre, support du corps cylindrique vers son milieu, la troisième, entretoise des longerons à l'avant du foyer, et la quatrième, entretoise des longerons à l'arrière du foyer. Les ressorts des essieux accouplés sont réunis par des balanciers longitudinaux; ils sont situés sous les boîtes à graisse avec tiges de suspension disposées pour travailler à la traction. Le bogie à longerons intérieurs avec balanciers et ressorts latéraux possède un déplacement latéral réglé par deux ressorts à lames horizontaux. Les glissières des boîtes à graisse, les entretoises et le support du pivot sont en acier coulé.

La boîte à feu, de forme renflée, est comprise entre les deux essieux accouplés. Le corps cylindrique, formé de trois viroles assemblées au moyen de couvre-joints doubles, est beaucoup plus long que celui de la machine express à trois essieux précédemment décrite. Les matériaux de la chaudière sont les mêmes que ceux de cette dernière machine; il en est de même de la disposition générale.

Les cylindres sont intérieurs et horizontaux; les tiroirs sont disposés verticalement entre les cylindres. Les lumières sont divisées en deux parties dans le sens de la hauteur; il en résulte que le conduit d'échappement est divisé en deux branches dont l'une passe sous les cylindres. Pistons suédois en acier forgé avec segments en fonte; bielles évidées en acier; glissières en acier, au nombre de 4 par piston, fixées en leur milieu seulement à l'entretoise double des longerons dont il a été question plus haut; graisseurs sans mèche pour le mécanisme et les boîtes d'essieu; graisseurs automatiques (mèche et clapet) pour les cylindres et les tiroirs. La distribution est commandée par des coulisses de Gooch avec relevage par en dessus. Le changement de marche est manœuvré par un appareil à vapeur asservi, à verrouillage hydraulique et automatique.

La disposition de la plupart des détails est la même que dans la machine précédente de la même Compagnie (Ouest).

8° *Locomotive Compound à huit roues, dont quatre accouplées* (exposant et constructeur : Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée). — Cette locomotive est du système Compound à quatre cylindres.

Les deux essieux accouplés sont compris entre les deux essieux porteurs et sont munis de boîtes avec plans inclinés et de coussinets en trois morceaux ayant un jeu latéral de chaque côté. Les longerons sont intérieurs, sauf à l'arrière, où l'on a rapporté de chaque côté un petit longeron pour recevoir les boîtes de l'essieu porteur. Les grands longerons sont en acier.

La boîte à feu est du type Belpaire et est supportée vers son milieu par deux bielles. Le corps cylindrique est en acier avec couvre-joints longitudinaux doubles; il porte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un dôme dans lequel se fait la prise de vapeur au moyen d'une série de tuyaux en col de cygne, disposition employée en vue d'éviter les entraînements d'eau; sur ce dôme sont placées des soupapes à balance. La boîte à fumée a près de 2 mètres de longueur.

Les quatre cylindres sont placés au droit de la boîte à fumée. Les deux cylindres à haute pression sont intérieurs; ils actionnent le second essieu. Les deux cylindres de détente sont extérieurs et commandent le troisième essieu. Les manivelles de chaque essieu moteur sont calées à 90 degrés et les deux essieux moteurs sont accouplés pour maintenir invariable l'angle un peu inférieur à 180 degrés que forment entre elles les manivelles motrices de deux cylindres correspondants à haute et à basse pression. La vapeur, après avoir agi dans les cylindres à haute pression, se rend dans les cylindres de détente en passant par un réservoir intermédiaire. On peut, au moyen d'un robinet spécial, envoyer de la vapeur, à la pression de la chaudière, dans ce réservoir pour faciliter le démarrage. Une soupape débouchant dans l'atmosphère empêche la pression de monter dans le réservoir intermédiaire au delà d'une certaine limite. Les cylindres de détente sont munis de soupapes de rentrée d'air. Les mécanismes de distribution sont du système Walschaert. Les tiges de piston et les bielles sont en acier; les pistons sont en fonte. Le relevage à contrepoids de vapeur (frein à huile) est effectué par un même mouvement pour les deux groupes de cylindres au moyen d'un volant dont un léger mouvement de rotation produit le déverrouillage et l'admission de vapeur avec l'aide de laquelle on achève, au moyen de la vis, le mouvement de relevage. Ce dernier mouvement est donné aux deux barres par deux cames dont le profil a été calculé de manière à conserver une relation constante entre les admissions des deux paires de cylindres.

Cette locomotive est munie du frein à air comprimé automatique et modérable.

Le tender qui accompagne cette machine est à six roues. Les longerons sont extérieurs; les ressorts des deux dernières paires de roues sont réunis de chaque côté par un balancier longitudinal. Ce tender peut contenir 16 mètres cubes d'eau et 3 tonnes de combustible. Il est muni du frein à air comprimé automatique et modérable à huit sabots agissant sur les essieux extrêmes seulement.

9° *Locomotive à huit roues, dont quatre accouplées* (exposant et constructeur : Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans). — Cette machine est supportée par quatre paires de roues; les deux paires de roues accouplées sont comprises entre les deux paires de roues de support. Les longerons sont intérieurs, sauf à l'arrière, où l'on a rapporté un petit longeron extérieur pour l'essieu porteur; les essieux accouplés sont chargés, de chaque côté, par un grand balancier longitudinal avec ressort commun. Les roues porteuses sont à centre plein avec nervures intérieures. Les bandages sont fixés sur les jantes au moyen d'agrafes doubles.

Le foyer, de grandes dimensions, passe au-dessus de l'essieu d'arrière. Le ciel du foyer est à berceau cylindrique nervé, sans ferme ni armatures. La boîte à feu comporte un bouilleur Tenbrinck; la grille est munie d'un jette-feu. Le corps cylindrique,

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

garni de tubes longs, est muni de deux dômes, l'un à l'avant, l'autre au-dessus du foyer, réunis par un tube horizontal extérieur parallèle à l'axe de de la chaudière. Le régulateur, à manœuvre extérieure, est placé dans le dôme d'avant. L'autre dôme porte deux soupapes à balance. Deux autres soupapes, à charge directe, sont placées à l'intérieur d'une colonnette vers l'avant du foyer. La boîte à fumée, en saillie sur le corps cylindrique, porte une cheminée tronconique à bascule avec un écran et un capuchon.

Les cylindres intérieurs et horizontaux sont placés en avant de la boîte à fumée. Les tiroirs et la distribution, du système Gooch, sont extérieurs. Les excentriques sont portés sur des contre-manivelles. Le changement de marche se manœuvre à la main, au moyen d'une vis.

Cette machine est munie des appareils de compression et de manœuvre du frein Wenger, d'une sablière à mouvement hélicoïdal placée sur la chaudière entre les dômes; d'une cabine à colonnettes, de deux injecteurs du modèle spécial de la Compagnie d'Orléans, etc.

Elle est indiquée comme pouvant remorquer des trains de 224 tonnes, non compris la machine et le tender.

Le tender exposé avec cette machine est à six roues et peut porter 14 mètres cubes et demi d'eau et 5 tonnes de combustible. Le châssis est à longerons extérieurs. Chaque longeron est formé de deux tôles entretoisées entre lesquelles se placent les ressorts de suspension. Les quatre ressorts de suspension d'arrière sont réunis par un balancier. Les roues sont à centre plein et nervures.

10° *Locomotive express Compound à six roues, dont quatre motrices, de la Compagnie du chemin de fer du Nord* (exposant et constructeur : Société alsacienne de constructions mécaniques). — Cette locomotive, mise en service en 1886, présente, sous le rapport de la chaudière, une complète analogie avec les machines express à bogie de la même Compagnie.

En ce qui concerne le châssis, les longerons doubles ont été remplacés par des longerons exclusivement intérieurs. La machine est supportée par deux essieux moteurs placés à l'arrière et par un essieu porteur placé à l'avant. Les ressorts des roues motrices sont en dessous des boîtes à graisse et ils sont reliés par des équerres de renvoi formant balancier. Les deux essieux moteurs sont indépendants; celui du milieu est commandé par une paire de cylindres à haute pression intérieurs, celui d'arrière, placé sous le foyer, est actionné par deux cylindres extérieurs à basse pression.

La boîte à feu est du type Belpaire; la boîte à fumée, en saillie sur le corps cylindrique, renferme les tuyaux d'admission de vapeur des cylindres à haute pression et le tuyau de communication formant réservoir intermédiaire entre les cylindres à haute pression et les cylindres à basse pression.

La distribution des cylindres intérieurs est à coulisse de Stephenson comme dans les autres machines express de cette Compagnie; le mécanisme de distribution des cylindres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

extérieurs est du type Walschaert. Les distributions des deux paires de cylindres sont reliées par le dispositif de M. Mallet, qui permet de faire varier les conditions relatives de la détente dans les cylindres à haute et à basse pression. Pour faciliter le démarrage, on peut envoyer dans le réservoir intermédiaire de la vapeur prise directement dans la chaudière. Le rapport des volumes des cylindres à haute et à basse pression est de 1,96. Le réservoir porte une petite soupape à charge directe réglée à 5 kilogr. 75.

Cette machine est munie de la sablière à vapeur système Gresham, d'un jette-feu à vis, d'une soupape fixe sur le dôme, d'une soupape à balance sur le foyer, et du frein à vide.

11° *Locomotive à six roues accouplées* (exposant : M. Estrade). — Cette locomotive, construite sur les données spéciales de son inventeur (M. Estrade), est montée sur trois essieux accouplés; les roues sont de très grand diamètre (2 m. 50).

Les longerons sont intérieurs; les ressorts de suspension sont placés au-dessous des boîtes; ceux de l'essieu d'arrière et de l'essieu du milieu sont conjugués par des équerres et une tringle longitudinale de chaque côté.

Le foyer, profond, descend entre l'essieu d'arrière et celui du milieu; il est surmonté d'un grand dôme de prise de vapeur sur lequel sont placées les soupapes à balance. La boîte à fumée porte une cheminée avec écran et capuchon.

Les cylindres et tout le mécanisme sont extérieurs. Les tiroirs, inclinés, sont placés au-dessus des cylindres. Les excentriques sont portés sur des contre-manivelles. Le changement de marche se manœuvre au moyen d'une vis et d'un volant.

Cette machine est munie du frein Westinghouse, d'un abri-écran à colonnettes, d'une sablière placée sur le corps cylindrique de la chaudière, etc.

Un tender à quatre roues de 2 m. 50 de diamètre et à longerons intérieurs était exposé avec cette machine.

12° *Locomotive Crampton* (exposant : Société des anciens établissements Cail). — Cette locomotive, construite en 1849 pour la Compagnie du chemin de fer du Nord, avait encore sa chaudière, ses longerons, ses roues et les parties principales du mécanisme datant de l'origine, et avait effectué, avant de figurer à l'Exposition de 1889, un parcours de 1.101.425 kilomètres, soit environ vingt-huit fois le tour de la terre; elle avait remorqué les trains express entre Paris et Boulogne jusqu'en 1871, puis d'autres trains express, moins lourds, jusqu'en 1880; elle avait été affectée, en dernier lieu, au service des trains omnibus légers.

Le châssis est extérieur par rapport aux roues porteuses d'avant et intérieur par rapport à l'essieu moteur situé à l'arrière.

Le timbre de la chaudière est de 6 kilogr. 5. La boîte à feu est située en avant de l'essieu moteur.

Le mouvement est extérieur; les cylindres, encadrés dans un double longeron, sont placés entre les deux essieux porteurs. La distribution, également extérieure, est du système Stephenson.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la Grande-Bretagne.

13° *Locomotive à six roues, dont quatre accouplées* (exposant et constructeur : Compagnie du London, Brighton and South coast railway). — Dans cette machine, les deux essieux accouplés sont à l'avant; l'essieu porteur est placé à l'arrière, sous la partie postérieure du foyer dont la grille est légèrement inclinée. On a cherché ainsi à diminuer l'empattement, à ménager un grand foyer sans influer sur la longueur des bielles d'accouplement, enfin, à placer le centre de gravité en avant de l'essieu moteur.

Les longerons intérieurs pour toutes les roues sont en acier. Les boîtes à graisse sont en acier fondu. Les ressorts sont placés sous les essieux; ceux de l'essieu moteur sont en spirale.

Le foyer, de grandes dimensions, est placé en arrière de l'essieu accouplé et passe au-dessus de l'essieu d'arrière. Il est en cuivre rouge et le ciel est armé par des fermes longitudinales suspendues en leur centre au berceau de la boîte à feu. La porte du foyer est munie, à l'extérieur, d'une plaque à charnière qui se relève verticalement pour protéger les agents contre le rayonnement du feu pendant la marche. Les viroles du corps cylindrique sont en fer et télescopiques. Les tubes sont en acier et cintrés en vue de faciliter la dilatation. Les parois du foyer sont en cuivre. La prise de vapeur est effectuée dans un petit dôme placé un peu à l'avant du foyer et qui contient le régulateur à papillon. L'échappement est disposé de manière à permettre d'envoyer dans le tender la vapeur qui a agi dans les cylindres afin d'échauffer l'eau d'alimentation. L'alimentation de la chaudière est effectuée au moyen de pompes.

Le mécanisme est intérieur. Les cylindres sont légèrement inclinés pour éviter l'essieu d'avant. Ils sont coulés d'une seule pièce avec leurs boîtes à tiroirs. Celles-ci sont placées en dessous, et l'échappement se fait entre les deux cylindres. Les pistons sont en bronze et tronconiques; les tiges de piston sont venues de forge avec leurs crosses. Les bielles sont en fer cémenté; les têtes des bielles d'accouplement sont à bagues sans serrage. Les poulies d'excentrique, en fonte, au lieu d'être clavetées sur l'arbre, sont maintenues par un emboîtage sur les coudes de l'essieu. Les coulisses sont du système Stephenson, à une flasque. Le changement de marche est actionné, quand on change la marche vers l'arrière, par l'air comprimé emprunté au réservoir du frein Westinghouse, dont cette machine est munie; le verrouillage en est également opéré par l'air comprimé. Les manivelles des bielles d'accouplement sont calées du même côté que les manivelles de l'essieu coudé, pour diminuer l'ovalisation des fusées.

La pompe à vapeur du frein à air comprimé est placée à droite contre le foyer. On peut signaler un arrangement spécial de la commande des quatre sabots du frein à air comprimé agissant sur les roues accouplées : de chaque côté de la machine, la bielle de suspension de l'un des sabots se termine à son extrémité inférieure par un cylindre dans lequel se meut un piston dont la tige est reliée, par une fourche embrassant le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindre, à la tringle de connexion de l'autre sabot. En admettant l'air comprimé entre le piston et le fond du cylindre, on détermine le serrage simultané des sabots sur les deux roues de chaque côté de la machine. Le cylindre à frein est relié à la conduite d'air par un tuyau flexible en cuivre rouge qui se prête aux mouvements, d'ailleurs très faibles, du serrage.

Les agents sont protégés par un abri à l'intérieur duquel se trouve toute la robinetterie.

Le tender exposé est à six roues et à châssis intérieur; les roues sont interchangeables avec les roues porteuses de la machine. Le frein agit sur toutes les roues.

14° *Locomotive à roues indépendantes et à bogie* (exposant et constructeur : Compagnie du Midland railway). — Cette locomotive est d'un type étudié pour tous les trains rapides de moins de douze voitures. L'essieu moteur est compris entre un bogie placé à l'avant et un essieu porteur situé à l'arrière du foyer.

Les longerons sont doubles; leur écartement a été diminué à l'avant pour donner aux roues le jeu que nécessite le déplacement du bogie. L'essieu moteur comporte quatre boîtes à graisse situées de part et d'autre des roues. Le bogie est du type ordinaire de la Compagnie, à longerons intérieurs et à balanciers latéraux. Il possède un jeu latéral réglé par des ressorts en spirale. La boîte à feu descend entre l'essieu moteur et l'essieu porteur d'arrière.

Le foyer est muni d'une voûte en briques. La chaudière en fer comporte un corps cylindrique formé de trois viroles assemblées télescopiquement. Les tubes sont courts et très nombreux. La virole du milieu porte un dôme surmonté de deux soupapes à balance, et contenant le régulateur à tringle de manœuvre intérieure. Une autre soupape de sûreté, à charge directe, est placée au-dessus du foyer. L'alimentation de la chaudière est effectuée par deux injecteurs automatiques montés directement sur la face arrière de la boîte à feu. La boîte à fumée est dans le prolongement du corps cylindrique; la cheminée, tronconique et entourée d'une enveloppe en fonte, se prolonge dans la boîte à fumée.

Le mécanisme est intérieur et horizontal; les cylindres, intérieurs, sont de fort volume. Les tiroirs, placés verticalement entre les cylindres, sont commandés par des coulisses de Stephenson à simple flasque, avec relevage par-dessus. Les tiges de tiroirs sont supportées par des guides fixés sur une entretoise en acier coulé formant support de glissières.

Cette locomotive est munie des éjecteurs du frein à vide automatique, et d'un frein à vapeur agissant sur les roues motrices et sur celles du tender.

Le tender exposé avec cette machine est à six roues et contient 14 mc. 7 d'eau; les longerons sont extérieurs. Le frein agit sur toutes les roues.

15° *Locomotive à quatre roues accouplées et à bogie* (exposant et constructeur : Compagnie du South Eastern railway). — Les deux essieux accouplés sont à l'arrière. Le bogie est à l'avant. Les longerons sont intérieurs. Les ressorts des essieux accouplés sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placés sous les boîtes à graisse. Le bogie, à longerons intérieurs et ressorts au-dessus des boîtes, est à charge centrale et possède un jeu latéral réglé par un dispositif spécial à bielles et menottes de rappel.

Le foyer, profond et muni d'une voûte en briques, est compris entre les deux essieux accouplés.

Le corps cylindrique ne porte pas de dôme; la prise de vapeur se fait au moyen d'un tube horizontal crépiné à sa partie supérieure; le régulateur, à tringle de manœuvre intérieure, est placé dans la boîte à fumée. Les soupapes, du système Ramsbottom, sont placées sur un siège spécial vers le milieu du corps cylindrique. L'alimentation est effectuée par deux injecteurs horizontaux placés sous la plate-forme et refoulant l'eau dans deux chapelles montées sur la plaque tubulaire de boîte à fumée.

Le mécanisme est entièrement situé à l'intérieur des longerons; les cylindres, légèrement inclinés, sont de grand volume. Les tiroirs, en bronze phosphoreux, sont disposés verticalement entre les cylindres et actionnés par des coulisses de Stephenson. Le changement de marche est opéré par un appareil à vapeur du système Stirling, commandant directement l'arbre de relevage et manœuvré au moyen de manettes placées dans l'abri, sous la main du mécanicien. La machine est munie du frein à vide automatique.

Les agents du service sont abrités par une cabine fermée sur le côté.

Un tender à six roues, à longerons extérieurs et à frein sur toutes les roues, pouvant contenir 12 mètres cubes d'eau et 3 tonnes de charbon, est exposé avec cette machine.

Exposition de l'Italie.

16° *Locomotive à quatre roues accouplées et à bogie* (exposant et constructeur : Société des chemins de fer de la Méditerranée). — Cette locomotive résulte du développement d'un type antérieur usité, dont la Compagnie a voulu augmenter la puissance.

Les deux essieux accouplés sont placés à l'arrière; l'un d'eux est au-dessous du foyer dont la grille est inclinée. Le bogie se trouve à l'avant, son pivot étant sensiblement en arrière de l'axe de la cheminée. Les longerons sont intérieurs pour toutes les roues. Le mécanisme est extérieur.

Le foyer est très long et muni d'une voûte en briques. La boîte à fumée, située dans l'alignement du corps cylindrique, est de grand volume et contient les tuyaux de prise de vapeur et d'échappement. La cheminée, tronconique, est munie d'un capuchon. Sur le corps cylindrique sont placés la sablière et un grand dôme contenant le régulateur, à tringle de manœuvre intérieure. Outre les balances situées sur ce dôme, il existe une soupape à charge directe au-dessus de la boîte à feu.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, portent à leur partie supérieure des tiroirs inclinés. La distribution est du système Stephenson avec relevage par-dessus.

Cette machine est munie du frein Westinghouse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tender exposé avec cette machine est à six roues; les caisses à eau ont une contenance de 10 mètres cubes.

17° *Locomotive à quatre roues accouplées et à bogie* (exposant et constructeur : Société italienne des chemins de fer méridionaux [réseau de l'Adriatique]). — Cette locomotive reproduit un type que la Compagnie emploie depuis quelques années pour le service des lignes principales à profil accidenté du réseau de l'Adriatique. Les deux essieux accouplés sont placés à l'arrière et le bogie à l'avant. Les longerons sont intérieurs. Les ressorts des essieux accouplés sont au-dessous des boîtes à graisse; le bogie est à charge centrale, avec balanciers et ressorts latéraux; il possède un jeu latéral réglé par des menottes inclinées.

Le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière. La boîte à fumée, qui se trouve dans l'alignement du corps cylindrique, est prolongée vers l'avant; la cheminée est tronconique. La prise de vapeur se fait dans un dôme situé au-dessus de l'essieu moteur; la tringle du régulateur et les tuyaux de vapeur sont intérieurs.

Les cylindres extérieurs et horizontaux sont situés entre les roues du bogie. Les tiroirs, placés horizontalement sur les cylindres, sont actionnés, au moyen d'un arbre de renvoi, par des coulisses intérieures. Les bielles d'accouplement sont à bagues. Les glissières sont à barre simple.

La machine porte une sablière sur le corps cylindrique, un abri à colonnettes, et les appareils du frein à vide.

Le tender exposé avec cette machine est à six roues et à longerons extérieurs. Il peut contenir 9 mètres cubes d'eau.

B. Locomotives pour trains de voyageurs sur lignes à profil accidenté, ou pour trains de marchandises sur lignes à profil facile.

Exposition de la Belgique.

1° *Locomotive à huit roues, dont six accouplées,* pour les chemins de fer de l'État belge (exposant et constructeur : Société anonyme des forges et fonderies de Haine Saint-Pierre). — Les locomotives de cette classe sont destinées au service des trains express sur de longues rampes dont plusieurs atteignent 0 m. 016 par mètre, et elles sont indiquées comme pouvant, dans ces conditions, remorquer un train de 100 tonnes.

Cette locomotive est portée sur un essieu à boîtes radiales, à l'avant, et trois essieux accouplés. Le châssis comporte trois longerons, deux extérieurs et un intérieur qui porte une boîte à graisse pour l'essieu moteur. Les ressorts sont à courbure renversée; les ressorts des deux paires de roues avant et arrière sont réunis par des balanciers longitudinaux; un balancier transversal accouple les ressorts d'avant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'axe de la chaudière est situé à une grande hauteur (2 m. 37) au-dessus du plan des rails, en raison de la disposition du foyer; ce dernier, très vaste, notamment dans le sens de la largeur, passe au-dessus de l'essieu arrière et se raccorde par une virole tronconique avec le corps cylindrique; les viroles du corps cylindrique sont réunies par des couvre-joints sans soudure; les joints longitudinaux sont à couvre-joints doubles. Un dôme, placé à l'avant du corps cylindrique, contient le régulateur à tringle de manœuvre intérieure et tuyaux de vapeur extérieurs. La chaudière est munie de quatre soupapes à charge directe. La boîte à fumée est en saillie sur le corps cylindrique. La cheminée est à section rectangulaire, comme dans la machine express décrite plus haut.

Les cylindres, intérieurs et inclinés, sont placés en arrière de l'essieu porteur; les tiroirs, situés au-dessus des cylindres et inclinés dans les deux sens, sont actionnés par une distribution Walschaert; les glissières sont à guide unique placé au-dessus des tiges; les bielles d'accouplement sont à têtes rondes.

Comme accessoires : changement de marche à levier aidé par un cylindre à vapeur, sablière sur le corps cylindrique, injecteurs situés sous la plate-forme, frein Westinghouse, abri fermé sur le côté et sur le devant.

Exposition de la France.

2° *Locomotive Compound, à six roues accouplées* (exposant : Administration des chemins de fer de l'État). — Cette locomotive, construite en 1881 et du modèle courant de l'Administration des chemins de fer de l'État, a été modifiée en 1888, dans les ateliers de Saintes, par l'application du mode Compound suivant le système Mallet. Dans cette application, le tiroir de démarrage a été remplacé par une boîte-clapet fonctionnant automatiquement par la manœuvre d'une valve placée à côté du régulateur.

Les trois essieux sont compris entre les cylindres et le foyer qui se trouvent en porte-à-faux; les longerons sont intérieurs.

Le régulateur est renfermé dans un dôme placé à l'avant de la chaudière et portant les soupapes à balances.

Les cylindres sont extérieurs; les boîtes à tiroirs et la distribution sont intérieures. La distribution a été modifiée de telle sorte que la variation de l'introduction dans les deux cylindres n'est plus laissée à l'appréciation du mécanicien : elle s'opère dans une proportion relative déterminée par la simple manœuvre de l'appareil de relevage.

Cette machine est munie des appareils de commande du frein Wenger, d'une sablière placée sur le corps cylindrique, d'une cabine à joues latérales, etc.

3° *Locomotive Compound à huit roues, dont six accouplées* (exposant et constructeur : Compagnie du chemin de fer du Nord). — Cette locomotive peut fonctionner indifféremment en compound ou suivant le mode ordinaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'essieu porteur est à l'avant; il est muni de boîtes radiales. Les roues accouplées placées à l'arrière sont à peu près également espacées; l'essieu arrière passe sous le foyer; les longerons et le tablier se prolongent en avant des cylindres pour porter les plaques de garde de l'essieu avant, dont les boîtes sont du système Roy.

Le foyer est à berceau cylindrique. Au milieu du corps cylindrique se trouve un dôme qui contient le régulateur à tringle et à tuyaux intérieurs. La porte de la boîte à fumée est circulaire et bombée; la cheminée est conique; les soupapes de sûreté, à charge directe, sont placées au-dessus du foyer.

Les cylindres sont au nombre de trois : l'un, intérieur et incliné, constitue, dans la marche en compound, le cylindre à haute pression; il a un diamètre de 0 m. 432; les deux autres, extérieurs et horizontaux, constituent les cylindres de détente ou de basse pression; ils ont 0 m. 50 de diamètre. La course commune des trois cylindres est de 0 m. 700. Les trois pistons attaquent le second essieu accouplé, dont le coude intérieur est dans le prolongement de la bissectrice de l'angle droit que font entre elles les manivelles extérieures. La distribution des cylindres extérieurs est du système Walschaert, avec changement de marche à vis; les tiroirs sont équilibrés. La distribution du cylindre à haute pression (intérieur) comporte deux tiroirs : l'un, le tiroir principal, placé sur la table du cylindre, se meut, à la manière ordinaire, parallèlement à l'axe de la machine; il est traversé par des orifices obliques établissant à certains moments la communication entre la boîte à vapeur et le cylindre; l'autre tiroir est plein et se meut sur le premier; il n'a d'autre fonction que d'arrêter l'admission en fermant les orifices obliques. Pour obtenir la variation de détente, le mécanicien, à l'aide d'un levier de commande qui se meut sur un secteur à crans, déplace le tiroir dans le sens transversal. En raison de l'obliquité des lumières du tiroir principal, la fermeture de ces lumières par le tiroir plein a lieu plus ou moins tôt. La distribution du cylindre intérieur, toujours disposée pour la marche avant, ne comporte pas le fonctionnement de ce cylindre pour la marche arrière; il est donc nécessaire, pour ce dernier cas, de l'annuler. On obtient ce résultat au moyen de la disposition spéciale du tiroir de ce cylindre ci-dessus décrite, et en poussant ce tiroir dans sa position transversale extrême, position par laquelle, les extrémités des orifices étant constamment ouvertes, la vapeur s'introduit dans ce cylindre pour de là se rendre dans les cylindres extérieurs. Le même dispositif permet, dans le cas de la marche avant, notamment pour le démarrage, d'admettre la vapeur directement dans le cylindre extérieur.

Cette machine est munie d'un frein à vapeur et des appareils pour le fonctionnement du frein à vide sur le train. A l'arrière se trouve une cabine avec abri fermé pour les agents de la machine.

4° *Locomotive à huit roues, dont six accouplées* (exposant et constructeur : Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans). — Les machines de ce type sont destinées à faire le service des trains de voyageurs sur certaines lignes à profil très accidenté qui présentent de longues rampes de 20 à 25 millimètres par mètre et des courbes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

250 mètres de rayon. Elles sont indiquées comme pouvant remorquer des trains de 125 tonnes sur des rampes de 25 millimètres.

A l'avant se trouve un essieu porteur, à boîtes radiales, placé entre les cylindres et la boîte à fumée; les trois essieux accouplés viennent ensuite, et le dernier passe sous le foyer; les longerons sont intérieurs aux roues et le mécanisme est complètement extérieur.

L'ensemble de la chaudière est le même que pour la locomotive express exposée par la même Compagnie et décrite plus haut, sauf que le ciel du foyer est consolidé par des fermes longitudinales.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux; au-dessus sont placés les tiroirs équilibrés, commandés par un mécanisme de distribution à coulisses de Stephenson modifiées en vue d'obtenir des avances constantes.

Cette machine est munie des appareils de commande du frein Wenger et des différents accessoires mentionnés à propos de la locomotive express, tels que : cheminée à rabattement, sablière à deux hélices, boîte à vapeur commune pour les prises de vapeur auxiliaires, etc.

Exposition de l'Italie.

5° *Locomotive à six roues accouplées et à bogie,* pour la Société des chemins de fer de la Méditerranée (exposant et constructeur : MIANI SILVESTRI et C^ie^, à Milan). — Les machines de ce type ont été étudiées par la Société de la Méditerranée pour le service de la nouvelle ligne qui remplace la rampe de Giovi, et qui présente une inclinaison continue de 0 m. 016 par mètre, réduite à 0 m. 012 dans un souterrain de 3 kilomètres de longueur. Elle sont indiquées comme remorquant sur ces rampes des trains de 140 tonnes.

Les six roues arrière sont accouplées; l'avant est supporté par un bogie à faible empattement et à déplacement latéral réglé comme celui du bogie de la machine express exposée par la même Compagnie (voir page 150). Les longerons de la machine et du bogie sont intérieurs; les ressorts des essieux accouplés sont placés sous les boîtes; ceux des deux paires de roues arrière sont réunis par un balancier.

La chaudière est très longue; le foyer, du type Belpaire, présente une surface de grille de 2 mq. 40. Un dôme, placé à l'avant du corps cylindrique, renferme le régulateur à tringle de manœuvre et tuyaux intérieurs et porte une paire de soupapes à balances; une autre soupape, à charge directe, est placée au-dessus du foyer. La boîte à fumée est dans le prolongement du corps cylindrique; la cheminée est tronconique.

Les cylindres, horizontaux et extérieurs, sont placés immédiatement à l'avant de la première paire de roues couplées et un peu en arrière des roues du bogie; les tiroirs, également extérieurs, sont situés au-dessus des cylindres et actionnés par des coulisses de Gooch. Tout le mécanisme est extérieur.

La machine est munie des appareils du frein à air comprimé, système combiné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Westinghouse-Henry. La plate-forme est protégée par un abri fermé, à colonnettes. La sablière est placée sur le corps cylindrique de la chaudière.

Le tender accompagnant cette machine est à six roues avec caisses à eau de 8 mètres cubes, et emplacement pour 3 tonnes de combustible. Les longerons de ce tender sont extérieurs et les ressorts sont placés au-dessus du tablier.

Exposition de la Suisse.

6° *Locomotive Compound à huit roues, dont six accouplées,* pour la Compagnie suisse du Jura-Berne-Lucerne (exposant et constructeur : Société suisse pour la construction de locomotives et de machines, à Winterthur).

Cette locomotive est supportée à l'arrière par six roues accouplées et à l'avant par un bissel à un essieu. Les longerons sont intérieurs; les ressorts des roues accouplées sont placés sous les essieux; les ressorts du troisième et du quatrième essieu sont reliés par des balanciers longitudinaux; ceux du second essieu sont également accouplés avec les ressorts du bissel. Le bissel est d'un modèle spécial; il n'est pas poussé par l'axe de pivotement dont la douille présente un faible jeu longitudinal, mais il est tiré par des bielles de traction fixées au châssis et agissant près de chaque boîte à graisse. Ces bielles sont obliques de manière à rappeler l'essieu dans la position médiane après le passage en courbe. A l'arrière la traverse comporte un lest en fonte disposé pour recevoir l'attelage.

La chaudière est en acier très doux; le foyer est du type Crampton; le ciel est consolidé par des fermes longitudinales; la grille est inclinée afin de passer au-dessus de l'essieu arrière. Les joints longitudinaux des viroles sont réunis par des couvre-joints doubles. Un dôme, placé au milieu du corps cylindrique, renferme le régulateur et porte les soupapes à charge directe. L'enveloppe de la chaudière est constituée par des tôles au bois, oxydées et polies, de couleur naturellement gris bronzé.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, sont : le cylindre à haute pression à droite, le cylindre à basse pression à gauche. Les tiroirs placés au-dessus des cylindres sont actionnés, à l'aide d'un arbre de renvoi, par un mécanisme intérieur à coulisses de Stephenson. L'échappement se fait par une tuyère fixe placée un peu au-dessus de la rangée supérieure des tubes. Le tuyau, de grand diamètre, établissant la communication entre les deux cylindres et formant réservoir intermédiaire, passe dans la boîte à fumée où se trouve un appareil automatique de démarrage, du genre Von Borries, permettant, au départ, l'introduction directe de la vapeur de la chaudière dans le cylindre de détente, lorsque l'admission dans le cylindre à haute pression se trouve fermée.

Cette machine est munie d'un changement de marche à vis, du frein Westinghouse, d'un injecteur pour laver les rails, etc. Dans l'abri, fermé de trois côtés, est installé un indicateur de vitesse, système Hausshalter (appareil décrit page 426).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C. Locomotives pour trains de marchandises.

Exposition de la Belgique.

1° *Locomotive-tender à huit roues accouplées* (exposant et constructeur : Compagnie du chemin de fer Grand Central belge). — Cette locomotive appartient à un type mis en service en 1865 et qui, depuis cette époque, a subi des modifications de détails. Elle est à adhérence totale et on l'emploie au service des trains lourds sur des lignes où les rampes atteignent 0 m. 018.

Les longerons sont intérieurs. Les quatre essieux sont accouplés.

La boîte à feu, qui s'étend au-dessus de l'essieu d'arrière, est du type Belpaire. La chaudière comporte un dôme d'assez grandes dimensions, surmonté par les soupapes à balances et renfermant le régulateur à tringle de manœuvre intérieure et à tuyaux extérieurs. La boîte à fumée, en saillie sur le corps cylindrique, est surmontée d'une cheminée tronconique. Les prises de vapeur accessoires sont réunies sur une colonnette commune, au-dessus de la boîte à feu.

Les cylindres et tout le mécanisme sont extérieurs. Les tiroirs, placés horizontalement au-dessus des cylindres, sont actionnés par une distribution Walschaert. Les graisseurs des diverses parties du mécanisme sont disposés pour l'emploi d'une graisse solide. Une sablière à vapeur est placée sur le corps cylindrique. Les caisses à eau, disposées de chaque côté de la chaudière, sont arrêtées un peu en avant du deuxième essieu. La soute à combustible est à l'arrière de la plate-forme.

2° *Locomotive à six roues accouplées* (exposant et constructeur : Société anonyme « La Métallurgique », ateliers de Tubize). — Cette locomotive, construite en 1869, pour la Société générale de l'Exploitation des chemins de fer, avait parcouru 720.000 kilomètres avant de figurer à l'Exposition.

Le châssis est intérieur, les ressorts d'arrière sont placés au-dessous des boîtes; ceux des deux essieux d'avant, placés au-dessus des boîtes, sont conjugués de chaque côté au moyen d'équerres.

La chaudière, timbrée à 8 kilogr. 25, est munie d'un foyer système Belpaire, passant au-dessus du dernier essieu. Sur le corps cylindrique se trouve un dôme contenant le régulateur et supportant les soupapes.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux; les tiroirs, également extérieurs, sont commandés par une distribution système Walschaert. Le changement de marche est commandé par une vis.

L'alimentation est assurée au moyen d'injecteurs système Friedmann.

3° *Locomotive à six roues accouplées* pour les Chemins de fer de l'État belge (exposant et constructeur : Société anonyme de Marcinelle et Couillet).

Cette machine contient les principales caractéristiques des locomotives de la même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Administration décrites plus haut, à savoir : longerons extérieurs, et longeron central portant une boîte à graisse pour l'essieu moteur, ressorts sans flèche de fabrication. Un balancier longitudinal relie les ressorts des essieux avant, de chaque côté, et un balancier transversal relie les ressorts arrière par leurs extrémités.

La boîte à feu Belpaire, très longue et plate, passe au-dessus des roues d'arrière; la cheminée est carrée, la porte de boîte à fumée est circulaire et bombée. Le régulateur, à tringle de manœuvre et à tuyaux intérieurs, est renfermé dans un dôme placé à l'avant de la chaudière. Les soupapes, à charge directe, sont placées sur la boîte à feu. Les cylindres sont intérieurs et inclinés.

Le mécanisme de distribution intérieur, type Walschaert, commande des tiroirs placés obliquement sur les cylindres; l'accouplement est fait au moyen de manivelles rapportées et de bielles à têtes rondes. Le changement de marche est manœuvré par un appareil à contrepoids de vapeur.

La cabine, de même largeur que le tablier, est munie d'une porte à l'avant pour le passage des agents. La sablière se trouve sur le corps cylindrique.

Exposition de la France.

4° *Locomotive à huit roues accouplées* (exposant : Compagnie des chemins de fer du Midi; constructeurs : Schneider et C^ie^, au Creusot). — Cette machine appartient au type ordinaire de la Compagnie du Midi. Elle est indiquée comme pouvant remorquer un train de 130 tonnes brutes sur rampes de 0 m. 033.

Les 4 essieux sont compris entre la boîte à fumée et le foyer. Les boîtes à graisse des essieux avant et arrière ont un jeu latéral de 0 m. 020, réglé par des plans inclinés. Les ressorts sont disposés au-dessus des essieux; ceux des deux paires de roues arrière sont reliés par des balanciers longitudinaux.

La boîte à feu est à berceau cylindrique avec fermes transversales pour le foyer. A l'avant du corps cylindrique se trouve un dôme qui porte les deux soupapes à charge directe et renferme le régulateur. Une troisième soupape, également à charge directe, est installée sur une colonnette au-dessus de la boîte à feu. Le timbre est de 9 kilogrammes.

Les cylindres sont horizontaux; tout le mécanisme est extérieur.

Cette machine est munie d'une sablière placée sur le corps cylindrique, d'un changement de marche à vis, d'un écran à toiture et colonnettes et d'un frein à vis. L'alimentation est effectuée par une pompe et un injecteur.

5° *Locomotive Compound à huit roues accouplées* (exposant et constructeur : Compagnie du chemin de fer du Nord). — Cette machine résulte d'un type courant modifié par l'application de la disposition à double expansion, système Woolf, modification faite en vue d'un accroissement de puissance nécessaire pour remorquer, sur les lignes accidentées de la partie nord-est du réseau, des trains de houille de 600 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les longerons sont extérieurs; les ressorts, sauf pour le quatrième essieu, sont placés au-dessus des boîtes à graisse.

La boîte à feu, du type Belpaire, s'étend au-dessus de l'essieu arrière. Le corps cylindrique porte un dôme de prise de vapeur, un régulateur à tringle et tuyaux extérieurs. La boîte à fumée est dans le prolongement du corps cylindrique; la cheminée se prolonge à l'intérieur de la boîte à fumée par un tronc de cône s'arrêtant à peu près à la hauteur de la rangée supérieure des tubes.

Les cylindres ordinaires ont été remplacés par deux paires de cylindres comprenant chacune un cylindre à haute pression et un cylindre à basse pression, disposés en tandem, le cylindre à basse pression en avant du cylindre à haute pression. Pour diminuer la longueur occupée par ces cylindres, on les a fondus deux à deux d'une seule pièce. Le piston du cylindre à basse pression comporte deux tiges qui embrassent le cylindre à haute pression et viennent se réunir avec la tige du piston de ce dernier cylindre sur une crosse commune. Tout le reste du mécanisme est interchangeable avec les locomotives du type antérieur non Compound. Une introduction de vapeur directe aux cylindres de détente facilite le démarrage. Les quatre cylindres et les deux boîtes à vapeur sont munis de soupapes de purge commandées par de petits pistons à vapeur reliés à une conduite commune de vapeur. Des soupapes spéciales permettent la rentrée de l'air dans les grands cylindres pendant la marche à régulateur fermé; la distribution et l'échappement de la vapeur sont faits dans chaque boîte à vapeur commune pour les deux cylindres par un seul tiroir desservant cinq orifices et actionné par une coulisse de Stephenson. Pour contre-balancer le poids des cylindres additionnels, on a disposé à l'arrière un lest en fonte sous la plate-forme.

Cette machine est munie du frein à vide.

6° *Locomotive Compound à huit roues accouplées* (exposant et constructeur : Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée). — Les machines de ce type sont destinées à faire le service de lignes avec rampes de 0 m. 025 à 0 m. 030. La disposition du système Compound est la même que celle de la machine express de la même Compagnie décrite plus haut.

Les longerons sont intérieurs. Les ressorts des deux essieux avant sont reliés de chaque côté par un balancier longitudinal; le troisième et le quatrième essieu sont chargés, à gauche et à droite, par un ressort unique renversé, situé en dessous des boîtes à huile. La machine est donc suspendue sur quatre points. Les coussinets des boîtes à huile des essieux avant et arrière peuvent se déplacer de 0 m. 025 à droite et à gauche pour faciliter le passage dans les courbes. Ils sont munis de plans inclinés. Les bielles d'accouplement correspondantes sont reliées à la bielle du milieu par des articulations sphériques. Les coussinets des deuxième et troisième essieux sont en trois morceaux.

Le foyer, du type Belpaire, passe au-dessus de l'essieu arrière; il est supporté vers son milieu par deux bielles. Le corps cylindrique porte un dôme dans lequel se fait la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prise de vapeur au moyen d'une série de tuyaux en col de cygne, disposition employée en vue d'éviter les entraînements d'eau. Sur ce dôme sont placées les soupapes à balances.

Les cylindres extérieurs à basse pression sont horizontaux et commandent le troisième essieu. Tous les essieux sont accouplés. Les distributions sont du système Walschaert; les tiroirs sont placés obliquement par rapport aux cylindres. Les cylindres intérieurs à haute pression sont inclinés pour permettre le passage des tiges de piston au-dessus du premier essieu; ils actionnent le second essieu. Le changement de marche à contrepoids de vapeur est identique avec celui de la machine express dont nous avons parlé. Un robinet spécial permet au mécanicien d'envoyer de la vapeur prise directement dans la chaudière dans les grands cylindres pour le démarrage. Une soupape débouchant dans l'atmosphère empêche la pression de monter dans le réservoir intermédiaire au delà d'une certaine limite.

Cette machine est munie du frein à air automatique modérable.

Le tender exposé avec la machine est à quatre roues; il contient 8 mètres cubes d'eau et 5.000 kilogrammes de charbon.

Exposition de la Grande-Bretagne.

7° *Locomotive à six roues accouplées*, pour la Compagnie des chemins de fer du Nord-Est de la République Argentine (exposant et constructeur : Neilson et Cie, à Glasgow, Écosse). — Les longerons sont intérieurs.

Le foyer, à berceau cylindrique, passe au-dessus de l'essieu d'arrière; la grille est inclinée. La chaudière porte vers son milieu un dôme qui renferme le régulateur, à col de cygne et tuyaux intérieurs. Les soupapes sont du système Ramsbottom à charge directe. L'alimentation est effectuée par une pompe et par un injecteur non aspirant. La boîte à fumée est prolongée vers l'avant; la cheminée, tronconique et à enveloppe, est munie d'un chapiteau en fonte. La porte est circulaire à battant unique.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux. Les tiroirs sont placés horizontalement au-dessus des cylindres et commandés à l'aide d'un arbre de renvoi par un mécanisme intérieur à coulisses de Stephenson. Le relevage est manœuvré par un levier.

La traverse avant de la machine et celle d'arrière du tender portent des chasse-bœufs en tôle. La plate-forme est protégée à l'arrière par un abri à joues latérales.

Le tender accompagnant cette machine est à quatre roues et à châssis extérieur; il contient 6.300 litres d'eau et l'espace disponible pour le combustible est de 7 mc. 300.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D. Locomotives pour trains de banlieue ou pour lignes d'embranchement.

Exposition de la Belgique.

1° et 2° *Deux locomotives-tenders à six roues accouplées*, pour les chemins de fer de l'État belge, exposées, l'une, par la Société anonyme des ateliers de construction de la Meuse, à Liège, l'autre, par la Société de Saint Léonard, à Liège. — Ces deux machines, exécutées sur les mêmes dessins, sont en tous points semblables. Elles ont été étudiées en vue de répondre au programme ci-après : remorquer une charge de 110 tonnes, à la vitesse de 30 kilomètres à l'heure en rampe de 0 m. 016, ou à la vitesse de 55 kilomètres en palier; ne pas dépasser un poids de 10 tonnes par essieu avec un approvisionnement de 1.000 kilogrammes de charbon et de 4.000 litres d'eau.

L'essieu d'arrière passe au-dessous de la partie postérieure du foyer. Les longerons sont intérieurs.

Le foyer, du système Belpaire, disposé pour brûler des menus, passe au-dessus du troisième essieu. La boîte à fumée est surmontée d'une cheminée à section carrée. Un dôme placé vers le milieu de la chaudière renferme le régulateur à tringle de manœuvre intérieure. Les soupapes à charge directe sont placées sur la boîte à feu.

Les cylindres horizontaux sont extérieurs ainsi que tout le mécanisme. Les tiroirs sont placés au-dessus des cylindres; la distribution est du système Walschaert. La plate-forme des agents est recouverte par un abri, muni à l'arrière d'une porte permettant d'établir une communication avec le train à l'aide d'un pont volant et d'un couloir ménagé dans les soutes à charbon.

Les caisses à eau sont disposées latéralement et s'arrêtent à l'avant, au droit de la plaque tubulaire de boîte à fumée. La soute à combustible se trouve à l'arrière de la plate-forme. Parmi les accessoires, il convient de signaler les injecteurs placés sous la plate-forme et refoulant dans deux boîtes à clapets fixées sur la face postérieure du foyer; frein Westinghouse, etc.

3° *Voiture à vapeur à trois classes*, pour les chemins de fer de l'État belge (exposant et constructeur : Société anonyme « la Métallurgique »).

Cette voiture à vapeur est montée sur huit roues; les deux paires de roues avant supportent le moteur proprement dit et sont accouplées; les deux autres, beaucoup plus écartées, supportent la caisse. Les boîtes de l'essieu arrière sont montées dans des glissières obliques avec jeu latéral réglé par des plans inclinés pour le passage dans les courbes. Les longerons sont intérieurs pour les roues motrices.

La chaudière, du type locomotive, est disposée longitudinalement à l'avant. Le foyer est relativement grand; les tubes sont courts. La cheminée est à section rectangulaire.

Le mécanisme est entièrement extérieur; les cylindres sont horizontaux et les tiroirs, placés au-dessus, sont commandés par des coulisses Walschaert.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La plus grande partie de la chaudière et l'espace réservé au mécanicien sont abrités par une toiture et des parois latérales en tôle, qui forment le prolongement de la caisse de la voiture et constituent, immédiatement en arrière de la plate-forme du mécanicien, un compartiment pour les bagages.

(Voir, pour la caisse, p. 223.)

Exposition de la France.

4° *Locomotive-tender à huit roues, dont six accouplées* (exposant et constructeur : Compagnie des chemins de fer de l'Est). — Ce modèle de locomotive a été établi en vue soit d'un service de banlieue très chargé, soit d'un service de trains de marchandises accélérés.

Le châssis comporte trois longerons, deux extérieurs et un troisième intérieur qui ne porte de boîte que pour le milieu de l'essieu moteur; les trois paires de roues motrices sont à l'avant; l'essieu porteur, disposé à l'arrière, passe sous le foyer; les ressorts sont placés au-dessus des boîtes à graisse; ceux des deux essieux avant et des deux essieux arrière sont reliés par des balanciers longitudinaux. L'essieu porteur a un déplacement transversal de 0 m. 010 réglé par des plans inclinés.

La boîte à feu est du type Crampton; le ciel du foyer est renforcé par des fermes transversales. La grille est inclinée et surmontée d'une voûte en briques. Les tubes sont en acier doux. La tuyère d'échappement munie de valves mobiles débouche au niveau de la rangée supérieure des tubes. La prise de vapeur se fait dans un dôme à l'aide d'un tuyau recourbé qui correspond à un régulateur Crampton placé à l'avant sur le corps cylindrique et dont les tuyaux et la tringle de manœuvre sont extérieurs. Les soupapes à charge directe sont placées sur le dôme.

Les cylindres sont inclinés pour éviter l'essieu d'avant. Les tiroirs sont disposés verticalement entre les cylindres et actionnés par des coulisses de Stephenson avec relevage par-dessous au moyen d'une manœuvre à vis. Les glissières sont à quatre barres; les têtes de bielles d'accouplement sont à cage rectangulaire avec rattrapage de jeu. Cette machine est munie du frein Westinghouse.

La plate-forme est protégée par un abri fermé muni de lunettes à l'avant. La sablière, à mouvement hélicoïdal, est placée sur le corps cylindrique. Les caisses à eau se prolongent de chaque côté de la chaudière jusque vers le milieu de la boîte à fumée; elles sont arrondies à leur partie supérieure; la soute à combustible est ménagée à l'arrière dans la caisse à eau de gauche.

5° *Locomotive-tender à six roues accouplées* de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest (exposant et constructeur : Compagnie de Fives-Lille). — Cette locomotive destinée à la traction des trains de banlieue, sur les lignes à profil accidenté, dérive d'un type mis en service depuis 1883.

Cette machine a trois essieux accouplés; le foyer profond plonge entre les deux es-

Imprimerie nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sieux arrière en vue d'assurer de meilleures conditions de combustion. Les longerons en acier doux sont intérieurs. La traverse d'avant est à charnière et peut se relever pour la visite des cylindres. Les ressorts sont placés au-dessus des boîtes à graisse, sauf pour l'essieu arrière; toutefois, même pour ceux-ci, les tiges de suspension travaillent par traction.

La boîte à feu est de forme renflée. La grille, munie d'un jette-feu, est légèrement inclinée. Une voûte en briques est placée dans le foyer dont la porte forme déflecteur. Un dôme, placé vers le milieu de la chaudière, renferme le régulateur à tringle et à tuyaux intérieurs. Les tubes sont en laiton; la plaque tubulaire avant est en cuivre et emboutie. La porte de la boîte à fumée est à battant unique, circulaire et bombée; la cheminée est tronconique et se prolonge à l'intérieur de la boîte à fumée.

Les cylindres, intérieurs, sont inclinés pour éviter l'essieu d'avant; les boîtes à tiroirs sont placées en dessous. Les pistons et leurs tiges sont en acier. Ces dernières ne comportent qu'une glissière par piston. Le mécanisme de distribution, à coulisses de Stephenson avec relevage à vis, est intérieur. Tous les graisseurs du mouvement et des boîtes d'essieu sont du modèle dit *sans mèche*. Ceux des tiroirs et des cylindres sont à mèche et clapet et à fonctionnement automatique. Les bielles d'accouplement sont en acier et à têtes rondes; leurs manivelles sont calées du même côté que celles de l'essieu moteur, pour diminuer l'ovalisation des fusées.

La robinetterie est disposée comme pour la machine express à trois essieux de la même Compagnie, décrite plus haut. La soute à combustible est à l'arrière de la plate-forme. Celle-ci est recouverte par un abri très complet portant des écrans à lunettes sur ses faces avant et arrière. Les caisses à eau sont disposées latéralement et s'arrêtent un peu en arrière du premier essieu afin de ménager entre la chaudière et le tablier un intervalle par lequel on puisse visiter et graisser le mécanisme. Cette machine est munie d'un échappement fixe, de deux injecteurs non aspirants, du frein Westinghouse agissant sur toutes les roues, etc.

6° *Locomotive-tender à six roues accouplées*, pour le chemin de fer d'Achiet à Bapaume (exposant et constructeur : Société des anciens établissements Cail).

Cette machine a des longerons intérieurs. Les ressorts sont placés au-dessus des roues.

Le foyer est en porte-à-faux. Le corps cylindrique porte, vers l'avant, un dôme dans lequel se fait la prise de vapeur. Sur ce dôme sont installées deux soupapes à balance. Les tubes sont en laiton.

Les cylindres horizontaux sont extérieurs; les tiroirs, placés au-dessus des cylindres, sont inclinés dans le sens longitudinal. Le mécanisme est extérieur. La distribution, à coulisses de Stephenson, est commandée par un changement de marche à vis.

Cette machine est munie d'un échappement variable, à valves mobiles, de deux injecteurs Friedmann, d'un frein à main, d'une sablière placée sur le corps cylindrique de la chaudière, d'une tente-abri, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les caisses à eau et les soutes à charbon sont disposées latéralement de chaque côté de la machine.

E. Locomotives pour manœuvres.

Exposition de la France.

1° *Locomotive-tender à huit roues accouplées* (exposant et constructeur : Société des anciens établissements Cail). — Cette locomotive comporte un dispositif spécial imaginé par le colonel de Bange en vue de la circulation dans les courbes les plus raides.

Les roues sont folles sur leurs fusées. La forme de celles-ci est telle qu'elle permet un léger mouvement de rotation des roues autour de l'axe vertical passant par le point de contact sur le rail. En outre, les essieux possèdent un certain déplacement transversal. Enfin l'accouplement des roues est fait à l'aide d'une seule barre rigide dont les coussinets sont montés sur les tourillons avec des jeux qui se prêtent au mouvement de déplacement des roues.

Ces dispositions ont été étudiées en vue de permettre l'inscription de la machine dans des courbes de 10 mètres de rayon.

La locomotive exposée a été en service pendant deux années dans les ateliers des anciens établissements Cail.

2° *Locomotive de manutention avec cabestan à vapeur* (exposant et constructeur : Compagnie du chemin de fer du Nord). — Cette machine dérive du modèle primitivement employé par cette même Compagnie.

Le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière; la chaudière, type locomotive, est horizontale. La prise de vapeur se fait dans un petit dôme situé sur le foyer, dans l'abri, et qui porte les soupapes à charge directe.

Les cylindres actionnant les essieux sont extérieurs et inclinés; leur échappement se fait vers l'arrière au moyen de tuyaux spéciaux pour éviter la projection des escarbilles sous les halles à marchandises.

Un treuil actionné par deux cylindres est placé transversalement sous la chaudière; son arbre horizontal est disposé pour recevoir un câble en fil d'acier de 14 millimètres de diamètre et d'une longueur de 40 mètres, qui passe sur des poulies de renvoi placées sous la traverse avant de la machine. Ces poulies permettent de donner au câble presque toutes les directions horizontales. L'embrayage et le désembrayage du treuil se font au moyen d'un levier placé à la main du mécanicien.

Dans les descriptions qui précèdent des diverses machines qui ont figuré à l'exposition de la classe 61, il n'est fait, en général, mention d'aucune cote; il a paru préférable de faciliter la comparaison des divers éléments en réunissant les dimensions dans des tableaux synoptiques; ces tableaux sont ci-après, page 183.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II

DESSINS ET MODÈLES DE LOCOMOTIVES.

A. Dessins.

Un grand nombre des dessins qui figuraient à la classe 61 étaient relatifs aux machines exposées dont ils indiquaient les dispositions intérieures et les détails de construction. En outre, plusieurs maisons de construction françaises ou étrangères (Carels, Couillet, Fives-Lille, Winterthur, etc.) avaient exposé des photographies de nombreux types construits dans leurs ateliers, et l'on sortirait du cadre de ce travail en les décrivant.

D'autre part, diverses administrations de chemins de fer n'avaient pas exposé de machines-locomotives en raison de leur éloignement (Bolivie, Brésil, Chili, etc.), mais avaient envoyé des albums de photographies où se trouvaient représentés les modèles en service sur leurs lignes. On ne peut que relater ces expositions qui se trouvaient pour la plupart disséminées dans les pavillons que ces États avaient fait construire dans le parc du Champ de Mars.

En dehors de ces documents, on peut citer les dessins ci-après relatifs aux machines-locomotives :

Exposition de l'Autriche-Hongrie.

1° *Projet et dessins de locomotive* étudiée en vue de vitesses plus élevées que celles réalisées pratiquement à ce jour, exposés par M. Ala Béothy.

Exposition de la France.

2° *Dessins,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Est, *de l'application, faite sur une machine Crampton, d'un nouveau modèle de chaudière.* Cette chaudière, à très grand volume d'eau, est composée de deux corps cylindriques superposés et réunis par des culottes aboutissant à une même boîte à feu. Le corps inférieur est presque entièrement rempli de tubes, l'eau prenant son niveau dans le corps supérieur. La chaudière, dont la longueur, y compris la boîte à fumée, est de 5 m. 50, présente une surface totale de chauffe de 132 mètres carrés dont 9 mq. 17 de foyer. Le volume de l'eau au départ est en moyenne de 4.500 litres, et il est possible de dépenser 1.400 litres sans introduire d'eau nouvelle.

3° *Dessins et photographies,* exposés par M. Mallet, relatifs aux applications de son système Compound à deux cylindres inégaux faites en France et à l'étranger, tels que :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Photographie des locomotives-tenders à quatre roues accouplées, du chemin de fer de Bayonne à Biarritz. — Ces locomotives, construites en 1876, sont présentées comme les premières auxquelles ait été appliqué le système Compound;

Photographie des locomotives à six roues accouplées, du même chemin de fer (Bayonne-Biarritz). — Une de ces locomotives figurait à l'Exposition de 1878; elle est présentée par M. Mallet comme la première application du système Compound ayant figuré dans une exposition;

Photographie d'une locomotive à marchandises, de la Compagnie des chemins de fer russes du Sud-Ouest. — Cette locomotive dérive d'une locomotive à cylindres égaux transformée en 1883 pour recevoir l'application du Compound, système Mallet.

Dessin d'ensemble de la locomotive à marchandises n° 102, type Bourbonnais, de la Compagnie des chemins de fer de la Suisse occidentale et du Simplon, transformée en 1888 en Compound, système Mallet;

Dessins montrant la disposition des cylindres, de la tuyauterie et du changement de marche de la locomotive à six roues accouplées n° 3510, des Chemins de fer de l'État français, tranformée en 1888 en Compound, système Mallet, dans les ateliers des chemins de fer de l'État à Saintes; cette locomotive était exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État et mention en a été faite plus haut (page 152).

4° *Photographie*, exposée par M. Meyer fils, *d'une locomotive-tender à deux trains* employée par les chemins de fer de l'Hérault. Cette machine a été étudiée en vue de satisfaire au programme suivant : remorquer à la vitesse de 15 kilomètres à l'heure des trains de 120 tonnes sur des lignes présentant des rampes de 0 m. 030 en courbe de 200 mètres, sans dépasser une charge de 9 tonnes par essieu, en raison du poids des rails (25 kilogrammes par mètre courant). Elle se compose de deux trains moteurs à six roues accouplées de 1 m. 200 de diamètre, reliés entre eux par une barre d'attelage et une chaîne de sûreté. Les points d'attache de la barre d'attelage sont situés, l'un au centre du train d'avant, l'autre à l'avant du train d'arrière.

La chaudière timbrée à 9 kilogrammes repose sur les deux trains par l'intermédiaire de trois pivots sphériques situés, l'un dans l'axe du centre de gravité du train d'avant, les deux autres de part et d'autre de la boîte à feu. Ces derniers reposent sur des glissières permettant la dilatation de la chaudière. Les tuyaux de prise de vapeur et d'échappement sont à articulation et joints flexibles. Les cylindres et le mécanisme sont extérieurs.

Chaque train moteur a son régulateur et son changement de marche dont les commandes peuvent être indépendantes ou solidaires à la volonté du mécanicien.

Les caisses à eau sont placées latéralement de chaque côté de la chaudière.

5° *Trois projets de locomotives* étudiées en vue de vitesses plus élevées que celles qui sont réalisées pratiquement à ce jour, exposés respectivement par M. Morandière, par M. Saint-Dizier et par M. H. Thétard.

6° *Projet de machine-locomotive à eau surchauffée* étudiée en vue de la traction des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trains sur les chemins de fer métropolitains, exposé par la Compagnie continentale d'exploitation des locomotives sans foyer. — La machine projetée est indiquée comme pouvant remorquer sur un parcours de 24 kilomètres un train de 140 tonnes sur des parties de lignes comportant des rampes de 0 m. 025.

Ce projet comporte l'emploi d'un moteur à cylindres et mécanisme extérieurs porté sur trois essieux accouplés compris entre deux essieux à boîtes radiales placés, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. Le châssis, intérieur aux roues, porte un récipient en tôle d'acier pouvant contenir 15.000 litres d'eau surchauffée à 200 degrés, soit à la pression initiale de 15 kilogrammes. La vapeur, puisée dans ce réservoir, est ramenée au moyen d'un détendeur à une pression variant de 2 à 5 kilogrammes, puis réchauffée et séchée par son passage dans un faisceau de tubes noyé dans l'intérieur du récipient à eau surchauffée. De là, elle se distribue dans les cylindres par le régulateur d'admission et les tiroirs. Ces derniers sont commandés par une distribution du système Walschaert.

De part et d'autre du récipient sont fixées les caisses d'échappement et les caisses de condensation. La vapeur, après avoir agi dans les cylindres, passe dans les caisses d'échappement placées sur le côté des réservoirs et s'y détend avant de s'écouler dans l'atmosphère, ce qui a pour but d'obtenir un échappement silencieux. Dans les souterrains, la vapeur, au lieu de se dégager dans l'atmosphère, est dirigée dans des caisses de condensation placées sur le côté du réservoir en prolongement des caisses d'échappement.

Le réchauffage de l'eau du réservoir se fait au moyen d'un tuyau placé au fond dans toute la longueur du récipient et percé de trous par lesquels la vapeur puisée dans des générateurs fixes se répand dans toute la masse liquide.

Les leviers de commande sont disposés en double à l'avant et à l'arrière pour permettre la conduite de la machine, de l'une ou de l'autre extrémité.

7° *Deux projets de machines-locomotives à air comprimé* étudiées en vue de la traction des trains sur les chemins de fer métropolitains, exposés par la Société nouvelle des moteurs à air comprimé (système L. Mekarski). — Les deux projets présentés ont été étudiés par M. Mekarski en vue de satisfaire au programme suivant : circulation facile dans les courbes de 150 mètres de rayon; démarrage rapide afin d'obtenir la plus grande vitesse moyenne entre les gares malgré leur faible espacement.

La première locomotive à air comprimé pour métropolitain se compose de deux machines montées chacune sur deux essieux accouplés et attelées dos à dos, de manière à pouvoir être conduites par un seul mécanicien. Chacune de ces machines est à quatre cylindres disposés deux à deux en tandem. L'air comprimé à une pression de 50 kilogrammes, emmagasiné dans des réservoirs, agit dans les cylindres après avoir été ramené par des détendeurs spéciaux à une pression déterminée et s'être réchauffé et saturé de vapeur d'eau en traversant un récipient rempli d'eau chaude. L'air comprimé est distribué à chaque paire de cylindres par un tiroir unique. L'introduction de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'air dans les petits cylindres a lieu pendant les deux tiers de la course du piston pour faciliter le démarrage dans toutes les positions. La distribution peut être renversée au moyen d'une coulisse. Cette locomotive transporte 1.600 kilogrammes d'air emmagasiné à la pression de 50 kilogrammes par centimètre carré dans des réservoirs de 26 mc. 60 de capacité, et est indiquée comme devant remorquer, dans ces conditions, des trains de 100 tonnes sur un parcours de plus de 20 kilomètres de longueur.

L'autre locomotive à air comprimé pour métropolitain repose sur le même principe, et comporte les mêmes dispositions pour l'emmagasinement de l'air, son réchauffement, sa saturation et sa détente; mais ce moteur est étudié en vue d'un service moins chargé que celui auquel correspond le moteur précédent. Il est à cylindres intérieurs, avec les trois essieux accouplés. L'approvisionnement d'air comprimé est de 1.200 kilogrammes. Cette locomotive est indiquée comme pouvant remorquer des trains de 80 tonnes.

8° *Dessins (aquarelles) comparatifs des types les plus anciens et des types les plus récents de machines-locomotives,* exposés par DIVERSES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER FRANÇAIS. — Parmi ces dessins, on peut citer : la machine type *Le Rhône,* ayant été autrefois en service sur le réseau de Paris à Lyon et à la Méditerranée, pesant 27 tonnes, et la machine actuelle de la même Compagnie, pesant 54 tonnes; les dessins comparés de la machine de 15 tonnes (tender compris) qui a fait l'ouverture de la ligne de Paris au Pecq, et de la machine-tender de 42 tonnes employée actuellement par la Compagnie de l'Ouest pour le service de Paris au Pecq et à Saint-Germain; le tableau comparatif des trains de voyageurs de différents poids en circulation à différentes époques sur le réseau du chemin de fer de Paris à Orléans, etc...

Il convient, à propos de ces dessins, de mentionner les *nombreuses aquarelles présentées à l'Exposition rétrospective des moyens de transport par les diverses Compagnies de chemins de fer français* et destinées à montrer les transformations successives des machines-locomotives depuis l'origine des chemins de fer jusqu'à nos jours.

B. MODÈLES DE LOCOMOTIVES.

Divers modèles de locomotives présentés à la classe 61 sont mentionnés ci-après :

Exposition de la France.

1° *Modèle d'un projet de locomotive,* exposé par M. MEYER, pour le service rapide des trains de forte charge. — Cette locomotive se compose d'un véhicule moteur à 6 roues accouplées de 1 m. 70 de diamètre et d'un véhicule tender à 3 essieux; ces deux véhicules sont attelés l'un à l'autre comme une machine et un tender ordinaires.

Les longerons sont extérieurs. Les ressorts de suspension sont placés au-dessus des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

boîtes, et les ressorts des deux essieux accouplés d'arrière sont conjugués par un balancier longitudinal. En outre, on a disposé à l'avant un ressort transversal dont les extrémités sont reliées aux longerons, et dont le milieu est chargé directement par la chaudière. Ce ressort, dont on peut faire varier la charge, est destiné à permettre de modifier la répartition du poids sur les essieux.

Le foyer peut être disposé de manière à recevoir une grille de 4 mq. 86 et à atteindre une surface de chauffe de 20 mètres carrés, non compris la chambre de combustion. La surface totale de chauffe est de 189 mq. 5. La chaudière repose à l'avant sur le véhicule moteur par deux supports à articulation sphérique et à patins de glissement permettant un déplacement transversal pour le passage dans les courbes. Ces deux supports sont placés de chaque côté de la chaudière dans un même plan transversal. A l'arrière, celle-ci repose sur le véhicule tender par un support également à articulation sphérique, semblable à ceux de l'avant, mais sans déplacement latéral. Cette chaudière est munie d'une chambre de combustion placée entre le foyer et le faisceau tubulaire. La conduite de prise de vapeur est flexible et est formée de deux tuyaux qui, partant du régulateur, contournent le corps cylindrique pour aboutir à une boîte à garnitures élastiques, fixée au châssis. Le tuyau d'échappement est à rotules.

Les cylindres sont intérieurs ainsi que le mécanisme. Le changement de marche se fait au moyen d'une vis placée sur le véhicule moteur; le mécanicien, placé sur le tender à l'arrière de la chaudière, commande cette vis au moyen d'un volant et d'une tringle articulée.

Le poids adhérent de cette machine, en état de service, serait de 41 tonnes 5; son poids total en service de 79 tonnes 5 et à vide de 55 tonnes 5.

Exposition de la Grande-Bretagne.

2° *Modèle de machine express Compound,* système Webb, exposé par la Compagnie du London and North Western railway. — Cette locomotive est montée sur 3 essieux; l'essieu porteur, qui est à l'avant, est muni de boîtes à glissières courbes avec jeu transversal réglé par un ressort. Les deux autres essieux situés de part et d'autre du foyer sont moteurs, mais sans bielles d'accouplement; ils sont conjugués par la vapeur. L'essieu d'arrière est commandé par une paire de cylindres extérieurs à haute pression, et l'essieu du milieu par un cylindre intérieur à basse pression. Ce dernier essieu est à un seul coude.

La vapeur, après son action dans les cylindres à haute pression, se rend dans le cylindre de détente en traversant un réservoir intermédiaire formé par des tuyaux placés dans la boîte à fumée. La boîte à vapeur du cylindre à basse pression est munie d'une soupape destinée à éviter que la pression dépasse une certaine limite dans le réservoir intermédiaire. La boîte à feu, complètement fermée et entourée d'eau, ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présente que deux ouvertures, l'une sur la face arrière pour la conduite du feu, l'autre sur la face inférieure pour l'admission d'air et l'évacuation des cendres. Le foyer est disposé pour recevoir une arche en briques. Le corps cylindrique porte un dôme dans lequel se trouve le régulateur et un siège sur lequel sont installées les soupapes du système Webb.

Les distributions des deux groupes de cylindres sont du système Joy, sans excentriques. Le changement de marche est à une seule vis disposée de manière à permettre de faire varier les conditions relatives de la détente dans les deux groupes de cylindres.

A l'arrière, se trouve un abri pour les agents de la machine.

3° *Modèle d'un type de machine-tender pour trains de voyageurs,* exposé par la Compagnie du North London railway, qui dessert, comme son nom l'indique, la région suburbaine située au nord de Londres.

Cette machine comporte à l'avant un bogie à déplacement latéral, à l'arrière quatre roues accouplées.

Les longerons sont intérieurs. Les ressorts de suspension des roues accouplées, placés au-dessous des boîtes, sont reliés par un balancier longitudinal.

Le foyer descend entre les roues accouplées et porte des soupapes du système Ramsbottom. Le corps cylindrique porte un dôme de prise de vapeur. La chaudière est timbrée à 11 kilogr. 200.

Les cylindres, extérieurs et légèrement inclinés, sont placés entre les roues du bogie. Les tiroirs, verticaux, situés à l'intérieur, sont actionnés par une distribution à coulisses de Stephenson. Chaque crosse de piston est guidée par quatre glissières.

Les caisses à eau sont placées latéralement et la soute à charbon transversalement à l'arrière. Cette machine est munie du frein à vide agissant sur les roues accouplées; ce frein est disposé pour être actionné par une vis. A l'arrière, se trouve un abri pour protéger les agents de la machine dans les deux sens de marche.

III

PIÈCES DETACHÉES DE LOCOMOTIVES.

On a compris sous ce titre les pièces de machines, les dessins et modèles qui s'y rapportent; on a classé les pièces et les documents exposés dans quatre catégories suivant leur destination, savoir : *les pièces qui appartiennent au châssis, celles qui appartiennent à la chaudière, celles qui font partie du mécanisme,* enfin, *les accessoires.* Parmi les objets de cette nature qui étaient exposés, on n'en a pu signaler que quelques-uns, savoir :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. Pièces appartenant au châssis.

Exposition de la Belgique.

1° *Ressorts divers à lames et en spirale, pièces de forge pour locomotives,* etc., exposés par M. Valère Mabile, de Mariemont.

2° *Ressorts à boudin de différents types,* exposés par MM. de Marneffe et Cie, de Liège.

Exposition de la France.

3° *Modèle et dessin d'un balancier transversal à rondelles pour essieu d'avant des machines express,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Ce balancier a pour but d'assurer une répartition uniforme de la charge sur les essieux porteurs avant des locomotives, condition intéressante à remplir, notamment lorsqu'il s'agit d'un essieu à fusées extérieures. Il se compose de deux flasques transversales entre lesquelles se place un ressort à lames dont la bride est articulée sur le longeron médian de la machine. Les extrémités du balancier reposent sur la tige de pression de la fusée par l'intermédiaire de rondelles Belleville qui ont pour objet d'atténuer les réactions et d'améliorer la suspension. En vue d'assurer le contact des deux rondelles de chaque groupe sur toute leur circonférence, on a interposé entre ces rondelles un disque plan en acier.

4° *Boîte d'essieu de machine munie du graisseur sans mèche, à tube capillaire,* exposée par la même Compagnie (Ouest). — L'huile est projetée par le mouvement de la pièce dans une petite cuvette qui se prolonge par un canal présentant, sur une longueur d'environ 5 millimètres, un diamètre de 3/4 de millimètre, et débouchant dans les orifices ménagés dans le coussinet.

5° *Section d'un bandage en acier fondu* (retiré du service après un parcours de 456.228 kilomètres sur une roue motrice de machine express), exposée par la même Compagnie (Ouest).

6° *Boîte à huile à plans inclinés,* dessin exposé par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — La boîte est en fer cémenté et trempé; les coussinets sont en bronze phosphoreux et garnis de métal d'antifriction. Les plans inclinés sont en fer cémenté et trempé. Le plan supérieur est fixé à la boîte par son centre; l'autre est maintenu entre les joues du coussinet; leur inclinaison est déterminée suivant la vitesse que doit prendre la machine et la charge de l'essieu. Le graissage des coussinets et celui des plans inclinés sont opérés par des mèches. Le dessous des boîtes, en fonte, forme cuvette pour recevoir l'huile et porte de chaque côté des obturateurs en feutre. Le dessous de la fusée est lubrifié par un tampon graisseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7° *Attelage convergent et boîtes d'essieu d'avant de locomotives,* disposés pour le passage dans les courbes de petit rayon, dessin exposé par la même Compagnie (Paris-Orléans).

Le tendeur d'attelage à vis est fixé, du côté de la machine, à un galet qui se déplace sur un secteur circulaire dont le centre est le centre de gravité de la machine. Sur le tender sont montés un ressort de traction et deux tampons à ressort en contact avec les tampons secs de la machine. Les surfaces de ces tampons sont inclinées tangentiellement à celle d'un cylindre ayant pour axe la verticale du centre de gravité de la machine. Le dispositif destiné à produire la convergence est complété par des boîtes à doubles plans inclinés, permettant à l'essieu d'avant de converger par un double déplacement transversal et longitudinal.

8° *Spécimens divers de roues de locomotives et tenders, forgées en matrices,* types des Compagnies de chemins de fer, exposés par Lucien Arbel, ses fils successeurs, maîtres de forges à Rive-de-Gier. — Parmi ces spécimens, figurent les roues à rais avec une toile partant du moyeu et s'étendant entre les rais dont elle remplit l'intervalle partiellement ou totalement.

9° *Spécimens divers de roues pour locomotives et tenders, forgées en matrices,* types de diverses Compagnies de chemins de fer, exposées par MM. Deflassieux frères, maîtres de forges à Rive-de-Gier.

Exposition de la Grande-Bretagne.

10° *Longerons de machines et de tenders en acier,* système Fox, exposés par The leeds forge Company.

Ces longerons sont formés d'une seule tôle en acier; sur les pourtours de la tôle et sur ceux des ouvertures correspondant aux boîtes et aux évidements, les bords sont emboutis à la presse dans des matrices spéciales. Ces bords, relevés d'équerre avec la tôle, ont pour objet de raidir le longeron transversalement et longitudinalement. Le métal employé est de l'acier doux indiqué comme donnant, avec une barrette de 0 m. 250, 42 kilogrammes de résistance à la rupture et 25 p. 100 d'allongement.

B. Pièces appartenant à la chaudière.

Exposition de la France.

1° *Échappement à cônes pour locomotives,* dessin exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Cet échappement, étudié en vue de répartir uniformément l'action du tirage sur les rangées de tubes, se compose d'une série de troncs de cône dont la grande base est tournée vers le fond de la boîte à fumée. Ces troncs de cône, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dimensions croissantes de la base au sommet de l'échappement, s'engagent les uns dans les autres jusqu'à la moitié environ de leur hauteur. L'échappement des cylindres, dont on peut faire varier la section au moyen d'un clapet en forme de poire, débouche à la base du premier cône inférieur. L'ensemble des cônes constitue l'échappement monté sur un arbre vertical excentrique autour duquel on peut le faire tourner pour rendre les tubes accessibles. En outre, tous les cônes sont enveloppés par une toile métallique destinée à arrêter les étincelles.

2° *Échappement Vortex, système Adams*, exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Cet échappement, annulaire et fixe, se compose de deux tuyères concentriques, la tuyère extérieure étant percée du côté des tubes et du côté de la porte de boîte à fumée de deux orifices auxquels se raccordent les bords inférieurs de la tuyère intérieure. Cette disposition a pour objet une répartition uniforme du tirage de l'échappement sur le faisceau tubulaire.

3° *Spécimens de tubes en acier et en laiton raboutés en cuivre rouge*, exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, montrant les diverses phases du raboutage.

4° *Spécimens de tôle doubles et triples, rivés dans les ateliers sous une pression hydraulique de 50 à 60 tonnes*, présentés par la même Compagnie (Ouest).

5° *Modèle de voûte en briques et porte à déflecteur; spécimen de voûte en kaolin cru, et spécimen d'une voûte retirée après onze mois de service*, exposés par la même Compagnie (Ouest). — La voûte en briques est installée dans les foyers de locomotive immédiatement au-dessous du faisceau de tubes, en vue d'améliorer la combustion et de protéger les tubes. L'air admis par la porte disposée de manière à former déflecteur est dirigé sous la voûte, où il se mélange aux gaz dont il opère en même temps le brassage. La voûte est composée de briques crues de kaolin réunies par un coulis de même matière. Elle repose sur deux sommiers en fer maintenus par des consoles en cuivre vissées sur les parois latérales du foyer. Les briques sont de deux modèles; les unes, destinées à la culée, sont de forme spéciale, les autres, qui constituent la voûte, sont taillées en forme de voussoir. La durée moyenne des voûtes est de sept mois; le spécimen exposé a été démonté après onze mois de service.

6° *Trois systèmes d'échappement de vapeur*, présentés par la même Compagnie (Ouest). savoir : un échappement à valves mobiles, un échappement fixe ordinaire, et un échappement fixe annulaire et à trous. Ce dernier échappement produit le tirage par l'extérieur et l'intérieur de l'anneau. Une ouverture traversant la tuyère permet le nettoyage des tubes.

7° *Spécimens de pièces de chaudière*, présentés par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, savoir : une face avant de boîte à feu, une plaque tubulaire et une embase de dôme. Ces pièces ont été embouties à la presse, dans les ateliers de la Compagnie, à Oullins.

8° *Des échantillons de tubes en fer et en laiton*, raboutés en cuivre rouge, montrant les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différentes phases de l'opération du raboutage, exposés par la même Compagnie (P.-L.-M).

9° *Élément de ciel de foyer,* système Ernest Polonceau, exposé par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Ce ciel de foyer se compose d'une série de pièces en cuivre rouge, cintrées en arc de cercle, présentant transversalement une section en U, et assemblées après dressage par leurs bords relevés qui forment nervures. Cette disposition donne au foyer une rigidité suffisante pour permettre la suppression des fermes. Cette disposition du foyer est indiquée comme augmentant la production de vapeur et facilitant les dilatations.

10° *Bouilleur de foyer de locomotive,* exposé par la même Compagnie (P.-O.). — Ce bouilleur, en cuivre rouge, dispositif Tenbrinck, est établi en vue d'améliorer la combustion et de protéger les tubes. Il est fixé aux parois dont on l'isole au moyen de terre et de briques réfractaires, par quatre tubulures avec brides en cuivre phosphoré. Ces bouilleurs sont donnés comme ayant la même durée que les foyers.

11° *Cendrier de locomotive à fond démontable,* dessin exposé par la même Compagnie (P.-O.). — Le démontage du cendrier, souvent nécessaire en cas de neige, consiste simplement à enlever le fond inférieur et à relever horizontalement les portes; les parois latérales ne sont pas démontées.

12° *Cheminée à charnière,* dessin exposé par la même Compagnie (P.-O.). — Ce modèle de cheminée est destiné à permettre de visiter facilement les tuyères d'échappement.

13° *Tubes de chaudière,* dessins et modèles exposés par MM. A. Normand et Cie. — Ces tubes sont rétrécis à l'extrémité, côté du foyer, sur une longueur de 0 m. 30, de manière à augmenter la section de dégagement de vapeur dans le voisinage de la plaque tubulaire; lorsque les tubes sont munis de bagues, leur diamètre, au droit de la plaque, est agrandi de telle sorte que le diamètre intérieur de la bague soit égal au diamètre intérieur du tube dans sa partie rétreinte située aux abords de la plaque. On évite ainsi de réduire encore la section de dégagement des gaz.

C. Pièces appartenant au mécanisme.

Exposition de la France.

1° *Cylindre complet à pistons distributeurs, segment de piston distributeur et soupapes de rentrée d'air,* exposés par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Les pistons distributeurs, système Ricour, fixés au nombre de deux sur une même tige, jouent le même rôle que les barrettes des tiroirs ordinaires de distribution, c'est-à-dire qu'ils ouvrent et ferment alternativement les lumières ménagées dans le cylindre distributeur. Le tiroir ainsi constitué est équilibré. Les segments des pistons étant tournés à un dia-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre légèrement inférieur à celui des cylindres distributeurs, ces segments ne portent contre les parois que lorsque la vapeur est admise dans la boîte de distribution. Un de ces segments (exposé) a parcouru 311.460 kilomètres. Enfin, sur la tubulure d'admission, est fixée une soupape de rentrée d'air destinée à empêcher les gaz chauds de la boîte à fumée d'être aspirés pendant la marche à régulateur fermé.

2° *Distribution, système Bonnefond,* dessin exposé par la MÊME ADMINISTRATION (ÉTAT). — Ce dessin représente une coupe de la distribution à soupapes, système Bonnefond, appliquée à la machine-express à quatre roues accouplées des Chemins de fer de l'État. La description de cette distribution est donnée ci-après, page 175.

3° *Modèle de garniture métallique, système Kubler,* pour tiges de tiroirs et de pistons, exposé par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST. — Cette garniture se compose d'une série de couples de bagues en métal blanc, à section triangulaire, présentant alternativement la forme de cônes creux et de cônes pleins. Toutes ces bagues sont en deux parties et laissent entre elles un jeu de 0 m. 001 qui disparaît par le serrage. L'étanchéité est obtenue par le serrage de ces bagues entre une bague de fond et le presse-garniture. Des rondelles détachées et les moules qui servent à les fondre étaient également exposés. Le métal blanc a la composition suivante : plomb, 80; antimoine, 8; étain, 12.

4° *Dessin de la disposition des cylindres et tiroirs de distribution de la machine Compound, système Woolf,* exposé par la COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD (la description de cette disposition a été faite à l'occasion de la machine, page 157).

5° *Pièces diverses de mécanisme,* exposées par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST, notamment *un essieu coudé, système Martin,* ayant parcouru 818.897 kilomètres; une *crosse de piston pour glissière unique;* un *piston à tige vissée,* matée et goupillée après le vissage; un *collier d'excentrique* en deux parties et *sa barre,* rapprochés d'un *excentrique complet ancien modèle;* une *bielle d'accouplement évidée,* de 2 m. 700 de longueur, à tête ronde avec bagues en bronze régulées; une *crosse de piston* et un *collier d'excentrique* coupé de manière à montrer la disposition des *graisseurs sans mèche* appliqués par la Compagnie de l'Ouest aux pièces animées de mouvements alternatifs de rotation, ou soumises à des trépidations (le principe de ces graisseurs est décrit à l'occasion d'une boîte d'essieu, page 170); le *modèle d'un coude d'essieu consolidé au moyen d'un boulon* en métal de qualité supérieure traversant l'axe du tourillon (c'est-à-dire suivant la fibre neutre); ce boulon est destiné à réduire les inconvénients qui peuvent résulter d'une rupture d'essieu coudé, en maintenant les deux parties cassées de façon à permettre d'atteindre au moins la station voisine.

6° *Modèle,* exposé par la MÊME COMPAGNIE (OUEST), *du changement de marche à vapeur à verrouillage automatique appliqué à la machine-express à bogie exposée.*

Cet appareil est un servo-moteur asservi, et la seule manœuvre que le mécanicien ait à faire pour changer la marche ou faire varier le degré de détente consiste à mettre une manette au cran de marche. Il se compose essentiellement de deux cylindres hori-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

zontaux placés en tandem, dont la tige commune, munie de deux pistons, est reliée par une bielle à l'arbre de relevage. Le premier de ces cylindres, à vapeur, sert à la manœuvre de l'appareil; le second, à eau, sert de frein et opère le verrouillage quand ses deux extrémités cessent de communiquer. Le déplacement de la manette détermine simultanément l'ouverture du tiroir d'admission dans le cylindre moteur et celle du robinet de verrouillage; puis, le mouvement de la tige des pistons, qui se produit à la suite de l'admission de vapeur, détermine, par le fonctionnement d'un jeu de leviers, la fermeture simultanée du tiroir de vapeur et du robinet de verrouillage. Le cylindre de verrouillage est rempli d'un mélange d'eau et de glycérine afin d'éviter les congélations en hiver.

7° *Pièces diverses,* exposées par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Notamment une *barre et un collier d'excentrique* complètement finis à la machine à fraiser, et les *fraises* ayant servi à l'exécution du travail; des *robinets graisseurs* et des *coussinets bruts de fonderie ou finis et régulés,* toutes pièces exécutées dans les ateliers de la Compagnie.

8° *Spécimens,* exposés par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans, savoir : *tiroirs de distribution en bronze phosphoré,* garnis d'alvéoles remplies de métal d'antifriction; *dessin d'un tiroir-pendule, système Dutheil,* oscillant et à surface de frottement cylindrique, étudié en vue de diminuer la résistance due au frottement du tiroir sur la table; *piston de locomotive* en acier avec segments et gorges rendues étanches au moyen de ressorts en acier, placés à l'intérieur des segments en fonte : ces segments sont assemblés à languettes à leurs extrémités et maintenus par un étoquiau afin que les assemblages soient toujours diamétralement opposés; sur la partie du piston comprise entre les deux segments, trois gorges ont été ménagées pour condenser la vapeur qui viendrait à passer entre les coupures des segments; *dessin d'une disposition des barres de commande d'une coulisse de Stephenson* ayant pour objet de rendre les avances constantes à tous les crans de marche : cette disposition consiste à diviser chacune des barres d'excentriques en deux parties et à relier chacune des extrémités de la section d'une même barre au moyen d'un balancier vertical oscillant autour d'un axe horizontal.

9° *Dessin d'un mécanisme de distribution, système Bonnefond,* exposé par M. Bonnefond. — Dans cette distribution, du genre Corliss, chaque cylindre comporte quatre tiroirs : deux pour l'admission à la partie supérieure du cylindre, et deux pour l'échappement à la partie inférieure du cylindre. Ces deux groupes de tiroirs sont commandés par un balancier mobile en son centre autour d'un axe horizontal et recevant son mouvement, par l'intermédiaire d'une coulisse, d'une came montée sur l'essieu moteur. L'ouverture des tiroirs d'admission se fait sous l'action du déplacement du balancier et leur fermeture a lieu sous l'action de la pression de la vapeur par le déclenchement d'un cliquet qui rompt la solidarité entre la tige du tiroir et le balancier. La commande du tiroir d'échappement se fait au moyen d'une tige comme dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les distributions ordinaires de locomotives; l'ouverture du tiroir d'échappement dure pendant tout le temps que le balancier reste en position. La coulisse qui commande le balancier ne sert que pour le changement de marche; les variations des degrés de détente sont obtenues au moyen de cames hélicoïdales qui produisent le déclenchement des cliquets. Ces cames sont montées sur une tige horizontale recevant un mouvement alternatif rectiligne d'un levier mû par la tête de piston. Le mécanicien commande la rotation de cette tige à cames au moyen d'engrenages, de manière à déterminer plus ou moins tôt la rencontre de ces cames et des cliquets. Cette distribution était appliquée à la locomotive à quatre roues accouplées exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État, qui présentait en outre un diagramme de l'ensemble de ce mécanisme de distribution.

10° *Dessin d'un dispositif Compound à deux cylindres égaux,* exposé par M. DE LANDSÉE. — Le principe du système de M. de Landsée consiste à munir les locomotives d'un appareil permettant de les faire fonctionner, à volonté, à la manière ordinaire, dans le cas où un effort puissant est nécessaire aux points difficiles du tracé, ou suivant un mode Compound spécial, lorsqu'il suffit d'un effort relativement faible correspondant au travail sur les parties plus faciles du parcours qui correspondraient à un degré d'admission très réduit. Le dispositif est présenté comme permettant, dans ce dernier cas, d'augmenter notablement l'admission (qui n'a lieu que dans un des cylindres) et d'éviter, dès lors, les inconvénients que présentent les distributions par coulisses dans la partie basse de l'échelle des crans d'admission.

Dans le système de Landsée, les cylindres égaux et les mécanismes de distribution indépendants sont conservés sans aucun changement; la modification à apporter aux machines consiste à installer sur la prise de vapeur, après le régulateur, une boîte spéciale de distribution qui permet, au moyen d'une disposition convenable de tuyaux, soit d'envoyer de la vapeur (prise directement dans la chaudière) dans les boîtes à vapeur des deux cylindres, c'est le fonctionnement ordinaire, soit de ne l'admettre que dans l'un des cylindres et de faire achever dans l'autre le travail de cette vapeur, c'est le fonctionnement Compound avec cylindres égaux. Dans ce dernier cas, la vapeur, après avoir agi dans un des cylindres, se rend dans la boîte à vapeur de l'autre en passant par des tuyaux placés dans la boîte à fumée et formant un réservoir intermédiaire réchauffeur. Pour éviter les contre-pressions dans le cylindre à haute pression, les fonds de ce cylindre sont munis chacun d'un clapet de décharge dont les orifices sont mis en communication avec la boîte à tiroir du cylindre. La manœuvre de la boîte spéciale de distribution est à la disposition du mécanicien qui peut employer l'un ou l'autre mode de fonctionnement, suivant les conditions de charge et de profil.

Ce système est indiqué comme permettant de transformer à peu de frais les machines existantes en machines pouvant fonctionner suivant le mode Compound.

11° *Manivelle hydraulique de distribution de vapeur,* exposée par M. J. MULLER. — Cet appareil comporte la substitution aux appareils de distribution ordinaires (excen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

triques, coulisses, etc.), d'une disposition dans laquelle la bielle du tiroir est articulée sur un tourillon qui se meut circulairement autour de l'essieu. Ce tourillon est monté sur un cylindre mobile le long d'une coulisse rectiligne et partagé en deux compartiments par un piston étanche et fixe, baigné, sur ses deux faces, par un liquide remplissant le cylindre. Les deux compartiments du cylindre communiquent par deux petits tuyaux avec les deux fonds d'un cylindre de même volume dans lequel se meut un piston au moyen d'une vis à la main du mécanicien; ce dernier cylindre constitue l'appareil de relevage. Le cylindre-tourillon subit des déplacements égaux à ceux du piston de l'appareil de relevage. On produit ainsi les variations dans les crans d'admission et le changement de marche. L'ensemble des deux cylindres et du tuyautage intermédiaire est rempli d'un liquide incongelable. Les tuyaux reliant les deux cylindres sont en cuivre et cintrés en cor de chasse, pour se prêter aux oscillations de la bielle du tiroir. Une poche remplie de liquide, sur lequel presse un ressort convenablement réglé, sert à compenser les pertes de liquide et à assurer la concordance entre la position du piston de relevage et celle du cylindre-tourillon.

12° *Dessin d'un tiroir oscillant à frottement réduit pour distribution de vapeur,* également exposé par M. J. Muller. — Dans cette disposition, la vapeur est distribuée au cylindre par l'intérieur du tiroir qui constitue ainsi l'extrémité oscillante du tuyau d'admission. Ce tuyau se continue à l'intérieur de la boîte à tiroir par une sorte de plongeur terminé à sa partie inférieure par une glace cylindrique pressant sur le tiroir et munie d'un orifice pour le passage de la vapeur. La partie supérieure du tiroir est creusée en surface cylindrique parallèle à celle du plongeur. La glace inférieure a la forme d'une portion de cylindre de même rayon que la surface de la glace sur laquelle elle s'appuie. Le tiroir est muni d'orifices intérieurs; il oscille autour de deux tourillons tournant dans des coussinets. Ces coussinets sont mobiles et guidés de telle sorte que, suivant l'usure de la glace des orifices et sous la poussée du plongeur, le tiroir garde ses contacts. Ce tiroir peut, en outre, se soulever momentanément lorsqu'il se produit dans le cylindre un excès de pression. Le tiroir oscillant est actionné directement par un levier extérieur calé sur un des tourillons.

D. Pièces accessoires.

Exposition de la Belgique.

1° *Injecteur aspirant et refoulant vertical,* exposé par M. Chantrenne-Soiron. — Cet injecteur comporte un cône central, mobile au moyen d'une vis, permettant de produire d'abord l'aspiration, puis, lorsque cette dernière s'est produite, le refoulement, en déplaçant le cône central de manière à augmenter l'admission de vapeur. Cet injecteur se compose, en outre, de deux cônes, l'un divergent, l'autre convergent, et d'un clapet de refoulement à boulet.

Imprimerie nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Graisseur pour graisse solide,* également exposé par M. Chantrenne-Soiron. — Ce graisseur se compose d'un réservoir cylindrique monté sur la pièce à lubrifier et dans lequel on introduit la graisse solide; cette dernière est refoulée dans le conduit de graissage au moyen d'un piston commandé à la main par un bouchon fileté.

Exposition de la France.

3° *Graisseur à clapet pour tiroirs et cylindres,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Cet appareil est disposé en vue de lubrifier les tiroirs et les cylindres pendant la marche à régulateur fermé. L'huile, contenue dans une boule, passe au moyen d'une mèche dans un tube central, à la partie inférieure duquel se trouve un clapet à ressort. Ce clapet est fermé par la pression de la vapeur quand le régulateur est ouvert; si, au contraire, ce dernier est fermé, la dépression qui se produit dans les cylindres amène l'ouverture du clapet et alors l'huile est aspirée.

4° *Dessins divers,* exposés par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans, et représentant : *une disposition pour le graissage des cylindres* de la plate-forme du mécanicien; *une sablière à deux hélices,* avec fond à double plan incliné; *un tuyau enroulé en forme de cor de chasse* pour former accouplement du frein continu entre machine et tender; *un chasse-neige* pour avant de locomotives, à soc double en tôle emboutie renforcée par des cornières, disposé de manière à empêcher la neige de remonter sur le tablier et à la rejeter sur le côté; ce chasse-neige repose sur la traverse d'avant et est fixé par un tendeur et par deux tirants reliés à l'embase de la cheminée; *une disposition pour le graissage des bandages des roues d'avant des locomotives,* au moyen d'une brosse sur laquelle s'écoule goutte à goutte l'huile déversée par un graisseur à mèche et à siphon; *un détendeur automatique de vapeur* disposé pour ramener à 10 kilogrammes, avant l'admission dans les cylindres, de la vapeur produite à 15 kilogrammes dans la chaudière.

5° *Injecteur, système E. Polonceau,* exposé par la même Compagnie (P.-O.) — Cet appareil se compose d'un cône divergent et de deux cônes convergents, l'un pour la vapeur, l'autre pour l'eau. On peut faire varier la section du cône d'arrivée de vapeur au moyen d'une aiguille. Cette aiguille est percée suivant son axe d'un canal de petit diamètre destiné à laisser passer la vapeur, lorsqu'on ouvre le robinet d'admission, et à produire l'amorçage de l'appareil. Après l'amorçage, le déplacement de l'aiguille augmente l'arrivée de vapeur et produit le refoulement. Le modèle de 0 m. 008 est indiqué comme débitant 90 litres, et le modèle de 0 m. 009, comme débitant 110 litres à la minute.

6° *Auto-injecteur,* exposé par MM. Cuau aîné et Cie. — Cet appareil ne comporte aucune pièce mobile; il est automatique en tant que réglage d'eau. Il se compose de trois cônes fixes, un pour la vapeur, un pour l'eau, et un divergent, et il se met en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marche, par l'ouverture en plein de l'eau et de la vapeur. Cet appareil ne fonctionne qu'avec de l'eau en charge.

7° *Éjecto-injecteur automatique,* également exposé par MM. Cuau aîné et Cie. — Cet injecteur est aspirant et n'a aucune pièce mobile. Il se compose de quatre cônes rigoureusement fixes, dont deux forment l'aspirateur et les deux autres l'injecteur proprement dit. Sa mise en marche se produit par la simple ouverture du robinet de vapeur. Cette appareil présente la particularité de se remettre en marche automatiquement dès que la cause qui avait produit l'arrêt vient à disparaître. Il est indiqué comme pouvant fonctionner avec de l'eau à 55 degrés.

8° *Dessin d'une soupape de sûreté de cylindre à haute pression pour locomotive Compound,* exposé par MM. A. Normand et Cie. — Cette soupape, destinée à éviter les élévations de pression qui peuvent se produire au cylindre d'admission, se place aux deux extrémités de ce cylindre. Lorsque la pression dans le petit cylindre dépasse celle de la boîte à tiroir, la soupape se lève et la vapeur se dégage dans la boîte à tiroir pour être employée à nouveau. La compression se trouve ainsi réglée de telle sorte que la perte due au volume mort soit annulée à tous les degrés d'introduction; cette soupape doit être réglée de manière à ne pas fonctionner à la pression normale d'admission.

9° *Graisseurs, robinets graisseurs, couvercles de graisseurs,* etc., exposés par M. Rous.

10° *Chasse-neige rotatif,* exposé par M. Stractman. — Ce chasse-neige est constitué par un châssis de forme triangulaire glissant sur les rails; le châssis porte à sa partie antérieure une hélice conique à six branches, et, à sa partie postérieure, un moteur à deux cylindres verticaux actionnant l'arbre de l'hélice; ce moteur est alimenté par la chaudière de la locomotive au moyen d'un raccord spécial. L'ensemble de l'appareil peut, en outre, être relié à la traverse d'avant de la locomotive au moyen de boulons.

11° *Modèles de frein à main et à vis, système Stilmant,* exposés par M. Stilmant. — Ce frein est caractérisé par l'emploi d'un coin mû par un levier ou par une vis, qui, s'enfonçant entre deux plans inclinés situés aux extrémités des tiges de commande des sabots, amène ces derniers en contact des roues et produit le serrage.

Des pièces détachées de locomotives, en dehors de celles qui figuraient à la classe 61 et dont il vient d'être fait mention, étaient exposées dans d'autres parties de l'Exposition, soit dans les sections françaises, soit dans les sections étrangères. Nous ne croyons pas devoir entrer ici dans des détails à leur égard, parce qu'elles trouveront vraisemblablement place, s'il y a lieu, dans d'autres rapports.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IV

RÉSUMÉ. MACHINES-LOCOMOTIVES (À VOIE NORMALE).

S'il est difficile de tirer de l'exposition des machines-locomotives une conclusion précise, on peut toutefois en déduire des indications permettant de signaler certaines tendances et notamment les suivantes :

On constate une préoccupation constante d'assurer la puissance et la stabilité des locomotives-express en vue de faire face à l'accroissement du poids et de la vitesse des trains rapides, et, pour atteindre ce double but, les moyens les plus divers sont mis en œuvre.

Au point de vue de la disposition des roues, on remarque que la plupart des machines-express de grande puissance comportent deux essieux accouplés; deux dispositions principales sont en présence : tantôt on place les deux essieux accouplés au milieu et un essieu porteur à chaque bout, tantôt on met les deux essieux accouplés à l'arrière et alors on a sous l'avant soit un essieu porteur, soit deux essieux porteurs réunis pour former un bogie. Tout en constatant qu'il y a dans les divers pays d'excellents types de machines présentant l'une ou l'autre de ces dispositions, on peut remarquer que l'Exposition indique une certaine extension en Europe, depuis quelques années, de la disposition avec bogie à l'avant.

Le diamètre des roues ne paraît pas avoir notablement changé depuis la précédente Exposition. Les roues des locomotives-express pour profils ordinaires exposées avaient, en général, de 1 m. 90 à 2 m. 15 de diamètre.

Il y a une tendance marquée à augmenter l'empattement et à diminuer les porte-à-faux par l'emploi des bissels, bogies et boîtes radiales.

Un des faits mis en évidence de la manière la plus constante est l'élévation du timbre des chaudières des locomotives. Cet accroissement de pression a autant pour but d'accumuler dans une chaudière donnée une plus grande somme de calorique (et par conséquent de travail) que d'améliorer le régime économique.

L'exposition de la classe 61 présente plusieurs applications du mode Compound aux locomotives, et on se trouve, sur ce point, en face d'un nombre de dispositifs presque égal à celui des machines. Nous ne croyons pouvoir mieux faire que de rappeler ici l'opinion du Congrès des chemins de fer sur cet objet :

L'Assemblée constate les grands efforts faits depuis nombre d'années pour appliquer le principe Compound aux machines-locomotives. Elle admet que ce système permet une augmentation de puissance sans exagération de la fatigue des pièces et aussi une économie de combustible; elle admet en revanche qu'il en résulte une certaine augmentation de frais d'entretien et de graissage pour les machines possédant plus de deux cylindres et des chaudières à plus haute pression que celles des machines ordinaires. Dans cet ordre d'idées, l'Assemblée conclut à recommander la continuation et le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

développement d'applications dont les résultats, à coup sûr du plus haut intérêt, seront présentés à la prochaine session du Congrès. Elle appelle tout spécialement l'attention sur l'intérêt que présentent, au point de vue de l'économie, les machines Compound dans les pays où le combustible est d'un prix élevé.

En ce qui concerne spécialement les machines à marchandises, on peut remarquer que, si les dimensions des locomotives à voyageurs ont subi un accroissement continu, en revanche, on ne trouve pas, comme aux Expositions de Londres en 1861 et de Paris en 1867, de locomotives à marchandises à proportions géantes ayant plus de quatre essieux accouplés. Les Compagnies, au moins en Europe, paraissent pour la plupart rester fidèles aux locomotives classiques à trois ou à quatre essieux accouplés, à la vérité très puissantes et déjà lourdes.

L'Exposition permet aussi de se rendre compte d'une tendance assez récente à élever, dans une certaine mesure, le centre de gravité des locomotives, ce qui aurait pu être critiqué il y a quelques années. On ne considère plus comme nécessaire d'abaisser ce centre autant que possible, pour accroître la stabilité, ce qui était le principal argument en faveur des cylindres extérieurs. Plusieurs des chaudières des machines-express exposées ont leur axe aux environs de 2 m. 20 au-dessus du plan des rails.

Il convient de noter l'introduction ou le développement de certaines dispositions: freins continus de divers systèmes sur presque toutes les machines à voyageurs, bielles d'accouplement de grandes longueurs (jusqu'à 2 m. 80 et 3 mètres) avec extrémités à bagues sans serrage, quelle que soit la longueur; changements de marche à vapeur; colonnettes communes de prise de vapeur; abris plus ou moins fermés sur le côté; soupapes à charge directe; sablières à vapeur, etc.; voûtes en briques ou bouilleurs Tenbrinck avec rentrée d'air dans la boîte à feu pour beaucoup de machines, sauf celles à foyer très surbaissé, etc.

Il semble, d'ailleurs, que, sur le continent, on s'attache de plus en plus à disposer les foyers de locomotive ou au moins les grilles pour brûler des menus.

On ne saurait passer sous silence l'accroissement de volume des caisses à eau des tenders. Cette tendance, déjà visible en 1878, est le résultat de l'accroissement du poids des trains express et de l'espacement de plus en plus grand de leurs points d'arrêt. Il n'est pas rare aujourd'hui de voir des tenders contenant jusqu'à 15 et 16 mètres cubes d'eau.

En ce qui concerne les matériaux employés pour la construction des chaudières, la situation semble être à peu près la même qu'en 1878. Sur toutes les locomotives exposées, le foyer est en cuivre rouge; sur la plupart d'entre elles, les tubes sont en laiton suivant la pratique classique; toutefois, un certain nombre de machines ont des tubes en fer ou en acier doux. Pour les pièces de mécanisme on doit signaler le remplacement successif du fer par l'acier; il en est ainsi pour les essieux, bandages, etc., qui aujourd'hui sont faits presque exclusivement avec des aciers dont la fabrication a réalisé depuis quelques années des progrès très remarquables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, on ne peut se dispenser de remarquer l'excellente exécution des différentes locomotives exposées, soit par les Compagnies, soit par les constructeurs. Cette perfection est due au soin avec lequel sont étudiés les cahiers des charges des constructions actuelles, au choix minutieux des matières et aux essais qu'on leur fait subir aux soins apportés dans l'ajustage et le montage des pièces, enfin aux progrès considérables de l'outillage et, notamment, au développement du travail à la fraise, qui permettent de finir mécaniquement et avec une précision mathématique les pièces les plus compliquées.

En terminant, il convient de signaler que, depuis quelques années, on emploie dans les gares à marchandises de petites machines de manœuvre avec treuils à vapeur, dites *machines de manutention*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINES-LOCOMOTIVES (VOIE NORMALE).

TABLEAUX.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I. — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR TRAINS EXPRESS (VOIE NORMALE). (*Voir suite page 186.*)

		MACHINES À ROUES indépendantes.	MACHINES À 4 ROUES ACCOUPLÉES.						
Pays de provenance		Grande-Bretagne.	Belgique.	Belgique.	France.	France.	France.	France.	France.
Exposant		Midland.	Carels frères.	Société Cockerill.	État.	Midi.	Nord.	Ouest.	Ouest.
Constructeur		Midland.	Carels frères.	Société Cockerill.	Société alsacienne de constructions mécaniques.	Schneider et Cie.	Nord.	Fives-Lille.	Ouest.
Réseau auquel la locomotive est affectée		Midland.	État belge.	État belge.	État.	Midi.	Nord.	Ouest.	Ouest.
Service auquel la locomotive est affectée		Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.
Renvoi à la page du rapport		(Page 149.)	(Page 139.)	(Page 140.)	(Page 141.)	(Page 141.)	(Page 142.)	(Page 143.)	(Page 143.)
Grille	Longueur (mètres)	1,764	2,900	2,783	1,641	1,702	2,020	1,580	1,700
	Largeur (mètres)	1,027	1,100	2,200 / 1,076	1,000	1,006	1,012	1,046	1,050
	Surface (mètres carrés)	1,810	3,400	4,820	1,641	1,712	2,044	1,640	1,780
Boîte à feu	Longueur intérieure (mètres)	"	3,035	2,753	1,649	1,732	2,020	1,580	1,700
	Largeur intérieure en bas (mètres)	"	1,115	2,200	1,030	1,032	1,012	1,046	1,050
	Largeur intérieure en haut (mètres)	"	1,165	1,400	1,070	1,111	"	"	"
	Hauteur moyenne du ciel au-dessus de la grille (mètres)	1,617	1,181	1,080	1,400	1,520	1,480	1,720	1,680
Corps cylindrique	Longueur (mètres)	3,150	"	3,800	4,850	3,400	3,710	3,040	4,080
	Diamètre moyen (mètres)	1,270	1,300	1,300	1,225	1,280	1,250	1,230	1,240
	Épaisseur de la tôle (millimètres)	12,7	13	13	15,5	15	16	14	15
	Nature du métal	Fer du Yorkshire.	"	"	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail (mètres)	2,297	2,305	2,350	2,050	2,030	2,185	2,200	2,200
	Timbre (kilogrammes)	11,25	9,5	10	12	10	12	10	11
Capacité de la chaudière	Volume d'eau avec 0,10 au-dessus du ciel du foyer (mètres cubes)	2,425	3,400	3,500	3,700	2,960	3,630	3,050	3,600
	Volume de vapeur (mètres cubes)	1,047	"	2,600	2,300	1,475	2,050	1,450	1,600
Tubes	Nombre	242 | 9	225	242	158	194	202	223	183 | 12
	Longueur entre les plaques tubulaires (mètres)	3,265	3,466	3,850	4,961	3,493	3,822	3,200	4,180
	Diamètre extérieur (millimètres)	41,3 | 38	45	45	50	48	45	45	49 | 45
	Diamètre intérieur (millimètres)	36 | 33	40	40	45	43	40	41	45 | 41
Surface de chauffe	du foyer (mètres carrés)	10,87	12,05	12,50	8,88	9,70	13,80	9,60	10,00
	des tubes, à l'extérieur (mètres carrés)	104,05	97,95	112,17	123,10	102,14	109,00	101,00	124,80
	totale (mètres carrés)	114,92	110,00	124,67	131,98	111,84	122,80	110,60	134,80
Châssis	Type	Mixte.	Extérieur (long. central).	Extérieur (long. central.)	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Mixte.	Intérieur.
	Écartement intérieur des longerons (mètres)	1,257	"	"	1,230	1,230	1,249	1,782	1,270
	Longueur totale entre les extrémités des tampons (mètres)	6,223	9,240	10,790	9,898	8,290	9,880	8,205	10,180

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I (*suite*). — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR TRAINS EXPRESS (VOIE NORMALE). [*Voir la suite au tableau I bis.*]

		MACHINES à roues indépendantes.	MACHINES A 4 ROUES ACCOUPLÉES. (*Suite.*)						
Pays de provenance		Grande-Bretagne.	Belgique.	Belgique.	France.	France.	France.	France.	France.
Exposant		Midland.	Carels frères.	Société Cockerill.	État.	Midi.	Nord.	Ouest.	Ouest.
Constructeur		Midland.	Carels frères.	Société Cockerill.	Société alsacienne de constructions mécaniques.	Schneider et Cie.	Nord.	Fives-Lille.	Ouest.
Réseau auquel la locomotive est affectée		Midland.	État belge.	État belge.	État.	Midi.	Nord.	Ouest.	Ouest.
Service auquel la locomotive est affectée		Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.
Renvoi à la page du rapport		(Page 149.)	(Page 139.)	(Page 140.)	(Page 141.)	(Page 141.)	(Page 142.)	(Page 143.)	(Page 143.)
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres (mètres)	0,470	0,460	0,500	0,440	0,440	0,480	0,430	0,460
	Course des pistons (mètres)	0,660	0,610	0,600	0,650	0,600	0,600	0,600	0,660
	Entr'axe des cylindres (mètres)	0,711	0,530	0,570	1,900	2,060	0,632	0,820	0,710
	Longueur de la bielle motrice (mètres)	1,900	1,890	1,900	1,800	2,670	2,285	1,800	2,200
	Système de distribution	Stephenson.	Walschaert.	Walschaert.	Bonnefond.	Gooch.	Stephenson.	Allan.	Gooch.
Roues	Nombre total des roues	8	6	8	8	6	8	6	8
	Nombre de roues accouplées	4	4	4	4	4	4	4	4
	Entr'axe extrême des roues (mètres)	6,413	5,150	6,560	5,850	5,400	7,345	5,050	7,410
	Diamètre des roues motrices au contact (mètres)	2,286	1,800	2,100	2,020	2,000	2,130	2,040	2,040
	Disposition spéciale pour le passage des courbes	Bogie à jeu latéral.	Boîtes radiales.	Boîtes radiales.	Plans inclinés N.	Plans inclinés.	Bogie.	"	Bogie à jeu latéral.
Poids (1)	de la machine vide (kilogrammes)	41.000	38.400	45.500	39.100	38.900	39.400	34.700	43.000
	total de la machine en ordre de marche (kilogrammes)	43.500	42.000	49.200	43.100	42.400	43.200	38.000	47.500
	adhérent	17.800	"	26.200	27.000	29.700	26.950	26.100	29.550
	Effort de traction calculé par la formule $\frac{0,65\,P\,d^2\,l}{D}$ (kilogrammes)	4.526	4.400	4.640	4.860	3.775	5.062	3.700	4.900
Frein	Types	Frein à vapeur et appareils moteurs du frein à vide automatique.	Westinghouse.	Westinghouse.	Appareils moteurs du frein Wenger.	Appareils moteurs du frein Wenger.	Frein à vapeur et appareils moteurs du frein à vide automatique.	Westinghouse.	Westinghouse.
	Nombre de roues enrayées	2	4	4	"	"	4	4	4
Tender	Poids de l'eau (kilogrammes)	14.500	Non exposé.	Non exposé.	Non exposé.	10.000	Non exposé.	Non exposé.	10.500
	Poids du combustible (kilogrammes)	3.000				3.000			3.000
	Nombre de roues	6				6			4
	Diamètre des roues (mètres)	1,283				1,230			1,140
	Entr'axe extrême des roues	3,962				3,800			2,950
	Poids vide avec agrès	19.250				14.700			11,800
	Poids en charge complète (kilogrammes)	36.750				27.700			25,900

(1) Les renseignements donnés sur les poids sont la copie de ceux qui ont été fournis par les exposants; certains de ces renseignements n'ayant pas été établis suivant le mode uniforme demandé par le jury, les chiffres ne sont pas comparables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I *bis*. — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR TRAINS EXPRESS (VOIE NORMALE). [*Voir fin page 190.*]

	MACHINES À 4 ROUES ACCOUPLÉES. (*Suite.*)							MACHINES à 6 ROUES ACCOUPLÉES.
Pays de provenance	France.	France.	France.	Grande-Bretagne.	Grande-Bretagne.	Italie.	Italie.	France.
Exposant	Paris-Lyon-Méditerr.	Paris-Orléans.	Société alsacienne de constructions mécaniques.	London-Brighton.	South-Eastern.	Méditerranée.	Méridionaux.	Estrade.
Constructeur	Paris-Lyon-Méditerr.	Paris-Orléans.	Société alsacienne de constructions mécaniques.	London-Brighton.	South-Eastern.	Méditerranée.	Méridionaux.	Boulet et Cie.
Réseau auquel la locomotive est affectée	Paris-Lyon-Méditerr.	Paris-Orléans.	Nord.	London-Brighton.	South-Eastern.	Méditerranée.	Adriatique.	"
Service auquel la locomotive est affectée	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.
Renvoi à la page du rapport	(Page 144.)	(Page 145.)	(Page 146.)	(Page 148.)	(Page 149.)	(Page 150.)	(Page 151.)	(Page 147.)
Grille — Longueur (mètres)	2,317	2,285	2,150	1,830	1,540	2,350	2,060	"
Grille — Largeur (mètres)	1,010	0,941	1,000	0,979	1,014	0,980	0,980	"
Grille — Surface (mètres carrés)	2,340	2,160	2,350	1,920	1,554	2,300	2,020	2,300
Boîte à feu — Longueur intérieure (mètres)	2,317	2,222	2,270	"	1,540	2,364	"	"
Boîte à feu — Largeur intérieure en bas (mètres)	1,010	0,941	1,000	"	1,014	1,012	"	"
Boîte à feu — Largeur intérieure en haut (mètres)	"	0,941	"	"	1,079	1,097	"	"
Boîte à feu — Hauteur moyenne du ciel au-dessus de la grille (mètres)	1,534	1,540	1,100	1,610	1,600	1,240	1,150	"
Corps cylindrique — Longueur	3,930	5,015	3,390	3,100	3,164	3,700	3,500	"
Corps cylindrique — Diamètre moyen (mètres)	1,260	1,250	1,322	1,397	1,322	1,310	1,330	"
Corps cylindrique — Épaisseur de la tôle (millimètres)	14	16	14,5	19,5	13	15	15	"
Corps cylindrique — Nature du métal	Acier.	Acier.	Fer au bois.	Fer.	Acier.	Fer.	Fer.	"
Corps cylindrique — Hauteur de l'axe au-dessus du rail (mètres)	2,250	2,255	2,150	2,261	2,260	2,300	2,240	"
Corps cylindrique — Timbre (kilogrammes)	15	13	11	13	10,54	10	10	"
Capacité de la chaudière — Volume d'eau avec 0,10 au-dessus du ciel du foyer (mètres cubes)	3,700	4,630	3,000	3,055	2,200	3,800	3,550	4,100
Capacité de la chaudière — Volume de vapeur (mètres cubes)	2,455	3,282	2,090	1,180	1,539	2,100	2,050	"
Tubes — Nombre	185	160	204	333	202	170	181	"
Tubes — Longueur entre les plaques tubulaires (mètres)	4,035	5,190	3,560	3,260	3,250	3,800	3,600	"
Tubes — Diamètre extérieur (millimètres)	50,00	48	45	44	41	50	50	"
Tubes — Diamètre intérieur (millimètres)	45,60	43	41	38	36	44	45	"
Surface de chauffe — du foyer (mètres carrés)	11,62	14,19	9,50	10,50	9,50	10,00	8,21	8,90
Surface de chauffe — des tubes, à l'extérieur (mètres carrés)	120,00	123,29	102,70	107,00	84,90	101,50	102,30	122,00
Surface de chauffe — totale (mètres carrés)	131,62	137,48	112,20	117,50	94,40	111,50	110,51	130,90
Châssis — Type	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
Châssis — Écartement intérieur des longerons (mètres)	1,240	1,243	1,240	1,257	1,240	1,230	1,204	1,240
Châssis — Longueur totale entre les extrémités des tampons (mètres)	9,675	10,401	8,935	8,420	9,100	9,750	9,095	9,950

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I *bis* (fin). — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR TRAINS EXPRESS (VOIE NORMALE.).

		MACHINES À 4 ROUES ACCOUPLÉES. (*Suite.*)							MACHINES à 6 ROUES ACCOUPLÉES.
Pays de provenance		France.	France.	France.	Grande-Bretagne.	Grande-Bretagne.	Italie.	Italie.	France.
Exposant		Paris-Lyon-Méditerr.	Paris-Orléans.	Société alsacienne de constructions mécaniques.	London-Brighton.	South-Eastern.	Méditerranée.	Méridionaux.	Estrade.
Constructeur		Paris-Lyon-Méditerr.	Paris-Orléans.	London-Brighton.	South-Eastern.	Méditerranée.	Méridionaux.	Boulet et Cie.
Réseau auquel la locomotive est affectée		Paris-Lyon-Méditerr.	Paris-Orléans.	Nord.	London-Brighton.	South-Eastern.	Méditerranée.	Adriatique.	*
Service auquel la locomotive est affectée		Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.	Express.
Renvoi à la page du rapport		(Page 144.)	(Page 145.)	(Page 146.)	(Page 148.)	(Page 149.)	(Page 150.)	(Page 151.)	(Page 147.)
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres (mètres)	0,310 0,500	0,450	0,330 0,460	0,463	0,480	0,450	0,455	0,470
	Course des pistons	0,620	0,700	0,610	0,661	0,660	0,620	0,600	0,700
	Entr'axe des cylindres (mètres)	0,560 2,100	0,635	0,630 1,900	0,636	0,735	1,930	1,920	2,100
	Longueur de la bielle motrice (mètres)	1,700 2.160	1,990	1,830 2,500	1,982	1,810	1,955	2,150	"
	Système de distribution	Walschaert.	Gooch.	Stephenson. Walschaert.	Stephenson.	Stephenson.	Gooch.	Stephenson.	Gooch.
Roues	Nombre total des roues	8	8	6	6	8	8	8	6
	Nombre de roues accouplées	4	4	4 essieux moteurs libres.	4	4	4	4	6
	Entr'axe extrême des roues (mètres)	5,860	6,400	5,500	4,752	6,457	6,800	6,700	5,250
	Diamètre des roues motrices au contact (mètres)	2,000	2,150	2,100	1,982	2,133	2,100	1,920	2,500
	Disposition spéciale pour le passage des courbes	Plans inclinés.	Plans inclinés.	Boites radiales.	"	Bogie à jeu latéral.	Bogie.	Bogie à jeu latéral.	"
Poids (1)	de la machine vide (kilogrammes)	49.300	49.650	35.800	"	39.000	42.400	"	38.000
	total de la machine en ordre de marche (kilogrammes)	53.500	54.700	39.000	38.700	41.500	46.300	44.500	42.000
	adhérent (kilogrammes)	29.600	31.400	28.200	28.200	28.100	28.900	28.500	"
	Effort de traction calculé par la formule $\frac{0.65\,P\,d^2\,l}{D}$ (kilogrammes)	4.342	5.703	5.170	5.390	4.900	4.014	4.200	"
Frein	Types	Frein à air comprimé automatique et modérable.	Appareils moteurs du frein Wenger.	Vide non automatique Hardy.	Westinghouse.	Frein à vide automatique.	Westinghouse.	Frein à vide Smith-Hardy.	"
	Nombre de roues enrayées	4	"	4	"	4	4	4	"
Tender	Poids de l'eau (kilogrammes)	16.100	14.500	Non exposé.	10.220	11.800	10.000	10.400	"
	Poids du combustible (kilogrammes)	3.000	2.800		2.500	3.500	3.500	4.800	"
	Nombre de roues	6	6		6	6	6	6	"
	Diamètre des roues (mètres)	1,200	1,220		1,371	1,220	1,210	1,110	2,500
	Entr'axe extrême des roues	3,400	3,750		4,267	3,675	3,660	3,660	"
	Poids vide avec agrès (kilogrammes)	17.500	16.350		15.100	15.660	14.800	14.500	"
	Poids en charge complète (kilogrammes)	36.600	33.650		27.760	30.960	28.300	29.700	"

(1) Les renseignements donnés sur les poids sont la copie de ceux qui ont été fournis par les exposants; certains de ces renseignements n'ayant pas été établis suivant le mode uniforme demandé par le jury, les chiffres ne sont pas comparables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU II. — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR DIVERS SERVICES (VOIE NORMALE). [*Voir suite page 194.*]

		MACHINES POUR TRAINS DE VOYAGEURS SUR LIGNES À PROFIL ACCIDENTÉ OU POUR TRAINS DE MARCHANDISES SUR LIGNES À PROFIL FACILE.				
Pays de provenance	Belgique.	France.	France.	France.	Italie.	Suisse.
Exposant	Haine Saint-Pierre.	État	Nord.	Paris-Orléans.	Miani, Silvestri et C^ie^.	Société de Winterthur.
Constructeur	Haine Saint-Pierre.	"	Nord.	Paris-Orléans.	Miani, Silvestri et C^ie^.	Société de Winterthur.
Réseau auquel la locomotive est affectée	État belge.	État.	Nord.	Paris-Orléans.	Méditerranée.	Jura-Berne-Lucerne.
Service auquel la locomotive est affectée	Voyageurs.	Voyageurs ou marchandises.	Voyageurs ou marchandises.	Voyageurs ou marchandises.	Voyageurs.	Voyageurs ou marchandises
Renvoi à la page du rapport	(Page 151.)	(Page 152.)	(Page 152.)	(Page 153.)	(Page 154.)	(Page 155.)
Grille — Longueur (mètres)	2,230	1,523	2,174	1,710	2,360	1,500
Grille — Largeur (mètres)	2,565	0,886	0,962	1,018	0,950	1,000
Grille — Surface (mètres carrés)	5,720	1,350	2,091	1,740	2,240	1,500
Boîte à feu — Longueur intérieure (mètres)	2,230	1,400	2,174	1,592	2,300	1,500
Boîte à feu — Largeur intérieure en bas (mètres)	2,574	0,912	0,962	1,018	0,950	1,000
Boîte à feu — Largeur intérieure en haut (mètres)		1,071	1,046	1,110	1,060	1,008
Boîte à feu — Hauteur moyenne du ciel au-dessus de la grille (mètres)	"	1,380	1,250	1,440	1,380	1,260
Corps cylindrique — Longueur (mètres)	4,000	4,195	3,900	4,315	4,380	4,000
Corps cylindrique — Diamètre moyen (mètres)	1,400	1,250	1,346	1,500	1,480	1,327
Corps cylindrique — Épaisseur de la tôle (millimètres)	14	14	18	16,5 | 13	15,5	15
Corps cylindrique — Nature du métal	"	Fer.	Fer.	Fer. | Acier.	Fer.	Acier doux.
Corps cylindrique — Hauteur de l'axe au-dessus du rail (mètres)	2,370	1,955	2,225	2,150	2,20	2,100
Corps cylindrique — Timbre (kilogrammes)	10	9	14	11	10	12
Capacité de la chaudière — Volume d'eau avec 0,10 au-dessus du ciel du foyer (mètres cubes)	"	3,415	4,430	4,520	5,440	3,400
Capacité de la chaudière — Volume de vapeur (mètres cubes)	"	2,081	2,190	3,601	2,650	1,600
Tubes — Nombre	236	154	208	246	203	177
Tubes — Longueur entre les plaques tubulaires (mètres)	4,050	4,295	4,000	4,439	4,497	4,10
Tubes — Diamètre extérieur (millimètres)	50	50	45	48	52	51
Tubes — Diamètre intérieur (millimètres)	45	45	40	43	46	46
Surface de chauffe — du foyer (mètres carrés)	15,00	7,50	9,30	11,80	11,23	7,50
Surface de chauffe — des tubes, à l'extérieur (mètres carrés)	131,22	103,90	117,50	162,85	149,20	113,70
Surface de chauffe — totale (mètres carrés)	146,22	111,40	126,80	174,65	159,80	121,20
Châssis — Type	Extérieur (long. central).	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
Châssis — Écartement intérieur des longerons (mètres)	"	1,223	1,220	1,243	1,230	1,230
Châssis — Longueur totale entre les extrémités des tampons (mètres)	9,800	8,340	16,040	8,925	10,270	8,960

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU II (*suite*). — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR DIVERS SERVICES (VOIE NORMALE). [*Voir la suite aux tableaux II bis et II ter.*]

	MACHINES POUR TRAINS DE VOYAGEURS SUR LIGNES À PROFIL ACCIDENTÉ OU POUR TRAINS DE MARCHANDISES SUR LIGNES À PROFIL FACILE. (*Suite.*)					
Pays de provenance	Belgique.	France.	France.	France.	Italie.	Suisse.
Exposant	Haine Saint-Pierre.	État	Nord.	Pavis-Orléans.	Miani, Silvestri et C^ie^.	Société de Winterthur.
Constructeur	Haine Saint-Pierre.	»	Nord.	Paris-Orléans.	Miani, Silvestri et C^ie^.	Société de Winterthur.
Réseau auquel la locomotive est affectée	État belge.	État.	Nord.	Paris-Orléans.	Méditerranée.	Jura-Berne-Lucerne.
Service auquel la locomotive est affectée	Voyageurs.	Voyageurs ou marchandises.	Voyageurs ou marchandises.	Voyageurs ou marchandises.	Voyageurs.	Voyageurs ou marchandises.
Renvoi à la page du rapport	(Page 151.)	(Page 152.)	(Page 152.)	(Page 153.)	(Page 154.)	(Page 155.)
Mouvement et distribution. — Diamètre des cylindres (mètres)	0,500	0,420 | 0,600	0,433 | 0,500	0,480	0,470	0,450 | 0,640
Course des pistons (mètres)	0,600	0,600	0,700	0,600	0,620	0,650
Entr'axe des cylindres (mètres)	0,570	2,030	2,100	2,143	2,080	2,090
Longueur de la bielle motrice (mètres)	2,200	1,845	2,120	1,665	1,937	1,820
Système de distribution	Walschaert.	Mallet.	Nord et Walschaert.	Stephenson modifié.	Gooch.	Stephenson.
Roues. — Nombre total des roues	8	6	8	8	10	8
Nombre de roues accouplées	6	6	6	6	6	6
Entr'axe extrême des roues (mètres)	6,650	3,400	6,630	5,800	7,350	5,100
Diamètre des roues motrices au contact (mètres)	1,700	1,510	1,650	1,500	1,675	1,520
Disposition spéciale pour le passage des courbes	Boîtes radiales.	Plans inclinés *N*.	Boîtes Roy *N*.	Boîtes *N* à déplacement.	Bogie.	Bissel.
Poids [1]. — de la machine vide (kilogrammes)	44.800	30.450	42.450	45.150	50.400	41.500
total de la machine en ordre de marche (kilogrammes)	53.100	34.100	46.200	50.500	56.100	45.200
adhérent (kilogrammes)	40.900	34.100	39.500	38.000	41.850	Environ 36.000
Effort de traction calculé par la formule $\frac{0,65\,P\,d^2 l}{D}$ (kilogrammes)	»	4.100	»	6.589	5.506	4.800
Frein. — Types	Westinghouse.	Organes moteurs du frein Wenger.	A vapeur et organes moteurs du frein à vide.	Organes moteurs du frein Wenger.	Westinghouse.	Westinghouse.
Nombre de roues enrayées	6	»	6	»	6	4
Tender. — Poids de l'eau (kilogrammes)	Non exposé.	Non exposé.	Non exposé.	6.000	10.000	7.100
Poids du combustible (kilogrammes)				4.000	3.500	4.200
Nombre de roues				4	6	6
Diamètre des roues (mètres)				1,100	1,210	1,160
Entr'axe extrême des roues				2,600	3,000	2,500
Poids vide avec agrès (kilogrammes)				10.760	14.800	10.200
Poids en charge complète (kilogrammes)				20.760	28.300	21.500

(1). Les renseignements donnés sur les poids sont la copie de ceux qui ont été fournis par les exposants; certains de ces renseignements n'ayant pas été établis suivant le mode uniforme demandé par le jury, les chiffres ne sont pas comparables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU II *bis*. — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR DIVERS SERVICES (VOIE NORMALE). (*Voir suite page 198.*)

	MACHINES POUR TRAINS DE MARCHANDISES.						
Pays de provenance	Belgique.	Belgique.	Belgique.	France.	France.	France.	Grande-Bretagne.
Exposant	Grand Central belge.	La Métallurgique.	Marcinelle et Couillet.	Midi.	Nord.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Neilson et Cie.
Constructeur	Grand Central belge.	La Métallurgique.	Marcinelle et Couillet.	Schneider et Cie.	Nord.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Neilson et Cie.
Réseau auquel la locomotive est affectée	Grand Central belge.	"	État belge.	Midi.	Nord.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Nord-Est Argentin.
Service auquel la locomotive est affectée	Marchandises m[e] tender.	Marchandises.	Marchandises.	Marchandises.	Marchandises.	Marchandises.	Marchandises.
Renvoi à la page du rapport	(Page 156.)	(Page 156.)	(Page 156.)	(Page 157.)	(Page 157.)	(Page 158.)	(Page 159.)
Grille. Longueur (mètres)	2,000	"	2,655	1,900	2,172	2,169	1,250
Grille. Largeur (mètres)	1,155	"	1,900	1,000	0,962	1,007	1,009
Grille. Surface (mètres carrés)	2,312	2,177	5,149	1,900	2,080	2,180	1,254
Boîte à feu. Longueur intérieure (mètres)	"	"	2,745	1,900	2,172	2,169	"
Boîte à feu. Largeur intérieure en bas (mètres)	"	"	1,900	1,000	0,962	1,007	"
Boîte à feu. Largeur intérieure en haut (mètres)	"	"	1,245	1,240	1,104	1,290	"
Boîte à feu. Hauteur moyenne du ciel au-dessus de la grille (mètres)	1,150	"	"	1,560	1,240	1,364	1,080
Corps cylindrique. Longueur (mètres)	3,410	"	3,460	4,790	3,962	4,045	"
Corps cylindrique. Diamètre moyen (mètres)	1,500	"	1,400	1,540	1,484	1,500	1,161
Corps cylindrique. Épaisseur de la tôle (millimètres)	"	"	14	17	16	16	12,7
Corps cylindrique. Nature du métal	"	"	"	Fer.	Fer.	Acier.	"
Corps cylindrique. Hauteur de l'axe au-dessus du rail (mètres)	2,206	"	2,170	1,995	2,050	2,260	2,040
Corps cylindrique. Timbre (kilogrammes)	10	8,260	10	9	10	15	"
Capacité de la chaudière. Volume d'eau avec 0,10 au-dessus du ciel du foyer (mètres cubes)	"	"	"	5,898	5,450	5,210	"
Capacité de la chaudière. Volume de vapeur (mètres cubes)	"	"	"	2,606	2,700	2,940	"
Tubes. Nombre	270	"	251	217	197	247	145
Tubes. Longueur entre les plaques tubulaires (mètres)	3,500	"	3,510	4,895	4,090	4,150	3,213
Tubes. Diamètre extérieur (millimètres)	50	"	45	53	50	50,0	"
Tubes. Diamètre intérieur (millimètres)	45	"	40	48	45	45,6	"
Surface de chauffe du foyer (mètres carrés)	8,79	9,48	11,33	10,85	9,20	10,96	5,85
Surface de chauffe des tubes, à l'extérieur (mètres carrés)	140,40	103,88	109,35	177,03	131,40	162,72	64,84
Surface de chauffe totale (mètres carrés)	149,19	113,36	120,68	187,88	140,60	173,68	70,69
Châssis. Type	Intérieur.	Intérieur.	Mixte.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
Châssis. Écartement intérieur des longerons (mètres)	1,250	"	"	1,218	1,220	1,220	1,256
Châssis. Longueur totale entre les extrémités des tampons (mètres)	9,986	9,015	9,400	9,425	15,420	9,430	6,991

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU II *bis* (suite). — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR DIVERS SERVICES (VOIE NORMALE). [*Voir la suite au tableau II* ter.]

MACHINES POUR TRAINS DE MARCHANDISES. (*Suite.*)

Pays de provenance	Belgique.	Belgique.	Belgique.	France.	France.	France.	Grande-Bretagne.
Exposant	Grand Central belge.	La Métallurgique.	Marcinelle et Couillet.	Midi.	Nord.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Neilson et Cie.
Constructeur	Grand Central belge.	La Métallurgique.	Marcinelle et Couillet.	Schneider et Cie.	Nord.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Neilson et Cie.
Réseau auquel la locomotive est affectée	Grand Central belge.	»	État belge.	Midi.	Nord.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Nord-Est Argentin.
Service auquel la locomotive est affectée	Marchandises m° tender.	Marchandises.	Marchandises.	Marchandises.	Marchandises.	Marchandises.	Marchandises.
Renvoi à la page du rapport	(Page 156.)	(Page 156.)	(Page 156.)	(Page 157.)	(Page 157.)	(Page 158.)	(Page 159.)
Mouvement et distribution. — Diamètre des cylindres (mètres)	0,480	0,460	0,500	0,540	0,380 | 0,660	0,360 | 0,540	0,355
Mouvement et distribution. — Courses des pistons (mètres)	0,600	0,650	0,600	0,610	0,650	0,650	0,458
Mouvement et distribution. — Entr'axe des cylindres (mètres)	2,050	//	0,570	2,100	2,110	0,500 | 2,100	2,975
Mouvement et distribution. — Longueur de la bielle motrice (mètres)	//	//	2,140	2,520	2,510	1,625 | 2,520	1,638
Mouvement et distribution. — Système de distribution	Walschaert.	Walschaert.	Walschaert.	Stephenson.	Gooch.	Walschaert.	Stephenson.
Roues. — Nombre total des roues	8	6	6	8	8	8	6
Roues. — Nombre de roues accouplées	8	6	6	8	8	8	6
Roues. — Entr'axe extrême des roues (mètres)	4,300	4,000	4,200	3,860	4,250	4,050	3,676
Roues. — Diamètre des roues motrices au contact (mètres)	1,220	1,350	1,300	1,190	1,300	1,260	1,219
Roues. — Disposition spéciale pour le passage des courbes	//	//	//	Plans inclinés.	//	Plans inclinés AV et AR.	//
Poids (1). — de la machine vide (kilogrammes)	41.000	32.800	39.800	47.200	45.940	51.590	26.918
Poids (1). — total de la machine en ordre de marche (kilogrammes)	52.400	36.600	43.200	53.700	51.600	57.100	29.865
Poids (1). — adhérent (kilogrammes)	52.400	36.600	43.200	53.700	51.600	57.100	29.865
Poids (1). — Effort de traction calculé par la formule $\frac{0.65\,P\,d^2\,l}{D}$ (kilogrammes)	5.960	5.297	7.400	8.600	//	10.300	1.497
Frein. — Types	//	//	//	Frein à main. Frein à vis.	Frein à vide non automatique.	Frein à air comprimé automatique et modérable.	Frein à vis.
Frein. — Nombre de roues enrayées	//	//	//	2	2	4	6
Tender. — Poids de l'eau (kilogrammes)	4.500	Non exposé.	Non exposé.	Non exposé.	Non exposé.	8.000	6.356
Tender. — Poids du combustible (kilogrammes)	2.000					5.000	3.038
Tender. — Nombre de roues	//					4	4
Tender. — Diamètre des roues (mètres)	//					1,200	0,914
Tender. — Entr'axe extrême des roues	//					2,500	2,438
Tender. — Poids vide avec agrès (kilogrammes)	//					13.310	9.547
Tender. — Poids en charge complète (kilogrammes)	//					26.310	18.941

(1) Les renseignements donnés sur les poids sont la copie de ceux qui ont été fournis par les exposants; certains de ces renseignements n'ayant pas été établis suivant le mode uniforme demandé par le jury, les chiffres ne sont pas comparables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU II *ter*. — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR DIVERS SERVICES (VOIE NORMALE). (*Voir fin page 202.*)

	MACHINES-TENDERS OU TENDERS POUR TRAINS DE BANLIEUE POUR LIGNES D'EMBRANCHEMENT.						MACHINES-TENDERS POUR MANŒUVRES.	
Pays de provenance	Belgique.	Belgique.	Belgique.	France.	France.	France.	France.	France.
Exposant	Société de la Meuse.	Société de St-Léonard.	La Métallurgique.	Est.	Cie de Fives-Lille.	Société des anciens établissements Cail.	Société des anciens établissements Cail.	Nord.
Constructeur	Société de la Meuse.	Société de St-Léonard.	La Métallurgique.	Est.	Cie de Fives-Lille.	Société des anciens établissements Cail.	Société des anciens établissements Cail.	Nord.
Réseau auquel la locomotive est affectée	État belge.	État belge.	État belge.	Est.	Ouest.	Achiet à Bapaume.	Société des anciens établissements Cail.	Nord.
Service auquel la locomotive est affectée	Embranchements.	Embranchements.	Voiture à vapeur (1).	Banlieue.	Banlieue.	Voyageurs et marchandises.	Manutention, (système de Bange).	Manutention.
Renvoi à la page du rapport	(Page 160.)	(Page 160.)	(Page 160.)	(Page 161.)	(Page 161.)	(Page 162.)	(Page 163.)	(Page 163.)
Grille — Longueur (mètres)	1,830	1,830	0,900	1,842	1,260	1,152	Ronde. Diamètre : 0,904	0,722
Grille — Largeur (mètres)	1,125	1,125	1,120	0,990	1,024	1,006		0,724
Grille — Surface (mètres carrés)	2,064	2,064	1,080	1,820	1,290	1,160	0,640	0,520
Boîte à feu — Largeur intérieure — Longueur intérieure (mètres)	1,830	1,830	0,900	1,830	1,260	1,320	Ronde. Diamètre : 1,040.	//
Boîte à feu — Largeur intérieure — en bas (mètres)	1,130	1,130	1,170	1,020	1,024	1,176		//
Boîte à feu — Largeur intérieure — en haut (mètres)	0,992	0,992	1,170	1,097	1,060	1,176		//
Boîte à feu — Hauteur moyenne du ciel au-dessus de la grille (mètres)	//	//	0,930	1,340	1,580	1,400	1,200	0,950
Corps cylindrique — Longueur (mètres)	2,500	2,500	1,270	4,000	3,100	3,600	//	1,430
Corps cylindrique — Diamètre moyen (mètres)	1,075	1,075	1,090	1,300	1,220	1,150	0,748	0,858
Corps cylindrique — Épaisseur de la tôle (millimètres)	12,5	12,5	13	15	14	13	9	11
Corps cylindrique — Nature du métal	//	//	//	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.
Corps cylindrique — Hauteur de l'axe au-dessus du rail (mètres)	2,100	2,100	2,220	2,145	2,180	1,735	1,484	1,550
Corps cylindrique — Timbre (kilogrammes)	11	11	12	10	10	9	8	10
Capacité de la chaudière — Volume d'eau avec 0,10 au-dessus du ciel du foyer (mètres cubes)	2,000	2,000	1,209	3,152	2,660	2,550	0,823	0,900
Capacité de la chaudière — Volume de vapeur (mètres cubes)	0,700	0,700	0,400	1,871	1,500	1,250	0,585	0,400
Tubes — Nombre	147	147	150	247	203	133	70	43
Tubes — Longueur entre les plaques tubulaires (mètres)	2,550	2,550	1,340	4,098	3,200	3,700	2,000	1,500
Tubes — Diamètre extérieur (millimètres)	45	45	40	40	45	50	47	50
Tubes — Diamètre intérieur (millimètres)	40	40	35	35	41	45	42	45
Surface de chauffe — du foyer (mètres carrés)	6,76	6,76	4,13	8,89	7,60	6,20	3,18	2,68
Surface de chauffe — des tubes, à l'extérieur (mètres carrés)	46,17	46,17	22,24	127,19	91,80	77,26	20,86	10,48
Surface de chauffe — totale (mètres carrés)	52,93	52,93	26,37	136,08	99,40	83,46	24,04	13,16
Châssis — Type	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Mixte.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
Châssis — Écartement intérieur des longerons (mètres)	//	//	1,288	1,920	1,250	1,230	1,180	1,303
Châssis — Longueur totale entre les extrémités des tampons (mètres)	//	//	15,966	10,820	8,530	8,000	5,150	4,570

(1) Voir au tableau IV *bis* le détail de la voiture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU II *ter* (fin). — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR DIVERS SERVICES (VOIE NORMALE).

		MACHINES-OU		TENDERS POUR TRAINS DE BANLIEUE POUR LIGNES D'EMBRANCHEMENT. (*Suite.*)				MACHINES-TENDERS POUR MANŒUVRES. (*Suite.*)	
Pays de provenance		Belgique.	Belgique.	Belgique.	France.	France.	France.	France.	France.
Exposant		Société de la Meuse.	Société de St-Léonard.	La Métallurgique.	Est.	Cie de Fives-Lille.	Société des anciens établissements Cail.	Société des anciens établissements Cail.	Nord.
Constructeur		Société de la Meuse.	Société de St-Léonard.	La Métallurgique.	Est.	Cie de Fives-Lille.	Société des anciens établissements Cail.	Société des anciens établissements Cail.	Nord.
Réseau auquel la locomotive est affectée		État belge.	État belge.	État belge.	Est.	Ouest.	Achiet à Bapaume.	Société des anciens établissements Cail.	Nord.
Service auquel la locomotive est affectée		Embranchements.	Embranchements.	Voiture à vapeur.	Banlieue.	Banlieue.	Voyageurs et marchandises.	Manutention (système de Bange).	Manutention.
Renvoi à la page du rapport		(Page 160.)	(Page 160.)	(Page 160.)	(Page 161.)	(Page 161.)	(Page 162.)	(Page 163.)	(Page 163.)
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres (mètres)	0,350	0,350	0,200	0,460	0,430	0,400	0,210	0,180
	Course des pistons (mètres)	0,500	0,500	0,350	0,600	0,600	0,500	0,250	0,250
	Entr'axe des cylindres (mètres)	1,974	1,974	0,460	0,930	0,650	2,010	0,550	1,820
	Longueur de la bielle motrice (mètres)	1,850	1,850	1,070	1,740	1,750	1,430	1,010	1,375
	Système de distribution	Walschaert.	Walschaert.	Walschaert.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.
Roues	Nombre total de roues	6	6	8	8	6	6	8	4
	Nombre de roues accouplées	6	6	4	6	6	6	8	4
	Entr'axe extrême des roues (mètres)	4,000	4,000	9,660 (2)	5,050	4,450	2,600	2,415	1,570
	Diamètre des roues motrices au contact (mètres)	1,200	1,200	0,980	1,560	1,540	1,150	0,650	0,620
	Disposition spéciale pour le passage des courbes	"	"	Boîtes radiales.	Plans inclinés Æ.	"	"	Système de Bange.	"
Poids (1)	de la machine vide (kilogrammes)	24.700	24.700	24.160	44.550	32.760	25.500	8.000	10.035
	total de la machine en ordre de marche (kilogrammes)	30.700	30.700	28.810 (2)	55.000	41.000	32.650	10.000	12.910
	adhérent (kilogrammes)	30.700	30.700	17.950	41.850	41.000	32.650	10.000	12.910
	Effort de traction calculé par la formule $\frac{0,65\,P\,d^2\,l}{D}$ (kilogrammes)	3.800	3.800	1.348	"	4.680	4.000	882	849
Frein	Types	Westinghouse.	Westinghouse.	Westinghouse.	Westinghouse.	Westinghouse.	Frein à vis.	A main, à rubans.	Frein à vapeur. Frein à vis.
	Nombre de roues enrayées	6	6	4	6	6	4	"	2
Tender	Poids de l'eau (kilogrammes)	3.200	3.200	1.800	5.250	4.000	3.500	900	1.500
	Poids du combustible (kilogrammes)	600	600	500	2.250	1.200	800	"	360
	Nombre de roues	"	"	"	"	"	"	"	"
	Diamètre des roues (mètres)	"	"	"	"	"	"	"	"
	Entr'axe extrême des roues	"	"	"	"	"	"	"	"
	Poids vide avec agrès (kilogrammes)	"	"	"	"	"	"	"	"
	Poids en charge complète (kilogrammes)	"	"	"	"	"	"	"	"

(1) Les renseignements donnés sur les poids sont la copie de ceux qui ont été fournis par les exposants; certains de ces renseignements n'ayant pas été établis suivant le mode uniforme demandé par le jury, les chiffres ne sont pas comparables.

(2) Y compris la voiture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV.

VOITURES ET WAGONS (VOIE NORMALE).

L'exposition du matériel roulant à la classe 61 comprenait des *voitures* et des *wagons*, des *dessins* et *photographies de véhicules*, des *pièces détachées* et des *accessoires*.

I

VOITURES ET WAGONS.

Dans l'exposition des voitures et wagons, on distingue deux grandes catégories : A. Matériel à voyageurs; B. Matériel à marchandises.

A. Matériel à voyageurs.

Le matériel à voyageurs exposé à la classe 61 par les compagnies de chemins de fer et par les ateliers de construction comprend des voitures de types très divers; les unes sont des véhicules semblables à ceux qui sont en service courant sur les lignes exploitées; les autres sont employées dans des cas spéciaux. Les exposants ont eu en vue de montrer, à côté de leurs types sanctionnés par une pratique plus ou moins longue, des spécimens de dispositions réalisées dans le but d'augmenter le confort ou de répondre à certains desiderata formulés par une partie du public voyageur. La diversité des types a d'ailleurs, la plupart du temps, pour cause la diversité des besoins à satisfaire, et tel véhicule très bien étudié pour tel ou tel réseau et pour tel ou tel cas ne conviendrait nullement à des conditions différentes. Aussi doit-on se garder avec le plus grand soin d'appréciations générales : tout est ici une question d'espèces.

Pour faciliter l'étude du matériel à voyageurs exposé, on l'a divisé, pour les descriptions sommaires qui vont suivre, en trois parties :

a. Voitures de première classe et de luxe;

b. Voitures mixtes et de deuxième classe;

c. Voitures de troisième classe.

a. Voitures de première classe et de luxe.

On a dû réunir ces deux catégories parce que, dans certains cas, la distinction en est fort difficile à faire au seul point de vue technique. Parmi les voitures de première classe et de luxe, il a paru utile de distinguer :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 1. *Les voitures de première classe et de luxe à compartiments séparés;*
§ 2. *Les voitures de première classe et de luxe à intercirculation de bout en bout;*
§ 3. *Les voitures avec lits, salons ou restaurants.*

§ 1. *Voitures de première classe et de luxe à compartiments séparés.*

Exposition de la Belgique.

1° *Voiture de première classe,* exposée par la Société internationale de construction et d'entreprise de travaux publics, à Braine-le-Comte. — Cette voiture comporte cinq compartiments de première classe de 8 places chacun.

Le châssis en fer est monté sur trois essieux; les mains de suspension des ressorts montés sur les essieux extrêmes sont munies de tiges de réglage; les mains des ressorts montés sur l'essieu du milieu sont fixes, mais pourvues d'anneaux de grande longueur; les palettes supérieures de marchepied règnent sur toute la longueur de la voiture.

La caisse est recouverte à l'extérieur par des frises en teck disposées verticalement; les dossiers et les coussins sont garnis en drap rouge; au-dessus des dossiers les parois sont garnies en reps de soie broché; le plafond est également garni en reps de soie; les serrures, avec indicateur de fermeture à l'intérieur, sont du système Fondu.

La voiture est munie du frein à air comprimé.

Exposition de la France.

2° *Voiture de première classe,* exposée par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Cette voiture comprend deux compartiments communiquant entre eux et ayant accès dans un cabinet de toilette et water-closet communs, et un compartiment séparé ayant accès dans un cabinet de toilette et water-closet particuliers; les deux cabinets de toilette sont contigus et situés entre le compartiment séparé et les deux compartiments en communication; le nombre total de places offertes est de 20.

Le châssis, entièrement métallique, est monté sur deux essieux espacés de 4 m. 50; il supporte la caisse par l'intermédiaire de bandes en caoutchouc.

La caisse est en teck; elle est munie d'un double plancher et d'un pavillon à deux parois dont l'intervalle est rempli de varech fortement tassé. Les sièges et les dossiers sont montés sur sommiers élastiques; la garniture intérieure est en drap gris mastic.

La voiture est munie du frein à air comprimé système Wenger et des appareils d'intercommunication pneumatique permettant aux voyageurs, en cas de danger, de serrer le frein et d'arrêter le train; des voyants extérieurs indiquent aux agents la voiture d'où est parti l'appel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° *Voiture de première classe,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Cette voiture comprend un groupe de quatre compartiments de première classe communiquant deux à deux et un groupe de deux compartiments de première classe communiquant, ces deux groupes étant séparés par deux compartiments de fauteuils-lits communiquant entre eux. Un cabinet de toilette avec water-closet est installé entre les deux compartiments (ordinaires ou à fauteuils-lits) de chaque groupe. Les compartiments de première classe sont à 7 places chacun, et les compartiments de fauteuils-lits à 3 places, soit 48 places au total. On accède à chaque compartiment par des portières latérales.

Le châssis de cette voiture est monté sur deux bogies à quatre roues; les brancards, formés de deux poutres en tôle et cornière armées de tirants, supportent de faux brancards en bois sur lesquels est assemblée la charpente en bois de la caisse. Les bogies en fer, à deux essieux, sont montés sur ressorts longitudinaux à lames, et la caisse repose sur eux par l'intermédiaire de ressorts transversaux à pincettes; les mains de suspension sont pourvues de tiges de réglage horizontales et de tiges de réglage verticales. Les attelages sont à balancier, système Chevalier et Rey.

La caisse est tôlée; les baies sont munies de volets capitonnés; les châssis de glace sont équilibrés au moyen de ressorts à barillets; les serrures sont munies de poignées qui permettent d'ouvrir ou de fermer les portières de l'intérieur du compartiment.

La voiture est munie du frein continu automatique et modérable; des appareils d'intercommunication électrique permettant aux voyageurs d'appeler, en cas de danger, le conducteur; de l'éclairage au gaz d'huile et d'un système de chauffage avec quatre poêles thermo-siphon desservant chacun un groupe de deux compartiments.

4° *Voiture de première classe à quatre compartiments,* exposée par la même Compagnie (P.-L.-M.). — Cette voiture comporte 4 compartiments de 8 places, soit 32 places au total.

Le châssis est en fer; il est monté sur trois essieux; les brancards et les traverses extrêmes sont à section en U; les attelages sont à balancier, système Chevalier et Rey.

La caisse est tôlée; les baies de custode sont pourvues de volets capitonnés; des glaces dormantes sont installées dans les cloisons de séparation des quatre compartiments.

La voiture est munie des appareils d'éclairage au gaz d'huile, du frein continu à air comprimé automatique et modérable, des appareils d'intercommunication électrique (provisoirement) et des appareils d'intercommunication pneumatique permettant aux voyageurs, en cas de danger, de faire appel au conducteur et au mécanicien, sans produire l'arrêt du train.

5° *Voiture de première classe à quatre compartiments,* exposée par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Cette voiture comporte 4 compartiments de 8 places, soit 32 places.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le châssis, en acier, est porté par deux essieux espacés de 5 m. 50. Les appareils de choc et de traction sont disposés de façon à assurer le contact permanent des tampons dans les courbes. La caisse repose sur le châssis par l'intermédiaire de rondelles en caoutchouc.

La caisse, à charpente en teck, est munie d'un double plancher et d'un double pavillon remplis de cellulose en poudre. Les coussins et les dossiers des banquettes sont montés sur sommiers à ressorts en spirale; la partie de la garniture au-dessus de la hauteur d'appui est rembourrée avec de la cellulose en fibres; les serrures sont munies d'une poignée permettant de les fermer de l'intérieur du compartiment; deux plaques portant l'indication « ouvert », « fermé », sont placées en regard des positions extrêmes de ces poignées; des glaces dormantes sont placées dans les cloisons de séparation des compartiments voisins.

L'éclairage est fourni par des lampes à pétrole système Shallis et Thomas. La voiture est munie des appareils de ventilation du système Pignatelli, du frein à air comprimé système Wenger et d'un appareil d'intercommunication électrique.

Exposition de l'Italie.

6° *Voiture de première classe*, exposée par la Société italienne des chemins de fer méridionaux, réseau de l'Adriatique. — Cette voiture comprend deux compartiments à 7 places chacun, communiquant entre eux, un compartiment séparé, également à 7 places, et deux water-closets situés, l'un entre les deux compartiments communiquants, l'autre (destiné au compartiment séparé) entre ce dernier compartiment et les deux autres.

Le châssis est monté sur deux essieux.

A l'intérieur de la caisse, la garniture est en velours rouge; au-dessus des dossiers, les parois sont garnies en toile cirée. L'ébénisterie intérieure est en acajou. Les baies sont munies de châssis de glace, de persiennes et de rideaux.

La voiture est éclairée au gaz.

7° *Voiture de première classe*, exposée par MM. Miani, Silvestri et Cie, de Milan. — Cette voiture comprend : deux compartiments à 7 places chacun, entre lesquels est installé un cabinet de toilette avec water-closet, dont l'entrée donne sur un couloir latéral réunissant les deux compartiments; un compartiment séparé, également à 7 places, et ayant directement accès à un cabinet de toilette avec water-closet placé à l'extrémité de la voiture; un cabinet isolé pour un gardien; ces deux derniers cabinets sont contigus et règnent chacun sur une moitié de la largeur de la voiture; l'entrée du cabinet du gardien est située en bout à l'extérieur.

Le châssis, en acier, est monté sur deux essieux.

Dans la caisse, les coussins et les dossiers des compartiments de voyageurs reposent sur des sommiers élastiques; les sièges peuvent se tirer, afin d'en augmenter la pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fondeur; les baies sont munies de châssis de glace, de persiennes et de rideaux; des filets à deux étages sont fixés sur les cloisons séparatives des compartiments; la garniture est en reps de soie; l'ébénisterie est en acajou et érable, les portières sont munies de serrures avec indicateurs et se manœuvrent de l'intérieur du compartiment. Les cabinets de toilette sont dallés en marbre.

La voiture est éclairée au gaz et munie du frein à air comprimé.

§ 2. *Voitures de première classe et de luxe à intercirculation.*

Exposition des États-Unis d'Amérique.

1° *Bogie et section d'un compartiment d'une voiture à voyageurs,* exposés par la Compagnie du Pennsylvania railroad. — La section de voiture donne un aperçu des dimensions du véhicule; l'installation intérieure se compose de banquettes disposées transversalement à l'axe longitudinal de la voiture. Le véhicule est indiqué comme comportant 56 places et un lavabo-toilette.

Le châssis, de 14 mètres de longueur utile environ, est monté sur deux bogies. Ces bogies sont munis de ressorts à boudin reposant sur un balancier en fer qui prend ses points d'appui sur les boîtes des essieux; la traverse mobile repose sur des ressorts à pincettes disposés transversalement à l'axe de la voiture; les mouvements transversaux de la traverse sont réglés par de petits ressorts à boudin.

Dans la caisse, les banquettes transversales ont leurs dossiers articulés pouvant être utilisés à volonté, d'un côté ou de l'autre de la banquette.

Le chauffage est assuré par deux poêles; les coffres de distribution d'air chaud sont placés sous les banquettes. La voiture est éclairée au gaz et munie du frein à air comprimé.

Exposition de la France.

2° *Voiture de première classe,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Cette voiture comprend deux compartiments à 7 places (un à chaque extrémité de la voiture) et deux compartiments à 6 places, d'un même côté de l'axe longitudinal de la voiture; entre ces groupes de compartiments, est installé un cabinet de toilette avec water-closet; un couloir latéral, établi entre les deux compartiments extrêmes, met en communication tous les compartiments. Les compartiments extrêmes et le water-closet sont fermés sur le couloir par des portes pleines à charnières, et les compartiments intermédiaires par une cloison vitrée avec porte vitrée à charnières. Chacune des faces de la voiture est munie, à la manière ordinaire, d'autant de portières qu'il y a de compartiments. Toutefois, pour le water-closet, il n'y a de portière que du côté du couloir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le châssis entièrement métallique est porté par trois essieux espacés de 5 m. 70. La caisse est en bois de teck avec revêtement extérieur en tôle d'acier; elle est munie d'un double plancher avec remplissage en varech et repose sur le châssis par l'intermédiaire de cales en caoutchouc. La garniture intérieure des compartiments est en drap mastic; les parois du couloir sont en ébénisterie avec panneaux en cuir gaufré; le cabinet de toilette est garni en moleskine et son plancher est couvert d'un tapis en caoutchouc. Les sièges sont montés sur une articulation qui permet de les tirer et d'en augmenter la profondeur; les châssis de glace peuvent être maintenus à différentes hauteurs par des arrêts à crémaillères; les filets sont à deux étages, l'un pour les colis volumineux, l'autre pour les petits objets; les serrures des portières sont munies de poignées permettant de les manœuvrer de l'intérieur du compartiment. Le cabinet de toilette est pourvu d'un ventilateur et le réservoir contenant l'eau nécessaire aux appareils est installé entre la toiture de la voiture et le plafond du cabinet de toilette; le remplissage de ce réservoir se fait au moyen d'une petite pompe rotative fixée sur l'un des brancards de châssis.

La voiture est éclairée au gaz d'huile (lampes à bec intensif Delmas) et pourvue du frein Westinghouse, ainsi que d'appareils d'intercommunication électrique.

3° *Voiture de première classe*, exposée par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Cette voiture comprend deux groupes de quatre compartiments chacun, avec water-closet et cabinet de toilette à chaque extrémité de la voiture. Les deux groupes de compartiments sont séparés par un couloir transversal et débouchent ainsi que les water-closets sur deux couloirs latéraux régnant chacun sur la mi-longueur de la voiture et formant un Z avec le couloir transversal. Aux extrémités se trouve une terrasse, avec marchepieds, portillons et passerelle de communication. Chaque compartiment contient 6 places, soit 48 places au total. Deux portières avec marchepieds se développant automatiquement sont installées sur chaque face de la voiture en face du couloir transversal, ce qui donne avec les terrasses quatre accès sur chaque face de la voiture.

Cette voiture est montée sur deux bogies; sa construction est à peu près identique avec celle de la voiture de première classe à compartiments séparés et à deux bogies exposée également par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée et dont il est fait mention plus haut (voiture de première classe et de luxe à compartiments séparés); elle présente aussi les mêmes dispositions spéciales pour les attelages, l'éclairage, le frein à air comprimé, l'intercommunication électrique; volets capitonnés, châssis de glace équilibrés, serrures à poignées de manœuvre à l'intérieur des compartiments. Le chauffage est assuré par deux poêles thermo-siphon desservant chacun la moitié de la voiture.

4° *Voiture de première classe*, exposée par la même Compagnie (P.-L.-M.). — Cette voiture est à couloir intérieur et comprend, d'un côté du couloir, huit compartiments à 4 places chacun, de l'autre côté du couloir, huit compartiments à 2 places chacun.

Imprimerie nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les compartiments à quatre places, les deux groupes de deux compartiments placés à chaque extrémité de la voiture sont seuls fermés sur le couloir; les autres compartiments sont ouverts sur le couloir et les cloisons de séparation n'existent pas au-dessus des appuis-tête; l'une des banquettes extrêmes de ces derniers compartiments est réservée pour l'agent de la Compagnie qui accompagne la voiture. Le nombre total de places disponibles est de 47. Un cabinet de toilette avec water-closet et une terrasse avec marchepieds, portillons et passerelle de communication, sont placés à chaque extrémité de la voiture. Deux portières avec marchepieds se développant automatiquement sont installées sur chaque face vers le milieu de la voiture, ce qui donne, avec les terrasses, quatre accès sur chaque face de la voiture.

Cette voiture est montée sur deux bogies; sa construction est à peu près identique avec celle de la voiture de première classe à couloir brisé, mentionnée ci-dessus, et comporte les mêmes dispositions spéciales : attelages à balancier, système Chevalier et Rey; volets capitonnés, châssis de glace équilibrés au moyen de ressorts à barillet; poignées intérieures pour la manœuvre des serrures de l'intérieur des compartiments; frein continu à air comprimé automatique et modérable; appareils d'intercommunication électrique permettant aux voyageurs d'appeler le conducteur du train : éclairage au gaz d'huile, appareils de chauffage thermo-siphon desservant chacun la moitié de la voiture.

5° *Voiture de première classe*, exposée par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Cette voiture comprend sept compartiments à 6 places chacun (soit au total 42 places) et deux cabinets de toilette, l'un pour les dames, l'autre pour les hommes; l'entrée de chaque compartiment se trouve sur un couloir latéral auquel on accède par une plate-forme complètement fermée avec marchepied de chaque côté, ménagée à l'extrémité de chaque voiture. L'entrée des cabinets de toilette se trouve sur les plates-formes; à chaque extrémité de la voiture existe une passerelle de communication avec soufflet en cuir. Chaque compartiment de voyageurs est fermé sur le couloir par une cloison vitrée munie d'une porte roulante vitrée; le couloir est fermé à chaque extrémité par une porte flottante; il contient trois strapontins.

Le châssis et la caisse de cette voiture sont constitués essentiellement par deux tôles de 17 m. 050 de longueur, 1 m. 127 de hauteur et 0 m. 005 d'épaisseur, renforcées par des fers en U et formant de chaque côté le revêtement extérieur de la voiture au-dessous des baies. Ces deux poutres de résistance servent de point d'attache à tous les montants de la charpente de la caisse et aux traverses du châssis. Ce châssis est monté sur deux bogies. Les bogies sont munis de six ressorts longitudinaux à lames; leurs longerons sont en tôle d'acier. Le mouvement de rotation est limité par des chaînes de sécurité; les boîtes sont disposées de manière à permettre la visite de la fusée et le remplacement du coussinet sans qu'il soit nécessaire de soulever la voiture. Les attelages sont disposés de manière que le contact des tampons soit maintenu dans les courbes sans que la bande des ressorts soit changée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque compartiment comporte, du côté opposé au couloir, deux larges baies pourvues de doubles châssis de glace équilibrés par des contrepoids et surmontés d'une glace dormante; le châssis de glace extérieur porte une barre transversale pour empêcher les voyageurs de se pencher au dehors lorsque les châssis sont abaissés; entre les deux baies de chaque compartiment est installé un ventilateur. Les sièges sont munis d'un mécanisme permettant de les tirer et d'augmenter leur profondeur de façon à les transformer en fauteuils-lits. Les compartiments, le couloir et les plates-formes sont garnis en drap gris noisette. La voiture est munie d'un double plancher et d'un double plafond remplis de cellulose en poudre. Le chauffage est assuré par deux appareils thermo-siphon desservant chacun la moitié de la voiture: l'éclairage est fourni par des lampes système Shallis et Thomas. La voiture est munie du frein continu, système Wenger.

6° *Voiture de première classe*, exposée par la COMPAGNIE FRANÇAISE DE MATÉRIEL DE CHEMINS DE FER. — Cette voiture, de la forme dite «en Z», se compose de deux caisses séparées par un couloir transversal et comprenant chacune quatre compartiments à 6 places, et un water-closet à chacune des extrémités de la voiture. Chacun des deux groupes de compartiments est desservi par un couloir latéral extérieur ouvert, régnant sur la moitié de la longueur de la voiture et formant le Z avec le couloir transversal. Ces couloirs latéraux sont munis extérieurement de garde-corps métalliques dont les montants supportent la toiture; ils aboutissent, à chaque extrémité du véhicule, à une terrasse d'accès. Les compartiments s'ouvrent d'un côté directement par des portières sur la voie, et de l'autre côté sur le couloir latéral; le couloir transversal est pourvu, à chaque extrémité, d'un portillon avec marchepieds, ce qui donne au total six entrées sur chaque face de la voiture.

Le châssis est métallique; il est monté sur deux bogies; les brancards sont consolidés par des tirants. Les bogies sont montés sur des ressorts longitudinaux à lames et sur des ressorts transversaux à pincettes; les attelages sont du système Chevalier et Rey.

Les compartiments ont la garniture intérieure en drap gris; les portières sont munies de serrures à double pêne pouvant s'ouvrir de l'intérieur du compartiment.

La voiture est pourvue du frein à air comprimé, système Westinghouse, à huit sabots par bogie.

Exposition de l'Italie.

7° *Voiture de première classe*, exposée par la SOCIÉTÉ DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE. — Cette voiture comprend deux groupes de deux compartiments à 6 places chacun et, au milieu, un water-closet débouchant sur un couloir latéral ouvert avec garde-corps métallique régnant sur toute la longueur de la voiture. Les compartiments de voyageurs sont munis, d'un côté, d'une portière s'ouvrant directement sur la voie, et, de l'autre côté, d'une portière donnant sur le couloir; en outre, le garde-corps est muni d'un portillon en face de chaque compartiment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le châssis est monté sur trois essieux.

Dans la caisse, les sièges et les dossiers sont garnis en étoffe de soie brochée; au-dessus des dossiers, les parois sont en ébénisterie acajou et érable; les plafonds sont garnis en lincrusta avec baguettes en acajou. Les sièges peuvent se tirer afin d'en augmenter la profondeur. Les baies sont munies de châssis de glace, de persiennes et de stores.

La voiture est éclairée au gaz; elle est munie du frein à air comprimé.

8° *Voiture de première classe,* exposée par la MÊME SOCIÉTÉ (MÉDITERRANÉE). — Cette voiture comprend deux compartiments à 6 places chacun, un compartiment à 5 places et, à l'une des extrémités, un cabinet de toilette avec water-closet. Tous ces compartiments, placés d'un même côté de la voiture, ont accès sur un couloir latéral fermé aboutissant, à chacune de ses extrémités, à une plate-forme munie de chaque côté de marchepieds. Les compartiments sont fermés du côté du couloir par une cloison vitrée munie d'une porte à charnières.

Le châssis est monté sur deux essieux.

Dans la caisse, les sièges et les dossiers sont garnis en étoffe de soie brochée; au-dessus des dossiers, les parois ainsi que les plafonds sont en ébénisterie; les baies sont pourvues de châssis de glace, de persiennes et de stores; des filets à deux étages sont fixés sur les cloisons de séparation. Les parois du couloir sont en ébénisterie; un strapontin canné est placé à chaque extrémité.

La voiture est éclairée au gaz et munie du frein à air comprimé.

9° *Voiture de première classe,* exposée par MM. MIANI, SILVESTRI et C^ie^, de Milan. — Cette voiture ne comprend qu'un seul compartiment pouvant contenir 32 voyageurs; l'accès a lieu par des plates-formes placées aux deux extrémités.

Le châssis est monté sur deux essieux, espacés de 5 m. 20.

Dans le compartiment unique occupant toute la caisse, l'installation intérieure comprend deux rangées de banquettes transversales doubles avec dossier commun en forme de fauteuils, disposées de chaque côté d'un passage de 0 m. 50 de largeur, ménagé au milieu de la voiture. Ces banquettes sont garnies en tissu de crin; leurs cadres ne sont fixés que sur le plancher. Des filets sont placés sur les côtés sur toute la longueur de la voiture; les baies sont munies de châssis de glace et de persiennes; le plancher est recouvert de toile cirée; les parois intérieures de la voiture sont en pitch-pin verni.

En vue de l'affectation éventuelle au transport des blessés, les portes de bout donnant accès aux plates-formes sont pourvues d'un second battant immobilisé en service ordinaire par un verrou.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3. *Voitures avec lits, salons ou restaurants.*

Exposition de la Belgique.

1° *Voiture avec lits,* exposée par la Compagnie internationale des wagons-lits. — Cette voiture comprend sept compartiments placés d'un même côté de la voiture et desservis par un couloir latéral aboutissant à deux plates-formes avec marchepieds et passerelles de communication. En outre, un cabinet de toilette avec water-closet est aménagé à chaque extrémité de la voiture. Les deux compartiments extrêmes contiennent chacun deux groupes de lits, et les cinq autres compartiments, chacun deux lits superposés. Les deux compartiments à 2 places les plus rapprochés de chaque extrémité de la voiture peuvent être à volonté séparés ou réunis par une porte à charnières; le compartiment du milieu reste séparé.

Le châssis est monté sur deux bogies. Ces bogies en fer, à deux essieux, comportent des ressorts longitudinaux à lames, des ressorts transversaux à pincettes et des ressorts hélicoïdaux; cet ensemble de ressorts donne dix-huit points de repos élastique du châssis sur le bogie. La traverse supportant la caisse comporte un jeu de 0 m. 050, en vue d'éviter les chocs dans les courbes; les appareils de choc et de traction sont disposés de façon à assurer le contact des tampons dans les courbes; les attelages peuvent se manœuvrer de l'extérieur des tampons.

La caisse fait corps avec le châssis; la charpente est en bois de diverses essences : frêne, pitch-pin, tulipier, etc.; les panneaux extérieurs sont en tulipier; les brancards de caisse et de châssis sont armés d'une cornière et consolidés par des traverses en bois et des tirants en fer. La garniture intérieure est en peluche de soie bleue avec galons brochés vieil or. Les lits inférieurs peuvent être repliés et transformés en canapés; le dossier est formé par le lit supérieur rabattu; les lits sont munis de rideaux également en peluche de soie bleue. L'ébénisterie intérieure des compartiments et l'ébénisterie du couloir sont en acajou; les baies sont munies de glaces mobiles à la partie inférieure et de glaces fixes à la partie supérieure; les portes des compartiments sont pourvues d'un registre d'aération; chaque compartiment est garni d'une tablette en acajou, d'une glace et d'un escabeau.

La voiture est éclairée à l'électricité au moyen d'accumulateurs; elle est pourvue du frein à air comprimé système Westinghouse, et du frein à vide Smith-Hardy.

2° *Voiture avec salon,* exposée par la même Compagnie (Wagons-Lits). — La voiture comporte un salon de 18 places et un compartiment de 8 places; à l'une de ses extrémités, deux water-closets et, à l'autre extrémité, un petit compartiment pour les bagages et les appareils de chauffage. Elle est munie de deux plates-formes avec marchepieds et passerelle de communication fermée par un soufflet en cuir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette voiture est identique, pour ce qui concerne la construction générale, avec la voiture-lits exposée par la même Compagnie (Wagons-Lits), et comporte les mêmes dispositions (voir ci-dessus).

L'aménagement du compartiment à 18 places se compose de quatre fauteuils fixes placés aux encoignures, et de 14 fauteuils intermédiaires montés sur pivot; des tablettes mobiles peuvent se fixer sur les côtés entre les sièges; la garniture intérieure est en velours panne bleu avec galons vieil or; l'ébénisterie est en acajou. L'aménagement du compartiment à 8 places comprend quatre fauteuils fixes placés aux encoignures et deux fauteuils doubles intermédiaires montés sur roulettes; les tablettes mobiles peuvent se fixer sur les côtés entre les sièges. La cloison de séparation des deux compartiments et la porte de communication sont garnies de glaces sans tain à la partie supérieure.

Cette voiture est munie du frein Westinghouse, du frein Smith-Hardy, et de l'éclairage électrique.

3° *Voiture avec restaurant,* exposée par la MÊME COMPAGNIE (WAGONS-LITS). — Ce véhicule comporte deux salles à manger, une pour 12 couverts et une pour 24, soit au total trente-six places; à l'une des extrémités sont installés la cuisine et l'office, et à l'autre un water-closet et l'appareil de chauffage. La voiture est munie de deux plates-formes avec marchepieds et passerelle de communication fermée par un soufflet en cuir.

Cette voiture est identique, pour ce qui concerne la construction générale, avec la voiture-lits et la voiture-salon exposées par la même Compagnie (Wagons-Lits), et dont il a été fait mention plus haut; elle comporte les mêmes dispositions, notamment en ce qui concerne le frein et l'éclairage (voir ci-dessus).

L'installation intérieure des salles à manger comporte deux rangées de tables placées perpendiculairement à la voie et laissant entre elles un passage pour le service; d'un côté, les tables sont à 2 places, de l'autre côté, elles sont à 4 places; des chaises garnies en étoffe de soie couleur vert olive complètent cet aménagement. L'ébénisterie intérieure est en bois de chêne, les baies sont munies de glaces mobiles à la partie supérieure, et de glaces fixes à la partie inférieure; un verrou placé sur le côté des glaces mobiles permet de les arrêter à différentes hauteurs.

4° *Voiture avec fumoir et fourgon à bagages,* exposée par la MÊME COMPAGNIE (WAGONS-LITS). — Cette voiture comprend un compartiment-fumoir occupant à peu près la demi-longueur de la voiture, et un compartiment pour les bagages avec guérite pour le conducteur, sur l'autre demi-longueur; un water-closet est installé à l'une des extrémités, du côté du fumoir; la voiture est, en outre, pourvue de deux plates-formes avec marchepieds et passerelle de communication.

Cette voiture est identique, pour ce qui concerne la construction générale, avec les trois autres voitures exposées par la Compagnie internationale des wagons-lits, et comporte les mêmes dispositions (voir ci-dessus).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'aménagement du fumoir comporte quatre sièges fixes aux encoignures et quatre fauteuils mobiles; des tablettes peuvent se fixer sur les côtés, entre les sièges. La garniture est en drap couleur noisette; l'ébénisterie est en acajou; même disposition des baies que pour la voiture-salon précédemment décrite. Le compartiment à bagages est pourvu de trois ouvertures, deux avec porte roulante sur chaque face de la voiture, et une avec porte à charnières, à l'extrémité, du côté de la plate-forme.

Ce véhicule est muni du frein Westinghouse, du frein Smith-Hardy et du frein à main; l'éclairage est électrique comme pour les autres voitures de la même Compagnie mentionnées plus haut.

Exposition de la France.

5° *Voiture de première classe avec lits-toilette,* exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cette voiture comprend quatre compartiments ordinaires à 6 places chacun, un compartiment lits-toilette à 3 places, un coupé également à 3 places, et, à l'une des extrémités de la voiture, deux water-closets, l'un pour les dames, l'autre pour les hommes; le compartiment lits-toilette et le coupé sont placés au centre de la voiture. Les compartiments ont accès sur un couloir latéral aboutissant, à chacune des extrémités, à une plate-forme fermée et munie, de chaque côté, de marchepieds. Chaque compartiment de voyageurs est fermé sur le couloir par une cloison vitrée munie d'une porte roulante.

Le châssis, complètement métallique, est indépendant de la caisse; il est monté sur deux bogies; les brancards sont consolidés par des tirants; les ressorts de traction et de tamponnement sont montés sur un balancier. Les bogies sont munis de ressorts de suspension longitudinaux à lames et de ressorts transversaux à pincettes.

La charpente de la caisse est en bois; les panneaux extérieurs sont en tôle d'acier; les baies sont munies de châssis s'ouvrant de bas en haut et, au-dessous de ces châssis, d'une glace fixe. Les banquettes sont formées de coussins reposant sur des sommiers élastiques; les lits du compartiment lits-toilette se développent parallèlement à la voie par un mouvement de bascule; la garniture intérieure est en drap gris.

Cette voiture est munie du frein Wenger à air comprimé et des appareils d'intercommunication pneumatique permettant l'arrêt du train; elle est éclairée par le gaz d'huile, et chauffée par des appareils thermo-siphon avec chaufferettes tubulaires système Gallet.

6° *Voiture de première classe avec coupés,* exposée par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Cette voiture est composée de deux compartiments de première classe et de deux coupés avec cabinets de toilette. Les deux coupés et leurs cabinets de toilette sont placés au centre de la voiture; ils contiennent chacun 4 places; les compartiments de première classe contiennent chacun 8 places, soit, au total 24 places.

Le chassis est en chêne; il est monté sur deux essieux espacés de 5 m. 50; les brancards sont doublés, à l'extérieur, d'une tôle de fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La caisse est en teck; elle est munie d'un plancher et d'un pavillon à doubles parois remplies de varech fortement tassé. Les sièges et les dossiers sont montés sur des sommiers élastiques; le siège des coupés est mobile et peut se tirer de façon à former un lit de 0 m. 80 de largeur; la garniture intérieure est en drap gris mastic; les glaces dormantes sont installées dans les cloisons de séparation des compartiments voisins. La caisse repose sur le châssis par l'intermédiaire de bandes de caoutchouc.

La voiture est munie du frein à air comprimé système Wenger et des appareils d'intercommunication pneumatique permettant l'arrêt du train avec voyants extérieurs pour indiquer aux agents la voiture d'où est parti l'appel.

7° *Voiture de première classe avec lits,* exposée par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Cette voiture comprend deux compartiments-lits à 4 places chacun et un compartiment ordinaire à 8 places, soit 16 places au total. Les deux compartiments-lits communiquent par un couloir latéral dans lequel s'ouvrent deux cabinets de toilette avec water-closet.

Le châssis est monté sur deux essieux espacés de 5 m. 30. Les brancards sont en bois et armés d'une plaque de tôle à l'extérieur.

La caisse repose sur le châssis par l'intermédiaire de ressorts en spirale. Chaque compartiment-lits contient trois lits, se développant parallèlement à la voie par un mouvement de bascule, et un fauteuil fixe; une porte à coulisse, placée entre les deux cabinets de toilette, permet de séparer ou de réunir à volonté les deux compartiments-lits. La garniture est en drap gris.

Le chauffage est assuré par deux appareils à la briquette, l'un pour le compartiment ordinaire de première classe, l'autre pour les deux compartiments-lits, appareils décrits dans un autre chapitre (*Appareils de chauffage*). La voiture est pourvue du frein à vide et du frein à air comprimé automatique et direct, ainsi que des appareils de communication électrique système Prudhomme; en outre, chaque compartiment est muni d'un dispositif permettant aux voyageurs de faire fonctionner le frein à air comprimé.

8° *Voiture à lits-salons,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Cette voiture comprend trois compartiments-lits à 3 places chacun auxquels on accède par des portières latérales. Chaque compartiment communique avec un cabinet de toilette à water-closet; en outre, on peut à volonté faire communiquer deux compartiments contigus ou les isoler.

Le châssis, monté sur trois essieux, est métallique. Les attelages sont à balancier système Chevalier et Rey; les mains de suspension sont à double réglage (vertical et horizontal).

Les lits se développent parallèlement à la voie par un mouvement de bascule. Les baies sont pourvues de volets capitonnés; les châssis de glace des portières sont équilibrés au moyen de ressorts à barillet. Les garnitures sont en drap gris.

La voiture est munie des appareils d'éclairage au gaz d'huile, d'un système de chauf-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fage par thermo-siphon, du frein continu à air comprimé automatique et modérable, et de deux systèmes d'intercommunication, l'un électrique (provisoire), l'autre pneumatique.

9° *Voiture de première classe à salon-lits,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Cette voiture comprend, à chaque extrémité, un compartiment ordinaire de première classe et, au milieu, un compartiment à salon-lits. Chaque compartiment ordinaire est à 8 places; le compartiment salon-lits contient, d'un côté, trois fauteuils correspondant à trois lits, et, de l'autre côté, un cabinet de toilette avec water-closet, et, à la suite, une banquette transversale pour 2 places, pouvant, par un mouvement de tirage, être transformée en lit; soit au total, dans le compartiment salon-lits, 5 places de jour et quatre lits pour la nuit.

Le châssis en bois, avec brancards en fer, est monté sur deux essieux espacés de 4 m. 40. Les essieux et les brancards sont en acier; les roues pleines sont à centre ondulé; les ressorts, en acier rainé; les coussinets, en métal blanc.

La caisse repose sur le châssis par l'intermédiaire de bandes en caoutchouc. Le plancher de la voiture est recouvert d'un feutre épais, d'une toile imperméabilisée et d'un tapis. Les trois lits longitudinaux se développent, par un mouvement de bascule, parallèlement à la voie. Le quatrième lit, transversal, offre à la personne couchée la longueur voulue pour s'étendre, parce que ses pieds occupent une cavité qui passe sous la toilette du cabinet. Un tabouret permet de former avec l'un des fauteuils une chaise longue; des filets, des porte-chapeaux, une glace, complètent l'aménagement de ce compartiment.

En vue du transport de personnes malades ou blessées, le compartiment-salon a été muni de portes à deux battants pour permettre l'introduction d'un lit, d'un brancard ou d'un fauteuil roulant. En service courant, l'un des battants fonctionne comme une portière ordinaire et l'autre battant est condamné.

La voiture est munie du frein à air comprimé système Westinghouse et des appareils d'intercommunication pneumatique.

10° *Voiture de première classe avec lits-toilette,* exposée par la Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis (pavillon spécial). — Cette voiture, montée sur deux bogies, est destinée à l'Administration des chemins de fer de l'État; ses dimensions sont exactement les mêmes que celles de la voiture de première classe à deux bogies exposée par cette dernière Administration et dont il a été fait mention plus haut; même distribution intérieure en compartiments, mêmes aménagements et mêmes dispositions pour la charpente de la caisse, le revêtement extérieur, les baies, la garniture, le châssis, les bogies. Toutefois, l'agencement des appareils de choc et de traction, en vue du passage dans les courbes et du réglage de la tension des ressorts, est un peu différent. Cette voiture est, en outre, munie, comme celle qui était exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État, du frein à air comprimé système Wenger, des appareils d'intercommunication pneumatique, d'un système de chauffage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moyen de thermo-siphon avec chaufferette tubulaire système Gallet et des appareils d'éclairage au gaz d'huile.

Exposition de la Grande-Bretagne.

11° *Voiture avec lits,* exposée par la Compagnie du London and North Western railway. — Cette voiture comprend deux compartiments extrêmes à deux groupes de deux lits superposés et deux compartiments centraux à deux lits réservés aux dames. Ces deux compartiments isolés des compartiments extrêmes, d'un côté par un fumoir à 4 places, de l'autre par un compartiment de service, auxquels on accède par des portières placées sur chaque face de la voiture, s'ouvrent sur un couloir latéral réunissant le fumoir au compartiment de service.

Chaque compartiment-lits est muni d'un cabinet de toilette avec water-closet à effet d'eau. Pour les compartiments extrêmes, le cabinet est placé à l'extrémité de la voiture; pour les deux compartiments centraux, il est placé dans une travée transversale séparant ces deux compartiments.

Le châssis est monté sur deux trucks à un essieu, système Webb (voir description, chap. XV, § II, page 379), et sur deux essieux intermédiaires.

Dans la caisse, la garniture intérieure des compartiments est en velours; l'ébénisterie est en noyer, ou en sycomore et palissandre. Dans les compartiments extrêmes, les lits supérieurs sont suspendus au moyen d'un mouvement à compas et équilibrés par des contrepoids; des tiroirs pour le linge sont disposés sous les lits inférieurs. Les matelas des lits reposent sur une toile métallique supportée par des ressorts à boudin; les lits sont pourvus de rideaux. Les châssis de glace des compartiments sont en deux parties coulissant l'une sur l'autre; la partie inférieure peut être maintenue à différentes hauteurs au moyen de verrous placés sur les côtés; la partie supérieure est maintenue seulement par frottement.

La voiture est éclairée au gaz. Elle est munie du frein à vide direct et du frein automatique Westinghouse.

Exposition de l'Italie.

12° *Voiture de première classe à compartiments-lits,* exposée par MM. Miani, Silvestri et Cie, de Milan. — Cette voiture comprend un compartiment ordinaire à 8 places et deux compartiments-lits à 2 places chacun, avec cabinet de toilette et water-closet.

Le châssis de la voiture est en acier; il est monté sur deux essieux; les mains des ressorts de suspension sont pourvues d'un appareil élastique.

Dans la caisse, chaque compartiment-lits comprend deux sièges pouvant se transformer par un mouvement de bascule en deux lits parallèles à la voie, une table, deux tablettes et deux strapontins; l'espace occupé par les lits, lorsqu'ils sont rabattus,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut être fermé par des rideaux. La garniture intérieure est en velours vert et l'ébénisterie est en érable et acajou. Les baies sont munies de châssis de glace et de persiennes; les serrures des portières sont du système Fondu.

La voiture est éclairée au gaz et munie du frein à air comprimé.

b. Voitures mixtes et de deuxième classe.

Les voitures mixtes et les voitures de deuxième classe, exposées à la classe 61, étaient au nombre de quatorze, parmi lesquelles figuraient des véhicules du type ordinaire à compartiments séparés (disposition qui est celle du matériel courant de la plupart des Compagnies), et des véhicules à intercirculation, dont quelques-uns à couloir intérieur et d'autres à galerie extérieure, ces derniers étant destinés à des lignes situées sous les climats chauds.

Il convient de décrire sommairement ces différents véhicules en relatant autant que possible ce que chacun d'eux présente de particulier.

§ 1. *Voitures mixtes et de deuxième classe à compartiments séparés.*

Exposition de la Belgique.

1° *Voiture mixte* (*première et deuxième classe*) exposée par le Chemin de fer Grand Central belge. — Cette voiture comprend 2 compartiments de première classe à 8 places chacun, placés au milieu de la caisse, et 2 compartiments de deuxième classe à 10 places chacun.

Le châssis, monté sur deux essieux espacés de 4 m. 40, est métallique; les brancards sont à section en U; les mains de suspension sont à menottes inclinées vers l'intérieur (système Féraud); les attelages sont du système Dietz.

La charpente de la caisse est en pitch-pin; les panneaux extérieurs sont en tôle. Dans les compartiments de première classe, la garniture est en velours grenat pour les sièges et les dossiers, et en reps grenat au-dessus des dossiers; dans les compartiments de deuxième classe, les sièges et les dossiers sont garnis en velours vert; les parois au-dessus des dossiers sont en pitch-pin verni.

La voiture est munie du frein à vide et des appareils de chauffage système Belleroche.

2° *Voiture mixte* (*première et deuxième classe*), exposée par la Société anonyme « La Métallurgique », de Bruxelles. — Cette voiture comprend un compartiment de coupé à 4 places, 2 compartiments de première classe à 8 places chacun, et 3 compartiments de deuxième classe à 10 places chacun.

Le châssis est métallique; il est monté sur trois essieux. Les mains de suspension

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des ressorts extrêmes sont munies de tiges de réglage; les mains des ressorts du milieu sont pourvues d'anneaux de grande longueur; les palettes supérieures de marchepieds règnent sur toute la longueur de la voiture.

La caisse repose sur le châssis par l'intermédiaire de vingt ressorts en spirale montés sur des consoles; le revêtement extérieur est en frises de teck verticales. Les dossiers et les banquettes sont garnis en velours; au-dessus des dossiers, les compartiments de première classe sont garnis en soie brochée; les parois des compartiments de deuxième classe sont en pitch-pin verni; les serrures, avec indicateur de fermeture, sont du système Fondu.

La voiture est munie du frein à air comprimé.

3° *Voiture mixte (première et deuxième classe)*, exposée par l'Usine Ragheno, de Malines. — Cette voiture est identique avec la voiture mixte (première et deuxième classe) à trois essieux exposée par la Société anonyme «La Métallurgique» et dont il vient d'être fait mention.

Exposition de la France.

4° *Voiture de deuxième classe,* exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cette voiture, construite sur le modèle adopté par l'Administration des chemins de fer de l'État en 1880, comprend 4 compartiments isolés de 8 places chacun, soit pour l'ensemble de la voiture un nombre total de 32 places.

Le châssis est métallique; il est monté sur essieux espacés de 3 m. 75. Les brancards et les traverses extrêmes sont à section en U.

La caisse repose sur le châssis par l'intermédiaire de rondelles en caoutchouc; elle est munie d'un double plancher et d'un double pavillon. Les sièges et les dossiers sont montés sur sommiers élastiques; la garniture intérieure est en drap bleu; les portières sont pourvues de serrures à fermeture automatique avec pêne de sûreté, système Fondu; ces serrures portent un levier permettant de fermer de l'intérieur du compartiment le pêne de sûreté en manœuvrant un indicateur portant les mots «ouvert», «fermé»; les pieds d'entrée des portières sont munis de garde-mains.

La voiture est pourvue du frein à air comprimé système Wenger, des appareils d'intercommunication pneumatique et des appareils d'éclairage par le gaz d'huile.

5° *Voiture de deuxième classe,* exposée par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Cette voiture est construite sur le modèle adopté en 1882 par la Compagnie pour le service des trains express et directs; elle comprend 5 compartiments isolés de 10 places chacun, soit au total 50 places.

Le châssis, en bois, est monté sur deux essieux espacés de 4 m. 85; les brancards sont doublés extérieurement d'une tôle de fer.

La caisse est à revêtement extérieur en teck. Le plancher et le pavillon sont à doubles parois remplies de varech fortement tassé. Les sièges et les dossiers sont rembourrés en crin. La garniture intérieure est en drap bleu. Des garde-mains sont fixés sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pieds d'entrée des portières. Des glaces dormantes sont installées dans les cloisons de séparation des compartiments.

La voiture est munie du frein à air comprimé système Wenger et des appareils d'intercommunication pneumatique permettant de produire l'arrêt du train.

6° *Voiture mixte (première et deuxième classe, fourgon et rouf)*, exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Cette voiture a été établie en vue de constituer, avec une voiture de troisième classe, un train suffisant pour un certain nombre de lignes secondaires; l'emplacement très étendu affecté aux bagages permet de parer aux difficultés qui se produisent les jours de marché. Elle comprend 2 compartiments de deuxième classe à 10 places chacun; 1 compartiment de première classe à 8 places; 1 compartiment à bagages pourvu d'une banquette mobile pouvant, dans certains cas, recevoir 5 voyageurs; en outre, un rouf pour les bagages est installé sur une partie de la toiture, l'autre partie de cette dernière étant recouverte d'un plancher horizontal et bordée d'une galerie en vue de recevoir des bagages à découvert (paniers de marchés, etc.). Enfin, du côté du rouf, se trouve une guérite à laquelle on accède de deux côtés par un escalier double; une balustrade placée sur le bout opposé à la guérite délimite l'espace que les colis peuvent occuper sans sortir du gabarit.

Le châssis est monté sur deux essieux espacés de 3 m. 76. Les brancards de châssis sont en fer; le reste du châssis est en bois; les essieux et les bandages sont en acier; les roues sont pleines et à centre ondulé.

Dans la caisse, la garniture intérieure des compartiments de voyageurs est en drap; les baies de côté sont fixes. La guérite est munie d'un coffre à valeurs; deux échelles en fer, fixées au véhicule du côté opposé à la guérite, permettent d'accéder à la toiture; une échelle mobile sert au chargement des colis dans le rouf et sur la partie à découvert.

La voiture est munie du frein à air comprimé et des appareils d'intercommunication pneumatique; le frein peut se manœuvrer, de la guérite, à la main au moyen d'une vis.

Exposition de la Grande-Bretagne.

7° *Voiture mixte (première et troisième classe et fourgon)*, exposée par la Compagnie du Midland Railway. — Cette voiture comprend à l'une de ses extrémités 2 compartiments de troisième classe à 9 places munis chacun d'un water-closet; puis 2 compartiments de première classe à 5 places munis chacun d'un water-closet; ensuite 1 compartiment de première classe à 6 places, 1 compartiment de troisième classe à 10 places et 1 compartiment pour les bagages, soit 6 compartiments à voyageurs, 4 water-closets et 1 compartiment à bagages. Chacun des compartiments s'ouvre directement sur la voie par des portières placées de chaque côté de la voiture. Les water-closets affectés à chaque classe sont installés entre les deux compartiments qu'ils desservent et occupent la moitié de la largeur de la voiture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le véhicule est monté sur deux bogies à trois essieux. Le châssis est en chêne. Les bogies sont en fer; ces bogies sont montés sur des ressorts longitudinaux à lames et sur des ressorts transversaux à pincettes. Les boîtes des essieux sont disposées de façon à permettre la visite des fusées et le remplacement des coussinets et des tampons graisseurs, sans qu'il soit nécessaire de soulever la voiture. Dans les compartiments, les glaces des baies des angles sont fixes; les châssis de glace des portières reposent sur le bandeau intérieur de la portière, qui est articulé à sa partie inférieure.

Dans la caisse, la charpente est en chêne; le plancher, les cloisons, la toiture et les parois intérieures sont en sapin; les panneaux extérieurs sont en acajou; la garniture est en maroquin pour le compartiment de première classe réservé aux fumeurs, en drap bleu pour le compartiment ordinaire, en peluche pour le compartiment réservé aux dames. Au-dessus des dossiers, les parois sont garnies en lincrusta dans le compartiment « fumeurs », en ébénisterie sycomore et noyer dans le compartiment ordinaire, et en panneaux de noyer dans le compartiment « dames ». Les sièges et les dossiers des compartiments de troisième classe sont garnis en peluche; au-dessus des dossiers les parois sont garnies en lincrusta.

La voiture est munie du frein à vide.

§ 2. *Voitures mixtes et de deuxième classe à intercirculation.*

Exposition de la Belgique.

1° *Voiture mixte (première et deuxième classe)*, exposée par la Société anonyme des ateliers de construction de Malines. — Cette voiture comprend à l'une de ses extrémités 2 compartiments de première classe à 6 places, et, à l'autre extrémité, 3 compartiments de deuxième classe à 8 places. Ces compartiments s'ouvrent sur un couloir latéral fermé aboutissant, à chacune des extrémités de la voiture, à un cabinet avec water-closet et à une plate-forme munie de marchepieds. Le couloir est divisé en deux parties par une porte placée entre les compartiments de première classe et ceux de deuxième classe.

Le véhicule est monté sur deux bogies. La charpente de la caisse ne fait qu'un avec celle du châssis; les brancards sont consolidés par des tirants en fer. Les bogies sont munis de ressorts à boudin et de ressorts à pincettes transversaux.

La caisse a ses panneaux extérieurs formés de frises verticales en teck. Les compartiments sont munis de trois baies de chaque côté (couloir et extérieur); les glaces des baies d'angle sont fixes. Dans les compartiments de première classe, les sièges et les dossiers sont garnis en velours frappé; les dossiers peuvent se rabattre et les sièges se tirer de manière à s'avancer de 0 m. 20 environ pour former lit avec le siège placé en face; les parois sont garnies en lincrusta; l'accoudoir de chaque siège est muni d'une gaine dans laquelle on peut fixer une tablette. Dans les compartiments de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deuxième classe, les sièges et les dossiers sont garnis en velours uni; au-dessus des dossiers, les parois sont recouvertes de lincrusta. Le couloir est garni en lincrusta au-dessus de la ceinture et en linoleum à la partie inférieure.

Cette voiture est munie du frein à air comprimé système Westinghouse et des appareils d'éclairage au gaz.

2° *Voiture mixte automotrice à vapeur,* exposée par la Société anonyme « La Métallurgique », de Bruxelles. — (Déjà décrite en ce qui concerne le moteur, voir p. 160). Il ne sera question ici que de la partie affectée aux voyageurs et aux bagages. Elle comprend, à la suite du moteur : un compartiment à bagages avec portes glissantes sur le côté; un couloir transversal avec marchepieds d'accès de chaque côté; un compartiment de troisième classe à 30 places; un compartiment de deuxième classe à 15 places; un deuxième couloir transversal avec marchepieds d'accès de chaque côté; un compartiment de première classe à 8 places; enfin, une plate-forme extrême couverte avec marchepieds de chaque côté et passerelle de communication en bout.

Le châssis métallique (unique pour la voiture et le moteur) est supporté par quatre essieux, deux moteurs sous la machine et deux autres sous la caisse. La caisse repose sur le châssis par l'intermédiaire de six ressorts à lames reliés par leur bride aux longerons de la caisse et par des menottes à appareil de réglage aux longerons du châssis. Les essieux de la caisse sont accouplés par des balanciers à leviers de renvoi. L'essieu porteur d'arrière est muni de boîtes radiales.

L'aménagement des compartiments de voyageurs se compose de deux rangées de banquettes disposées transversalement à l'axe longitudinal de la voiture et laissant entre elles, vers le milieu de la caisse, un passage libre pour la circulation; dans les compartiments de première et de deuxième classe, les banquettes sont garnies en drap; dans le compartiment de troisième classe, les banquettes sont composées de lames en bois verni. Les cloisons de séparation des compartiments sont munies de portes de communication.

La voiture est pourvue du frein à air comprimé système Westinghouse.

Exposition de la France.

3° *Voiture de deuxième classe,* exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cette voiture comprend sept compartiments de voyageurs à 8 places chacun (soit 56 places au total), desservis par un couloir latéral aboutissant à ses extrémités à deux plates-formes fermées et munies de marchepieds; sur une de ces plates-formes sont installés deux water-closets, l'un pour les dames, l'autre pour les hommes. Chaque compartiment de voyageurs est fermé sur le couloir par une cloison vitrée à porte roulante.

Cette voiture, montée sur deux bogies, est identique, en ce qui concerne la construction, avec celle de la voiture de première classe à deux bogies exposée par la même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Administration et dont il a été fait mention plus haut (voitures de première classe et de luxe, etc., p. 215).

Chauffage par des appareils thermo-siphon avec chaufferettes tubulaires, système Gallet; éclairage au gaz d'huile; frein à air comprimé, système Wenger; intercommunication pneumatique produisant l'arrêt du train.

4° *Voiture mixte* (*première et deuxième classe*), exposée par la Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma. — Cette voiture se compose de deux caisses séparées par un couloir transversal, formant le Z avec deux couloirs latéraux régnant chacun sur la moitié de la voiture et aboutissant chacun à une plate-forme avec marchepieds; les couloirs sont pourvus extérieurement d'un garde-corps métallique dont les montants (en fer creux servant de gouttières) supportent la toiture. Le nombre total de places offertes est de 49.

Les caisses se composent, l'une d'un compartiment de première classe compris entre deux compartiments de deuxième classe, l'autre de deux compartiments de deuxième classe compris entre un coupé, d'une part, et un cabinet de toilette avec water-closet d'autre part; le cabinet de toilette et le water-closet sont contigus et occupent chacun la moitié de la largeur de la caisse.

Le véhicule est monté sur deux bogies. Le châssis est en fer, les brancards sont armés de tirants. Les bogies sont suspendus sur des ressorts longitudinaux à lames et sur des ressorts à boudin.

Les panneaux extérieurs de la caisse sont composés de frises verticales en teck. L'intérieur de la caisse est garni en tissu de crin de couleur noisette pour les premières classes, et noir pour les deuxièmes classes. Les plafonds sont garnis de linerusta. Des ventilateurs sont ménagés dans chaque compartiment au-dessus de la baie centrale.

La voiture est munie du frein à vide, système Smith-Hardy.

5° *Voiture mixte* (*première, deuxième, troisième classe et fourgon*), exposée par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Cette voiture, destinée au service des trains tramways, est formée de la réunion par articulations de trois voitures ordinaires à deux essieux. La voiture du milieu comprend 50 places de troisième classe; elle communique d'un côté, par une plate-forme munie de marchepieds et de portes latérales, formant soufflet, avec une voiture renfermant un compartiment de deuxième classe à 20 places et un compartiment de première classe à 12 places; de l'autre côté, cette voiture communique directement, sans plate-forme intermédiaire, avec une voiture renfermant un compartiment de troisième classe à 20 places, un compartiment pour les bagages et un compartiment pour la poste. Aux extrémités opposées aux chevilles d'attelage, les deux voitures extrêmes sont munies de plates-formes avec marchepieds fermées par des portillons.

Chaque châssis partiel est monté sur deux essieux. L'attelage comporte, indépendamment du boulon d'articulation centrale, la réunion des brancards au moyen de pièces à glissement, pour le passage dans les courbes, et la réunion des traverses ex-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trêmes, dans le voisinage des brancards, au moyen de tirants munis de ressorts à spirale.

Chaque caisse repose sur le châssis par l'intermédiaire de bandes de caoutchouc. L'espace vide entre deux caisses est fermé extérieurement sur la toiture par un pavillon à charnières fixé à l'une des caisses, et sur les côtés par des panneaux fixés aux caisses au moyen de branches de compas. Dans les compartiments, les banquettes sont disposées transversalement de chaque côté d'un passage régnant sur toute la longueur de la voiture. Chaque banquette est à 2 places pour la première classe et pour la deuxième classe, et à 3 places d'un côté et 2 places de l'autre pour la troisième classe; chaque compartiment est fermé par une porte vitrée. Dans le compartiment à bagages se trouvent l'appareil de manœuvre du frein et des banquettes à charnières se relevant contre la paroi du véhicule. Les premières classes sont garnies en drap gris mastic et les secondes en drap vert; les parois des troisièmes classes sont en pitch-pin, ainsi que celles des secondes au-dessus des dossiers.

Cette voiture est munie du frein à vide.

Exposition de l'Italie.

6° *Voiture de deuxième classe,* exposée par MM. Miani, Silvestri et C^ie^, de Milan. — Cette voiture, destinée au service des grandes lignes, renferme deux groupes de deux compartiments de voyageurs séparés par un water-closet et débouchant sur un couloir latéral divisé par des portes en autant de sections qu'il y a de compartiments. A chaque compartiment correspond une portière sur chaque face de la voiture. Les deux compartiments extrêmes sont à 9 places chacun et les compartiments intermédiaires à 8 places chacun, soit 34 places au total.

Le châssis est monté sur deux essieux espacés de 5 mètres.

Dans la caisse, les sièges et les dossiers sont montés sur sommiers élastiques et recouverts de tissu de crin noir tendu; au-dessus des dossiers, les parois sont en noyer et pitch-pin verni; les cloisons de séparation sont pourvues de filets doubles; les portières sont munies de serrures de sûreté du système Fondu avec indicateur de position à l'intérieur.

La voiture est munie du frein à air comprimé et d'appareils d'éclairage au gaz d'huile.

7° *Voiture de deuxième classe,* exposée par MM. Miani, Silvestri et C^ie^, de Milan. — Cette voiture, destinée au service de la banlieue, peut contenir 40 voyageurs. L'installation intérieure se compose de banquettes doubles, disposées transversalement de chaque côté d'un passage longitudinal de 0 m. 50 environ de largeur et aboutissant à des plates-formes d'accès aux extrémités de la voiture.

La construction générale est identique avec celle de la voiture de première classe pour lignes de banlieue, exposée également par MM. Miani, Silvestri et C^ie^, et dont il a été fait mention plus haut (voitures de première classe à intercirculation, page 212).

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le châssis est monté sur deux essieux espacés de 5 m. 20.

Les parois intérieures de la caisse sont en pitch-pin verni; des filets placés sur les côtés, au-dessus des baies, règnent sur toute la longueur de la voiture; les baies sont munies de châssis de glace et de persiennes; le plancher est recouvert de toile cirée. Les banquettes sont recouvertes en tissu de crin; elles sont seulement fixées sur le plancher.

En vue de l'affectation éventuelle au transport des blessés, les portes de bout donnant accès aux plates-formes sont à deux battants, dont l'un est immobilisé en service ordinaire.

c. Voitures de troisième classe.

Les voitures de troisième classe exposées à la classe 61 étaient au nombre de sept parmi lesquelles figuraient cinq véhicules du type ordinaire à compartiments séparés, c'est-à-dire du type courant de la plupart des Compagnies de l'Europe centrale, et deux véhicules à intercirculation.

La description sommaire de ces voitures est donnée ci-après :

§ 1. *Voitures de troisième classe à compartiments séparés.*

Exposition de la Belgique.

1° *Voiture de troisième classe,* exposée par la Société anonyme internationale de construction et d'entreprise de travaux publics, à Braine-le-Comte. — Cette voiture contient 8 compartiments de 10 places chacun.

Le véhicule est monté sur trois essieux. Le châssis est en fer; les ressorts des essieux extrêmes sont munis de tiges de réglage, et les ressorts de l'essieu du milieu sont munis d'anneaux de grande longueur; les palettes supérieures de marchepieds règnent sur toute la longueur de la voiture.

Le revêtement extérieur de la caisse est composé de frises verticales en teck; les dossiers, les banquettes et les parois intérieures de la voiture sont en pitch-pin verni; toutefois, les banquettes des deux compartiments du milieu, réservés aux dames et aux non-fumeurs, sont garnies de coussins légers recouverts de moleskine; les serrures, avec indicateur de position à l'intérieur, sont du système Fondu.

La voiture est munie du frein à air comprimé, système Westinghouse.

Exposition de la France.

2° *Voiture de troisième classe,* exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cette voiture comprend 5 compartiments isolés de 10 places chacun, soit 50 places au total.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le châssis est entièrement métallique; il est monté sur trois essieux espacés de 3 m. 75; il est séparé de la caisse par des rondelles en caoutchouc.

Dans la caisse, le plancher et le pavillon sont à doubles parois. Les sièges et les dossiers sont garnis en crin recouvert d'une étoffe caoutchoutée; des accoudoirs sont disposés dans les angles; les baies sont munies de rideaux et les portières de poignées montoires et de serrures à fermeture automatique avec pêne de sûreté, système Fondu; ces serrures peuvent être manœuvrées de l'intérieur du compartiment au moyen d'un levier faisant en outre apparaître les indications *ouvert* ou *fermé;* les pieds d'entrée sont pourvus de garde-mains. Le revêtement intérieur de la voiture est en yellow-pin verni; des tablettes à claire-voie pour les bagages sont fixées sur les cloisons séparatives des compartiments.

La voiture est pourvue du frein à air comprimé, système Wenger, des appareils d'intercommunication pneumatique et des appareils d'éclairage au gaz d'huile.

3° *Voiture de troisième classe,* exposée par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Cette voiture est construite sur le modèle adopté en 1883 par la Compagnie pour le service des trains directs et omnibus à longs parcours; elle comprend 5 compartiments à 10 places, dont un isolé (celui du milieu), et quatre communiquant deux à deux par leur partie supérieure.

Le véhicule est monté sur deux essieux espacés de 4 m. 85. Le châssis est en bois, les brancards sont doublés à l'extérieur d'une tôle de fer.

Les banquettes sont garnies de coussins recouverts d'un tissu de crin; des planchettes pour les bagages sont installées sur les parois de bout et sur les cloisons de séparation du compartiment du milieu; des porte-chapeaux sont placés au-dessus des cloisons de séparation des compartiments extrêmes; les pieds d'entrée, du côté des charnières, sont munis de garde-mains; des glaces dormantes sont installées dans les cloisons de séparation du compartiment du milieu.

La voiture est munie du frein à air comprimé, système Wenger, et des appareils d'intercommunication pneumatique.

4° *Voiture de troisième classe,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Cette voiture comprend 5 compartiments à 10 places, dont un isolé (celui du milieu).

Le châssis est en fer; il est monté sur trois essieux et muni d'attelages à balanciers, système Chevalier et Rey.

Les banquettes sont garnies de coussins recouverts de drap gris, et les dossiers d'appuis-tête rembourrés, recouverts en drap; les parois de bout de la voiture et les deux faces des cloisons de séparation du compartiment isolé sont pourvues de filets pour les bagages. Les serrures des portières peuvent être manœuvrées de l'intérieur des compartiments; des glaces dormantes sont installées dans les cloisons de séparation du compartiment du milieu.

La voiture est munie du frein à air comprimé automatique et modérable, des appa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reils d'intercommunication électrique (provisoirement) et pneumatique, ainsi que des appareils d'éclairage au gaz d'huile.

Exposition de l'Italie.

5° *Voiture de troisième classe*, exposée par MM. Miani, Silvestri et C^ie^, de Milan. — Cette voiture comprend 5 compartiments à 10 places, dont un isolé (celui du milieu), communiquant deux à deux par leur partie supérieure.

Le véhicule est monté sur deux essieux espacés de 4 m. 50.

Chaque compartiment est pourvu, de chaque côté, d'une portière et de deux baies de côté munies de châssis de glace et de persiennes; des accoudoirs en bois sont fixés dans les angles. Les banquettes et les dossiers sont composés de frises alternées en pitch-pin et en noyer verni; celles des sièges ne sont pas jointives; le pavillon est en pitch-pin verni. Le plancher est recouvert d'une toile cirée, sur laquelle est posée une claie en bois. Des tablettes à claire-voie pour les bagages sont fixées sur les cloisons séparatives et sur les parois de bout; les portières sont munies de poignées montoires en fer; les serrures, avec indicateur de position, sont du système Fondu.

La voiture est munie du frein à air comprimé.

§ 2. *Voitures de troisième classe à intercirculation.*

Exposition de la France.

1° *Voiture de troisième classe*, exposée par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cette voiture comprend 8 compartiments séparés à 10 places, un water-closet et un compartiment vigie pour garde-frein, desservis par un couloir latéral en communication à chacune de ses extrémités avec une plate-forme fermée et munie, de chaque côté, de marchepieds; l'entrée du water-closet se trouve sur l'une des plates-formes. Les compartiments de voyageurs sont fermés sur le couloir par une cloison vitrée avec portes roulantes.

Cette voiture montée sur deux bogies est identique, en ce qui concerne la construction, avec celle des voitures de première et de deuxième classe à bogie exposées par la même Administration et dont il a été fait mention plus haut (pages 215 et 223), et comporte les mêmes dispositions pour l'éclairage, le chauffage, le frein à air comprimé et les appareils d'intercommunication pneumatique.

A l'intérieur, les sièges et les dossiers sont garnis en crin recouvert en étoffe caoutchoutée; au-dessus des dossiers, les parois sont en yellow-pin verni.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de l'Italie.

2° *Voiture de troisième classe,* exposée par MM. Miani, Silvestri et Cie, de Milan. — Cette voiture est à couloir central avec plate-forme et passerelle à chaque extrémité. L'accès a lieu par les plates-formes.

La construction de cette voiture, montée sur deux essieux espacés de 5 m. 20, est identique avec celle des voitures de première et de deuxième classe pour lignes de banlieue, exposées également par MM. Miani, Silvestri et Cie, et dont il est fait mention plus haut (voitures de première classe à intercirculation, voitures de deuxième classe à intercirculation).

L'installation intérieure se compose de deux rangées de sièges transversaux disposés de chaque côté d'un passage longitudinal de 0 m. 50 environ de largeur. Ces sièges, formés de frises alternées de noyer et de pitch-pin vernis, ne sont fixés que sur le plancher; ils sont à 3 places d'un côté du passage et à 2 places de l'autre côté. Les parois intérieures de la voiture sont en pitch-pin verni; des filets placés sur les côtés, au-dessus des baies, règnent sur toute la longueur de la caisse. Les baies sont munies de châssis de glace et de persiennes; le plancher est recouvert de toile cirée. En vue de l'affectation éventuelle au transport des blessés, les portes de bout donnant accès aux plates-formes sont à deux battants dont l'un est immobilisé en service ordinaire.

B. Matériel à marchandises.

La classe 61 présentait un grand nombre de wagons, les uns destinés à montrer des types courants, et d'autres ayant pour objet d'indiquer des solutions spéciales. Pour faciliter l'examen des descriptions sommaires qui vont suivre, on a établi les divisions suivantes :

a. Fourgons et wagons couverts.
b. Wagons plats.
c. Wagons à dispositions particulières pour le déchargement.
d. Véhicules spéciaux.

a. Fourgons et wagons couverts.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

1° *Wagon couvert* (*section et bogie*), exposé par la Compagnie du Pennsylvania Railroad. — Les bogies sont composés de deux cadres en fer plat réunis vers le milieu par deux traverses en fer en U entre lesquelles glisse la traverse à crapaudine du pivot. Ces cadres emprisonnent les boîtes des essieux et sont munis à la partie inférieure, entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les traverses en fer en U, d'une semelle en fonte supportant un ressort à boudin sur lequel repose la traverse à crapaudine du pivot; les roues sont en fonte coulée en coquille. La caisse du véhicule a 10 m. 36 de longueur.

Exposition de la France.

2° *Wagon couvert,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Ce wagon est monté sur deux essieux espacés de 3 m. 75; le châssis métallique se compose de brancards à section en I assemblés au moyen d'équerres et de goussets en tôle avec deux traverses extrêmes et trois traverses intermédiaires à section en U reliées elles-mêmes par quatre flèches en cornière.

La caisse, fixée au châssis au moyen de consoles en fer et d'équerres, est munie sur chaque face d'une porte roulante et de deux volets en tôle à coulisse; les panneaux sont en frises assemblées par juxtaposition avec recouvrement. La charpente de la caisse, le plancher, les panneaux (à l'exception des trois frises du haut) et les deux frises de rive du pavillon sont en pitch-pin; le pavillon est couvert en toile enduite de céruse broyée à l'huile de lin. Les portes sont munies d'un appareil de fermeture à crochet pouvant se manœuvrer de l'intérieur du wagon; des poignées montoires en fer sont fixées sur les pieds d'entrée.

3° *Wagon à messagerie,* exposé par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Ce wagon est monté sur deux essieux espacés de 3 m. 40, et le châssis est en fer avec mains de suspension à tiges de réglage et marchepieds longitudinaux.

La caisse, munie sur chaque face de quatre volets, est destinée au transport à grande vitesse des bestiaux et des marchandises diverses; la charpente de la caisse et des portes est en fer; les angles de la charpente sont consolidés par des goussets en tôle; les frises des panneaux sont horizontales.

Ce wagon est muni du frein à air comprimé, système Wenger.

4° *Fourgon à bagages,* exposé par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Ce fourgon, destiné au service des trains express et rapides, est muni de deux guérites extérieures.

Le châssis, monté sur deux essieux espacés de 5 m. 55, est en acier; les ressorts de suspension ont des tiges de réglage horizontales et verticales. Les appareils de choc et de traction sont munis de ressorts en spirale; les boisseaux de tampons sont en fer forgé.

La caisse est pourvue de portes doubles roulantes sur chaque face, d'une niche à chiens à chaque extrémité, de casiers en fil de fer pour les lettres à l'intérieur. Les guérites sont accessibles des deux côtés par un escalier double. Le plancher des niches à chiens est garni d'une claie mobile en bois.

Ce véhicule est muni du frein à air comprimé système Wenger, et des appareils d'intercommunication électrique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5° *Wagon à primeurs et à lait*, exposé par la même Compagnie (P.-O.). — Ce wagon peut contenir 336 boîtes à lait.

Le châssis, en acier, est monté sur deux essieux espacés de 3 m. 70; les ressorts de suspension ont des tiges de réglage horizontales et verticales; les appareils de choc et de traction sont munis de ressorts en spirale; les boisseaux de tampons sont en fer. Les palettes inférieures de marchepieds règnent sur toute la longueur du véhicule.

La caisse est divisée en deux compartiments munis de chaque côté d'une porte roulante; les parois sont composées de persiennes en tôle à la partie supérieure, d'une tôle perforée à la partie inférieure, et d'une partie pleine en bois à la ceinture; chaque compartiment porte sur la toiture une manche à vent et, à l'intérieur, des étagères transversales placées de chaque côté d'un passage de 0 m. 95 réunissant les deux portes.

Ce véhicule est muni du frein à air comprimé, système Wenger, et des appareils d'intercommunication électrique.

b. Wagons plats.

Exposition de la Belgique.

1° *Wagon plat*, exposé par le Chemin de fer Grand Central belge. — Le châssis de ce wagon est en fer; il est monté sur deux bogies à deux essieux chacun. Les brancards à section en U de 0 m. 250 de hauteur sont renforcés par des cornières et des tirants en fer; les traverses intermédiaires sont à section en I de 0 m. 180 de hauteur; les traverses extrêmes, de 0 m. 400 de hauteur, sont formées par la réunion de deux fers en U rivés l'un sur l'autre; les traverses de pivot sont composées de deux fers en U sur lesquels est fixée la semelle du pivot; les attelages sont du système Dietz. Les bogies sont formés de deux longerons en tôle réunis par deux traverses extrêmes à section en I de 0 m. 180 de hauteur, et deux traverses intermédiaires à section en U de 0 m. 250 de hauteur, sur lesquelles est fixée la crapaudine du pivot; les glissières des plaques de garde sont montées sur les longerons; des chaînes limitent le déplacement des bogies par rapport à la caisse.

La caisse est en bois avec rehausses mobiles; les côtés ont 0 m. 46 de hauteur; ils sont divisés en deux parties de même longueur et se rabattent en dehors; les bouts se rabattent à l'intérieur; des ranchers en fer sont fixés sur les côtés.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

2° *Wagon à houille* (*section et bogie*), exposé par la Compagnie du Pennsylvania Railroad. — Les bogies sont les mêmes que ceux qui sont décrits plus haut pour le wagon couvert de la même Compagnie.

La caisse du véhicule a 7 m. 925 de longueur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° *Wagon plat,* exposé par M. Jefferds. — Ce wagon à châssis tubulaire, système Goodfellow et Cushman, est monté sur deux bogies. Le châssis se compose de quatre poutres longitudinales formées chacune de deux tubes parallèles en fer assemblés au moyen de colliers et d'entretoises métalliques. Les poutres sont consolidées par des tirants en fer placés à l'intérieur des tubes; elles sont réunies à leurs extrémités par deux traverses métalliques, et, entre les traverses extrêmes, par des tirants en fer et des poinçons en fonte malléable; une traverse, munie en son milieu d'une cheville et d'une calotte sphérique formant pivot, est fixée entre les tubes au-dessus des bogies. L'attelage central, rigide, est composé d'un entonnoir métallique muni d'une cheville verticale et d'une maille d'attelage en fer; deux tampons secs sont fixés sur la traverse de tête, près de l'appareil d'attelage. Les bogies sont composés de deux cadres longitudinaux en fer munis de guides pour les boîtes d'essieux et supportant en leur milieu les extrémités d'une poutre transversale munie de ressorts à boudin sur lesquels repose, par l'intermédiaire d'une traverse, la crapaudine correspondant à la calotte sphérique du châssis. Les roues sont en fonte coulée en coquille.

La caisse est en bois; les côtés, de 0 m. 40 de hauteur environ, sont fixés par des ranchers en bois; les bouts sont tombants et se rabattent à l'intérieur du wagon.

Exposition de la France.

4° *Wagon plat,* exposé par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Ce wagon est muni d'une guérite, avec rampe formant garde-corps, et d'un frein à vis à quatre sabots.

Le véhicule est monté sur deux essieux espacés de 3 m. 40. Les brancards de châssis sont en fer et les traverses en bois de chêne.

La caisse est en bois; elle est reliée au châssis par des consoles; les angles sont consolidés par une tôle coudée; au milieu de chaque côté est ménagée une porte se rabattant à l'extérieur du wagon; des anneaux de bâchage sont fixés sur les brancards de caisse. La guérite est installée au milieu de l'un des bouts; elle est accessible des deux côtés par marchepieds.

5° *Wagon plat,* exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Ce wagon est destiné au transport des tôles et des fers de grande longueur.

Le véhicule est monté sur deux bogies reliés par une flèche. Ces bogies sont composés de deux longerons en tôle et de deux longrines assemblées par des traverses en fer en U; sur ces bogies repose une plate-forme constituée par un châssis composé de deux brancards en fer à section en I de 0 m. 300 de hauteur, armés de tirants et reliés par des traverses en fer en U, et recouvert d'un plancher et de traverses en bois. Cette plate-forme est reliée aux bogies par un axe de rotation et par l'intermédiaire d'un lisoir en fonte et d'un cercle de frottement; elle est munie de ranchers en bois. Les appareils d'attelage et de tamponnement sont fixés sur la traverse extrême extérieure des bogies; les flèches sont armées de plates-bandes en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c. Wagons à dispositions particulières pour le déchargement.

Exposition de la France.

1° *Wagon-tombereau*, exposé par les Ateliers de construction du Nord de la France, à Blanc-Misseron (Nord). — Ce wagon a un châssis en fer monté sur deux essieux espacés de 2 m. 50. Le châssis se compose de brancards et de traverses métalliques en U et de longrines à section en T assemblées par des équerres et des goussets.

La charpente de la caisse est en fer; les panneaux, en tôle, sont doublés à l'intérieur de frises en bois; le plancher, en bois recouvert d'une tôle d'acier, est formé de deux plans inclinés longitudinaux. Chaque face s'ouvre, sur un peu plus de la moitié de leur hauteur à partir du bas, par deux portes régnant chacune sur la demi-longueur du wagon et oscillant autour d'un axe horizontal placé à leur partie supérieure. Ces portes sont fermées par un loqueteau placé vers le milieu de leur hauteur et dans le bas par une fermeture à coulisse commandée au moyen d'une vis; un appareil spécial fixé sur le côté maintient la porte ouverte pendant le déchargement.

Le wagon est muni d'un frein à main.

2° *Wagon de terrassement*, exposé[1] par M. E. Chevalier, constructeur à Paris. — Le but poursuivi par les inventeurs de ce wagon (système Buette et Chevalier) est de réduire les frais de manœuvre et la durée du déchargement en faisant basculer d'un seul coup un train entier de déblais au moyen d'un appareil à air comprimé. A cet effet, le châssis du wagon est muni de quatre cylindres oscillants (deux de chaque côté), qui peuvent être mis en communication avec une conduite placée sur le véhicule et destinée à amener l'air comprimé de la locomotive. Les cylindres oscillent sur des tourillons fixés aux traverses intermédiaires du châssis, et les tiges des pistons sont reliées à la caisse par une articulation; un robinet à trois voies monté sur le wagon permet de distribuer l'air comprimé dans l'un ou dans l'autre groupe de cylindres. L'air est envoyé par la locomotive à la pression de 10 kilogrammes; les cylindres dans lesquels il se détend sont établis de manière qu'il suffit d'une pression de 5 kilogrammes au maximum pour soulever la caisse du wagon et la faire basculer.

La caisse repose sur le châssis par l'intermédiaire de patins oscillants dans des colliers fixés au châssis; elle est pourvue, de chaque côté, de portes à fermeture automatique, mobiles autour d'un axe horizontal fixé à leur partie supérieure.

La capacité du wagon est de 6 mètres cubes.

Chaque opération nécessite une dépense de 31 lit. 4 d'air à la pression de 10 kilogrammes.

[1] Exposition à l'Esplanade des Invalides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° *Wagon à ballast, à trappes et à déchargement automatique*, exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Le fond de ce wagon est en dos d'âne; les parois inclinées du fond sont pourvues, de chaque côté et dans toute leur longueur, de trappes mobiles. Ces trappes sont manœuvrées pour l'ouverture et la fermeture au moyen d'une vis verticale et d'une roue hélicoïdale actionnant un arbre horizontal portant des manchons cylindriques sur lesquels s'enroulent des chaînes fixées aux extrémités des trappes.

Le châssis et la caisse sont solidaires et entièrement métalliques. Les trappes sont en tôle. La caisse est munie de bouts et de ranchers en vue de permettre le transport de rails et de traverses.

4° *Wagon à houille, minerais, ballast, etc.*, exposé par MM. de Dietrich et Cie, constructeurs, à Lunéville. — Ce véhicule est à plans inclinés et à déchargement automatique.

Le châssis est en fer; l'écartement des essieux est de 2 m. 75.

La charpente de la caisse est en fer; les panneaux en tôle sont doublés de bois à l'intérieur; le plancher, en bois, est formé de deux plans inclinés longitudinaux. Sur chacun des côtés sont ménagées deux portes mobiles autour d'un axe horizontal supérieur, régnant chacune sur la demi-longueur de la caisse et occupant un peu plus de la moitié de la hauteur des côtés. Ces portes sont maintenues fermées par des cames montées sur un arbre à manivelle. Un appareil spécial d'enclenchement maintient la porte ouverte pendant le déchargement.

5° *Wagon à houille*, exposé par la Société anonyme des usines et fonderies de Baume et Marpent. — Le châssis, en fer, est monté sur deux essieux espacés de 2 m. 50. Les brancards de châssis sont à section en I; les traverses extrêmes sont à section en U. Les appareils de choc sont à ressorts en spirale et ceux de traction à rondelles en liège.

La caisse, en fer, est disposée de telle manière que ce véhicule peut être employé indifféremment comme wagon déversant pour le transport des minerais, houilles, etc., ou comme wagon à caisse fixe pour le transport des marchandises se déchargeant à la main. Les côtés de la caisse sont constitués par deux portes en tôle situées aux extrémités et oscillant autour d'un axe horizontal placé à la partie supérieure et par deux portes intermédiaires en tôle, mobiles autour d'axes verticaux; les portes extrêmes sont maintenues à leur partie inférieure par une fermeture à cames actionnée par une vis; les portes intermédiaires sont fermées par un verrou vertical. Les bouts sont en tôle avec armature en cornière, pieds de bout en fer à section en U et sommet en fer à T; le fond est en tôle, les traverses sont à section en I.

6° *Wagon à houille*, exposé par Mme vve Taza-Villain, constructeur, à Anzin (Nord). — Ce wagon est complètement en fer; le châssis, monté sur deux essieux espacés de 2 m. 50, est composé de brancards à section en I, de traverses intermédiaires et de traverses extrêmes à section en U et de croix de Saint-André en cornière. Les attelages sont montés sur onze rondelles en liège enfermées dans un boisseau en fonte; le tamponnement est monté sur rondelles en caoutchouc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La caisse est disposée sur le châssis de façon à pouvoir basculer soit à droite, soit à gauche. Sur chaque côté de la caisse se trouve une porte à deux battants et, de part et d'autre de cette dernière, des portes s'ouvrant autour d'un axe horizontal placé à leur partie supérieure. Le fond de la caisse est en tôle de 0 m. 006 d'épaisseur.

7° *Wagon à houille,* du même exposant (Mme vve Taza-Villain). — Le châssis en fer, monté sur deux essieux espacés de 3 m. 65, est composé de brancards à section en I, de traverses intermédiaires et de traverses extrêmes à section en U, et de croix de Saint-André en cornière; les attelages sont montés sur ressorts en spirale et le tamponnement est muni de rondelles en caoutchouc.

Le véhicule comporte deux caisses en fer occupant chacune la moitié de la longueur du châssis. Les côtés des caisses sont formés par une porte en tôle, cornières et fers spéciaux, oscillant autour d'un axe horizontal placé à sa partie supérieure et maintenue dans le bas de chaque côté par une fermeture automatique composée de deux leviers à crochets montés sur un axe horizontal coudé et terminé par une fourche dans laquelle s'engage une cheville fixée au châssis. Les mouvements de la caisse déterminent le glissement de la fourche sur la cheville et, par suite, le déplacement du levier à crochet de l'appareil de fermeture. Les caisses oscillent, de chaque côté, autour de l'arête extérieure des brancards de châssis. Le fond, en tôle, est assemblé avec les bouts par des cornières et soutenu par des traverses à section en I.

8° *Wagon à houille,* du même exposant (Mme vve Taza-Villain). — Le châssis, en fer, monté sur deux essieux espacés de 2 m. 65, est composé de brancards à section en I, de traverses extrêmes et de traverses intermédiaires à section en U, et de croix de Saint-André en cornière.

La caisse, en fer, reliée au châssis par des consoles, est pourvue, sur chaque face, de deux portes en tôle; les panneaux situés de chaque côté des portes sont mobiles autour de charnières horizontales placées à leur partie supérieure et à mi-hauteur de la caisse. Ces portes sont maintenues dans le bas par des cames montées sur un arbre horizontal commandé par un levier. Des anneaux de bâchage sont fixés sur les portes et sur les bouts. Le fond, en tôle, repose directement sur le châssis. Les bouts sont en tôle, les pieds d'angle sont en cornière et les pieds de bout sont à section en forme de rail à patin.

d. Véhicules spéciaux.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

1° *Wagon-glacière système Wickes,* exposé par la Merchants despatch transportation Co, de New-York. — Ce wagon a été étudié en vue de permettre de transporter jusqu'aux marchés et aux ports d'embarquement les produits alimentaires qui se détériorent sous l'influence de la chaleur ou de la gelée (viandes fraîches, produits de la laiterie,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fruits, etc). La caisse comporte un compartiment unique aménagé spécialement pour les transports dont il s'agit.

Le châssis est monté sur deux bogies avec roues en fonte coulée en coquille; il est muni d'appareils d'attelage décrits plus loin (cinquième partie, chapitre XVII, page 395).

La caisse, complètement en bois, est à doubles parois; le plancher et le pavillon sont également doubles. La charpente est en teck. Les panneaux extérieurs sont en frises de sapin verticales et les panneaux intérieurs en frises de sapin diagonales. Ces panneaux sont doublés de feuilles de carton à l'intérieur, et l'intervalle qui les sépare est rempli avec une substance végétale isolante. Chaque paroi latérale est munie, en son milieu, d'une porte à deux vantaux montée sur charnières et fermant en haut et en bas au moyen d'un verrou. A chaque extrémité de la caisse est placé un réservoir à glace communiquant avec l'intérieur par une ouverture grillagée ayant la largeur du wagon et pratiquée dans la cloison du fond. A l'intérieur sont installés des crochets et des tringles pour suspendre les viandes.

Exposition de la France.

2° *Fourgon d'expériences*, exposé par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST. — La description sommaire ci-dessous n'a trait qu'au véhicule; les appareils installés dans le fourgon sont décrits page 423.

Le véhicule comporte une caisse à laquelle on accède par une plate-forme couverte placée à l'extrémité du côté de la vigie et munie, de chaque côté, de marchepieds et d'un portillon.

Le châssis, monté sur deux essieux, est entièrement métallique, sauf les traverses extrêmes qui sont en bois. Il comprend l'appareil dynamométrique, et l'un de ses essieux comporte une prise de mouvement. pour les appareils placés à l'intérieur du véhicule.

La caisse se compose d'un compartiment central dans lequel sont installés les appareils enregistreurs de travail, vitesse, etc., ainsi que ceux qui servent à l'analyse des gaz de la combustion, et, à l'une des extrémités, d'un compartiment dans lequel ont été installés des armoires et des tablettes, et d'un water-closet avec lavabo. A l'autre extrémité se trouve une vigie régnant sur toute la largeur du véhicule et munie, de chaque côté, de sièges pour les observateurs; sous les sièges de ces vigies sont installées de petites armoires. Le compartiment central est éclairé le jour par des baies et impostes répartis sur toute sa longueur, et la nuit, par une lampe à gaz et deux lampes à huile fixées au plafond. Le chauffage est assuré par un poêle. Des trappes ont été ménagées dans le plancher afin qu'on puisse accéder de l'intérieur aux pièces du mécanisme situées au-dessous du plancher.

Le véhicule est muni du frein à air comprimé Westinghouse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° *Dessin d'un wagon plate-forme pour grues mobiles,* exposé par M. E. Chevalier, constructeur, à Paris. — Ce wagon, étudié pour recevoir les grues mobiles employées dans l'exploitation des chemins de fer, est monté sur deux essieux espacés de 4 mètres; il se compose d'une plate-forme dont la partie comprise entre les deux essieux est très rapprochée du sol et dont les extrémités sont relevées pour permettre l'emploi de roues ordinaires de wagons et l'installation des appareils de choc et de traction à la hauteur normale. Le wagon est muni de deux patins qui viennent reposer sur les rails lorsqu'on descend la plate-forme. Le mouvement de descente s'effectue au moyen d'une vis verticale placée au-dessus de chaque ressort et commandée par un pignon actionné lui-même par une vis sans fin horizontale, munie d'un volant de chaque côté du wagon. La vis verticale agit sur deux leviers articulés dont les extrémités reposent sur les ressorts de suspension, de sorte que, suivant le sens du mouvement, la flèche du ressort augmente ou diminue et la plate-forme monte ou descend.

Le wagon est muni d'un frein à vis.

4° *Truck à roues convergentes système de Bange,* exposé par la Société des anciens établissements Cail. — Ce truck a 7 m. 14 d'empattement et avait servi autrefois pour le transport des locomotives destinées à des pays ayant une largeur de voies différente de celle du réseau français. Plus tard, en vue d'expériences à faire, deux essieux système de Bange ont été fixés aux extrémités de ce truck. La disposition de ces essieux et des roues convergentes a été décrite dans le chapitre III, première partie, page 163.

5° *Wagon-citerne,* exposé par Mme veuve Taza-Villain, constructeur, à Anzin (Nord). — Ce wagon est destiné au transport des alcools dans une citerne cylindrique en tôle.

Le châssis en fer, monté sur deux essieux espacés de 3 mètres, se compose de deux brancards à section en I, de deux traverses extrêmes à section en U, et de quatre traverses intermédiaires en forme d'arc, en tôle et cornière, sur lesquelles repose la citerne; des tirants en fer et des butées cintrées en tôle et cornière rivés sur le châssis s'opposent au déplacement de la citerne dans le sens longitudinal; des plates-bandes en fer, rivées sur le châssis, enveloppent la citerne et s'opposent au déplacement dans le sens vertical.

La citerne, en acier, se compose de trois viroles et de deux calottes sphériques formant fonds; les trois viroles sont formées chacune de deux tôles, l'une de 0 m. 006 d'épaisseur pour le bas, l'autre de 0 m. 005 d'épaisseur pour la partie supérieure; des plaques carrées, percées en leur milieu d'un trou de 0 m. 50, sont rivées à l'intérieur de la citerne, sur chaque tiers de la longueur, pour atténuer les chocs du liquide pendant le transport. A la partie supérieure de la citerne se trouve un dôme pour la dilatation du liquide et le remplissage; à la partie inférieure est installé un robinet de vidange avec tuyaux de raccordement à joints Keyser, se dirigeant de chaque côté du wagon. La citerne est en outre munie à l'une de ses extrémités d'une pompe de remplissage système Broquet, d'un débit de 6.000 litres à l'heure, et, vers le milieu, d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

échelle en fer pour l'accès au trou d'homme du dôme et à la manœuvre du robinet de vidange.

II

DESSINS ET MODÈLES DE VOITURES ET WAGONS.

En dehors des photographies et dessins relatifs aux véhicules exposés et qui, détaillés ici, feraient double emploi avec les descriptions déjà données de ces véhicules, il convient de citer parmi les dessins et modèles relatifs aux voitures et wagons :

Exposition de la Belgique.

1° *Dessins d'un train composé de voitures à couloir,* exposés par M. Hanrez, ingénieur, à Bruxelles. — Ces voitures sont formées de deux caisses séparées par un couloir transversal avec marchepieds d'accès de chaque côté, placé vers le milieu de la voiture. En outre, un couloir longitudinal ménagé au centre de la voiture se prolonge, au travers des parois de bout, par de courtes plates-formes établissant la communication entre les voitures. Dans les compartiments, les sièges sont disposés transversalement de chaque côté du passage longitudinal; les compartiments de chaque classe sont séparés par des portes. Enfin, à côté du couloir transversal, sont installés un cabinet de toilette et un water-closet.

Le châssis, monté sur deux trucks spéciaux (voir page 379), se compose de deux brancards à section en U espacés de 1 mètre environ, consolidés par des tirants et réunis par des traverses au moyen d'équerres en cornière et de goussets en tôle; chaque portion du châssis comprise entre deux traverses est maintenue par des croix de Saint-André; des grandes consoles en tôle et cornière fixées sur les brancards de châssis supportent la caisse. Les ressorts sont disposés à la manière ordinaire, au-dessus des boîtes d'essieux; leurs mains de suspension sont attachées au châssis du truck.

Exposition du Chili.

2° *Modèles, dessins* et *photographies* relatifs au matériel roulant, exposés par l'Administration des Chemins de fer de l'État.

Exposition de l'Espagne.

3° *Modèle d'un wagon système Jouassin pour le transport du ballast,* exposé par M. Foucault. — La caisse de ce wagon est divisée en compartiments transversaux. Le plancher de chaque compartiment est formé, de chaque côté, de deux plans inclinés fixes et, au milieu, de deux trappes mobiles. En ouvrant ces trappes, on déverse le ballast

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'axe de la voie. En outre, les côtés se rabattent pour permettre au besoin le déchargement du ballast à l'extérieur de la voie.

Exposition de la France.

4° *Dessin d'un wagon culbuteur à deux caisses,* exposé par M. Cybard.

5° *Disposition de la suspension des voitures avec menottes en dedans,* exposée par M. Féraud. — Le procédé consiste à appliquer en dedans les menottes qui relient les ressorts de suspension au châssis, c'est-à-dire que le sommet de l'angle formé par les axes des menottes prolongées est au-dessus de l'essieu. Les mains de suspension, ou points d'attache sur le châssis, sont placées intérieurement aux menottes; elles embrassent les extrémités des ressorts. Cette disposition est indiquée comme donnant, pour un même ressort, une plus grande flexibilité qu'avec les menottes ordinaires. Elle figure à la classe 61 sur un modèle muni d'un appareil de démonstration permettant de mesurer la flexibilité d'un même ressort dans le cas de menottes en dehors, de menottes verticales ou de menottes en dedans; elle est, en outre, appliquée à la voiture mixte de première et deuxième classe, exposée par le Chemin de fer Grand Central belge.

6° *Dessin d'un projet de wagon-loges,* exposé par M. J.-O. Tournier, ingénieur civil, à Paris. — Ce projet de véhicule, présenté comme réunissant les conditions de sécurité et celles d'isolement recherchées par les voyageurs, comporte la division des voitures en cabines fermées ne contenant chacune que 1, 2, 3, 4 ou 5 places, de façon que chaque voyageur ou chaque groupe de 2, 3, 4 ou 5 voyageurs puisse s'isoler complètement. Le dessin exposé indique la transformation d'un wagon de deuxième classe à 40 plàces du matériel existant en wagon-loges à 25 places. Cette transformation consiste dans la suppression des portes latérales actuelles, sauf celles des extrémités, et dans l'établissement d'un couloir longitudinal au milieu de la voiture, avec un couloir transversal en face de chaque portière extrême; de chaque côté du couloir longitudinal et de chaque côté des deux couloirs transversaux sont établies des cabines disposées pour 1, 2 et même 5 voyageurs; ces cabines sont fermées par des portes pleines à coulisse, munies d'un verrou de sûreté. Cette disposition est proposée également pour les voitures à construire avec diverses combinaisons de loges de différentes grandeurs, suivant les dimensions du véhicule.

7° Il y a lieu de citer aussi les *Dessins* (aquarelles) exposés par certaines Compagnies de chemins de fer français et destinés à faire ressortir les transformations profondes dont le matériel roulant, notamment en ce qui concerne les voitures, a été l'objet depuis l'origine des réseaux français jusqu'à nos jours. Dans cet ordre d'idées, il convient de mentionner : les *dessins comparatifs des voitures des trois classes en 1844 et en 1889* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest; des *planches analogues* présentées par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée; des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dessins exposés par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans et *représentant la longueur des trains de voyageurs en 1889, comparée à celle des trains affectés antérieurement au même service*, etc.

Enfin, on doit mentionner ici, pour mémoire, une *collection de dessins* très intéressante, qui figurait à l'Exposition rétrospective des moyens de transport. Cette collection, préparée par les Compagnies de chemins de fer français, montrait les différentes phases par lesquelles a passé le matériel roulant de ces compagnies depuis l'origine des réseaux jusqu'à nos jours.

Exposition des Pays-Bas.

8° *Dessins, plans* et *photographies* de différents types de voitures de chemins de fer, exposés par M. Beijnès, d'Haarlem.

En dehors des dessins et modèles de voitures et wagons dont il est fait mention ci-dessus, il existait, tant dans l'exposition de la classe 61 que dans d'autres parties de l'Exposition (notamment dans les sections et pavillons détachés des pays lointains pour lesquels la distance avait été un obstacle au transport des véhicules mêmes), de nombreux dessins, des photographies et des modèles rendant compte de la construction, de l'usage et des particularités du matériel roulant employé dans ces divers pays. Nous nous bornons à les mentionner.

III

PIÈCES DÉTACHÉES DE VOITURES ET WAGONS.

Les pièces détachées de voitures et wagons exposées à la classe 61 ou vues comme annexes de cette classe peuvent être considérées comme se rapportant soit au châssis, soit à la caisse, ou comme constituant des accessoires (serrures, bâches, toiles, etc.).

A. Pièces du châssis.

Parmi les pièces du châssis, on remarque les suivantes :

Exposition de la Belgique.

1° *Obturateurs* et *tampons graisseurs*, pour boîtes à huile, exposés par M. Buisset.

2° *Boîtes à huile en fer forgé*, exposées par M. Émile Henricot, à Court-Saint-Étienne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° *Ferrures de wagons, butoirs, boisseaux de tampons, ressorts à lames et en spirale,* exposés par M. Valère Mabille, maître de forges, à Mariemont.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

4° *Roues de wagon,* exposées par les ateliers New York car wheel Works, à Buffalo. — Ces roues, fondues d'un seul jet, sont en fonte au bois de provenance des États-Unis et du Canada. Le boudin et la surface de roulement sont coulés en coquille; la surface durcie a une épaisseur de 0 m. 016.

5° *Roues en fonte* coulées en coquille et *essieu monté,* présentés par la Compagnie du Pennsylvania Railroad.

Exposition de la France.

6° *Roues à rayons de toutes dimensions,* forgées en matrices, et roues pleines à nervures (toile mince entre les rais), présentées par L. Arbel, ses fils successeurs, maîtres de forges, à Rive-de-Gier.

7° *Roues en fer à rayons simples et doubles,* exposées par M. Brunon, maître de forges, à Rive-de-Gier.

8° *Essieux montés, bandages, spécimens de bandages déformés aux essais, dessous de boîte à graisse en acier,* etc., exposés par la Compagnie anonyme des forges de Châtillon et Commentry.

9° *Bandages, en acier et en fer, de divers diamètres, bandages déformés aux essais, roues à centre plein en acier,* etc., exposés par la Compagnie des fonderies et aciéries de Saint-Étienne.

10° *Essieux montés, bandages de divers diamètres et bandages déformés aux essais, aciers à ressorts, ressorts à lames, à pincettes, en spirale, à boudin, rondelles Belleville, roues à rayons, roues à centre plein ondulé,* etc., exposés par la Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de la marine et des chemins de fer.

11° *Roues en fer à rayons et à centre plein,* présentées par MM. Deflassieux frères, maîtres de forges, à Rive-de-Gier.

12° *Tampons graisseurs avec armature en tôle, brosse en feutre ou en laine et mèches de coton; rondelles obturatrices en feutre apprêté,* pour boîtes à huile, exposés par M. Flamant, à Paris.

13° *Tampons graisseurs avec brosse en velours, rondelles et obturateurs,* pour boîtes à huile, exposés par M. Pierre Plasson, à Paris.

14° *Essieux ébauchés, essieux montés, ressorts,* etc., présentés par la Société anonyme des aciéries et forges de Firminy.

15° *Essieux de voitures et wagons, bandages, fers profilés, tôles,* etc., exposés par la Société anonyme des forges et aciéries du Nord et de l'Est.

16° *Essieux montés, roues à moyeu en fonte, roues en fer forgé, boîtes à huile et boîtes*

Imprimerie nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à graisse, etc., exposés par la Société anonyme des usines et fonderies de Baume et Marpent.

17° *Boîtes à galets et coussinets à portées différentielles,* exposées par M. Bougouin. — (Voir, pour la description du système, le chapitre relatif aux tramways, page 342).

La variante étudiée en vue de l'application aux chemins de fer comporte deux séries de galets juxtaposés dans la même boîte en raison de la plus grande longueur des fusées.

18° *Dispositif étudié en vue du graissage à l'huile constamment pure des fusées de wagons de chemins de fer,* exposé par M. Verny. — Ce dispositif comporte l'addition dans le dessous de boîte d'un récipient à fond de toile métallique, contenant de la grenaille de plombagine. L'huile impure tombant de la fusée se filtre en traversant la plombagine et est reçue pure dans la partie inférieure du dessous de boîte, d'où elle est amenée à la fusée par le tampon graisseur, à la manière ordinaire.

19° *Ferrures diverses,* telles que boulons, harpons, tendeurs, marchepieds, crochets, chaînes, faux-tampons, plaques de garde, chapes, étriers, dessous de boîte à graisse, charnières, vis, chaînettes, etc., exposés par MM. Bosquet et Parruit, à Arreux (Ardennes), par MM. Bouchacourt, Magnard et Cie, à Fourchambault (Nièvre), par MM. Dervaux-Ibled, à Vieux-Condé (Nord), et par la Manufacture ardennaise, à Braux (Ardennes).

Indépendamment des pièces diverses (roues, essieux, bandages, ferrures, etc.) exposées à la classe 61, et dont quelques-unes sont énumérées et décrites sommairement ci-dessus, des pièces analogues figuraient dans différentes parties de l'Exposition, tant dans les sections étrangères que dans les sections françaises, notamment à la classe 41 (produits de l'exploitation des mines et de la métallurgie). Nous nous bornons à faire ici mention de ces expositions dont plusieurs trouveront vraisemblablement, s'il y a lieu, leur place dans d'autres rapports.

B. Pièces de la caisse.

On peut signaler, parmi les pièces appartenant à la caisse :

Exposition de la Belgique.

1° *Différentes pièces et accessoires pour la construction et l'aménagement des caisses de voitures et wagons,* exposés par M. J.-B. Fondu, de Vilvorde-lès-Bruxelles, savoir : châssis de glace à arrêt automatique, châssis de glace actionné par une manivelle et une chaîne sans fin, châssis de glace avec tringles à friction, à charnières et à ressort, etc.; stores à relèvement et arrêts automatiques de divers systèmes; serrures automatiques avec pênes de sûreté et indicateur intérieur, serrures à détente, serrures à pênes circulaires, serrures pour portes roulantes, etc.; porte-chapeaux, cendriers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à fond mobile, filets parachutes, etc.; boulons à double écrou indesserrables, etc.; suspension des portes roulantes munies de boîtes à triple galet, etc.; numéroteurs de trains, numéroteurs-indicateurs, etc. Plusieurs de ces dispositions sont appliquées au matériel exposé par la Société anonyme « La Métallurgique »; par la Société anonyme internationale de construction et d'entreprise de travaux publics, à Braine-le-Comte; par la Société anonyme des ateliers de construction de Malines; par l'Usine Ragheno; par l'Administration des chemins de fer de l'État (France); par MM. Miani, Silvestri et Cie, de Milan, etc.

2° *Divers appareils et articles de fermeture, d'éclairage,* etc., pour voitures de chemin de fer, exposés par M. Félix Sax, manufacturier, à Bruxelles-Laeken, tels que : lanternes, serrures actionnées par un ressort en spirale, montures de galets pour portes roulantes, appareil de suspension de portes, consoles de filets à bagages, supports, cendriers, etc., en cuivre nickelé, doré et bronzé; étoffes, velours, tissu de crin, etc.

Exposition de la France.

3° *Galons, passementeries et garnitures,* exposés par MM. Boyriven frères, à Paris.

4° *Galons, passementeries, garnitures et moquette,* exposés par M. Neveu, à Paris.

5° *Tissus de crin et d'aloès* pour voitures, exposés par la maison Poulet (veuve) et Poulet fils, à Paris.

6° *Sommiers élastiques, système Peters,* exposés par M. A. Léon, à Paris, ainsi que leurs diverses applications au matériel des chemins de fer.

7° *Serrures de portières, poignées, charnières et cuivreries,* exposées par M. Camus, à Paris.

8° *Store à relèvement automatique,* exposé par MM. Coulaud et Cie, mécaniciens, à Paris, dans lequel le mouvement de relèvement du store est produit par un ressort spiral enroulé à l'intérieur de la boîte à cliquet.

9° *Pièces en cuivre étiré de diverses formes* pour voitures de chemins de fer; *recouvrements en cuivre, en laiton et en fer* pour portières de voitures, exposés par M. Guillotteaux.

10° *Ressorts pour stores* de voitures de chemins de fer, *châssis avec ressort à roulette, agrès pour rideaux,* etc., exposés par M. Ledoux.

11° *Appareils divers,* exposés par M. Thibaudet, fabricant, à Paris, notamment : lavabos à vidange automatique pour voitures-salons, voitures-lits, etc.; serrures du système Fondu modifiées, avec indicateur de fermeture système Fondu également modifié (ces serrures sont appliquées aux voitures des chemins de fer de l'État français et à la voiture exposée par la Compagnie française de matériel de chemins de fer); modèle de serrure pour portes à coulisse, adopté par l'Administration des chemins de fer de l'État; ferrures et cuivreries diverses; charnières, poignées, loqueteaux, plaques de tirants de châssis de glace, etc.

12° *Fermeture automatique,* système A. Weil et J. Garnier, pour portières de voitures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exposée par M. A. Weil, à Marly-lès-Valenciennes (Nord). Cette fermeture se compose d'une serrure fixée sur la portière et d'une gâche fixée sur le pied d'entrée de la voiture. La serrure comprend une poignée en forme de crosse oscillant autour d'un axe vertical et munie d'un pêne pressé par un ressort à boudin. La gâche comporte plusieurs crans dans lesquels le pêne s'engage successivement lorsqu'on pousse la portière.

Exposition de la Grande-Bretagne.

13° *Appareil de manœuvre pour glaces de portières,* exposé par M. W. Laycock. — Cet appareil se compose de deux compas logés dans le vide laissé par la double paroi de la portière. Ces compas ont chacun une extrémité fixée au châssis de glace, tandis que leur autre extrémité est fixée à la traverse inférieure de la portière. L'articulation des compas est formée d'une sorte de barillet dans lequel est logé un ressort destiné à équilibrer le châssis de glace, dans quelque position qu'on l'amène.

C. Accessoires, toiles, etc.

1° *Bâches de wagons, toiles, tissus teints et apprêts pour bâches et pour couvertures,* présentés dans l'exposition de la Belgique par Mme veuve Boty et Cie, à Bruxelles.

2° *Bâches de wagons, rideaux de wagons, tabliers de vigies, prolonges, cordages,* etc., exposés par MM. Cauvin Yvose et Ernest Cauvin, à Paris.

3° *Toiles imperméables pour bâches, couvertures, sacs,* etc., exposées par M. L. Charpentier, à Paris.

4° *Bâches de wagons et leurs agrès, toiles enduites, toiles sablées pour couvertures,* etc., exposées par M. Faucille fils, à Paris.

5° *Bâches et toiles apprêtées,* exposées par M. Saint, à Paris,

IV

RESUMÉ. VOITURES ET WAGONS (VOIE NORMALE).

Le matériel roulant était représenté à l'exposition de la classe 61, en ce qui concerne les voitures à voyageurs, par des types nombreux; on y remarquait une grande variété non seulement dans la forme générale, mais encore dans la disposition des aménagements intérieurs.

Si l'on considère les voitures à voyageurs, abstraction faite momentanément de la forme et de la disposition spéciale (dont il sera parlé plus loin), on remarque un ensemble de particularités communes, sauf de très rares exceptions près, à toutes les voitures exposées; on peut citer pour les mesures de sécurité : l'application presque générale de freins continus à air comprimé ou à vide sur le matériel roulant de cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taines Compagnies (françaises notamment); l'addition, à l'intérieur des compartiments, en France, d'appareils d'intercommunication (sonneries d'appel pneumatiques ou électriques et glaces dormantes), etc. En ce qui concerne la construction, il convient de signaler la substitution presque générale du fer ou de l'acier au bois dans la construction des châssis; l'adoption des roues en fer ou en acier à centre plein; l'emploi presque général d'essieux et de bandages en acier; l'addition de tôle mince de fer ou d'acier pour le revêtement extérieur des caisses, etc.

D'un autre côté, des améliorations notables ont été apportées aux parties qui intéressent plus particulièrement le confort des voyageurs : augmentation des dimensions intérieures des compartiments; agrandissement des baies qui laissent passer plus d'air et de lumière; amélioration de la suspension par des ressorts mieux étudiés, tant en ce qui concerne la forme qu'au point de vue de la qualité du métal; perfectionnements dans l'éclairage (voir chapitre XIX); modifications heureuses dans l'opération si délicate du chauffage (voir chapitre XVIII).

A côté de ces améliorations qui sont en réalité communes à tous les véhicules à voyageurs figurant dans la classe 61, on peut mentionner des types spéciaux de voitures de grandes longueurs, montées sur des bogies, et dans lesquelles, en dépit des errements en vigueur, la division classique en compartiments séparés a été remplacée par des dispositions à couloirs, les unes avec compartiments distincts, les autres avec compartiments à séparations incomplètes, d'autres enfin avec salons, fumoirs, etc... Ces voitures ont pour la plupart le caractère de voitures de luxe et comportent en général les dispositifs les plus complets en ce qui concerne le chauffage, l'éclairage et la ventilation; elles ont aussi reçu la plupart du temps divers aménagements spéciaux, tels que : cabinets de toilette, water-closets, etc., de nature à procurer aux voyageurs de très longs parcours de réelles commodités. Enfin, pour des services spéciaux, on a organisé des trains entiers de véhicules à couloirs comportant salons, salles à manger, lits, etc., afin que le voyageur qui traverse l'Europe puisse le faire avec le moins de fatigue possible.

Ces véhicules à couloirs ne sont pas d'autre part exempts d'inconvénients, notamment au point de vue de la difficulté que les voyageurs éprouvent à s'isoler les uns des autres. De plus, il convient de remarquer que cette solution donne lieu dans la plupart des cas à un accroissement très considérable du poids mort et du prix d'établissement; l'augmentation du poids mort est même telle que certains mouvements de voyageurs deviendraient impossibles sur des lignes existantes si on essayait d'y généraliser ce matériel. Et c'est ici le lieu de répéter, plus que partout ailleurs, qu'il n'y a pas de règle générale, que tout est solution d'espèce, que, suivant la longueur de la ligne, les mœurs des populations, les circonstances climatériques, etc., il faut donner aux voyageurs tel ou tel matériel. Il n'est pas inutile d'ajouter que, dans certains pays, la faiblesse des tarifs, la courte durée des concessions, les garanties d'État sont autant d'éléments dont une administration sage est obligée de tenir un large compte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le matériel à marchandises montre aussi divers perfectionnements, entre autres le remplacement du bois par le fer dans les châssis et même quelquefois dans la caisse, notamment pour les wagons à houille et les wagons plats; on remarque aussi que les attelages et la suspension ont reçu de grandes améliorations; les essieux et les bandages sont maintenant en acier, d'une manière presque générale. Enfin, à la suite d'une entente intervenue à la conférence de Berne, tous les véhicules de l'Europe centrale comportent maintenant des éléments communs qui assurent leur circulation sur toutes les lignes. Ajoutons que, pour donner satisfaction à diverses industries, on a construit des wagons de types très variés (à pétrole, à déchargement mécanique, à glace, etc.); ces véhicules appartiennent soit aux compagnies de transport, soit aux industriels eux-mêmes.

Quant à la question si délicate de la capacité des véhicules à marchandises, elle est traitée très différemment suivant les cas et on ne peut mieux faire que de citer l'opinion émise à ce sujet par le Congrès international des chemins de fer dans sa session de Paris, en 1889 :

Quant aux wagons, en raison des conditions essentiellement différentes qui régissent le trafic des divers réseaux, il n'a pas paru possible d'indiquer une règle générale pour fixer le tonnage à donner aux véhicules à marchandises, en vue de réaliser les meilleures conditions économiques de l'exploitation. Il incombe aux services chargés de la construction du matériel de rechercher tous les moyens ayant pour but de diminuer le poids mort dans les proportions compatibles avec la nature du trafic, la sécurité et un bon entretien.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VOITURES ET WAGONS.

TABLEAUX.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU III. — a. *Voitures de 1re classe et de luxe.* (*Voir suite page 250.*)

	§ 1. VOITURES DE 1re CLASSE ET DE LUXE À COMPARTIMENTS SÉPARÉS.						
Pays de provenance	Belgique.	France.	France.	France.	France.	Italie.	Italie.
Exposant	Société anonyme internationale de construction et d'entreprise de travaux publics, à Braine-le-Comte.	Midi.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Orléans.	Société italienne des chemins de fer méridionaux.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Constructeur		Midi.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Cie française de matériel de chemins de fer.	Paris-Orléans.		
Réseau auquel la voiture est affectée	État belge.	Midi.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Orléans.	Adriatique.	Méditerranée.
Renvoi à la page du rapport	(Page 205.)	(Page 205.)	(Page 205.)	(Page 206.)	(Page 206.)	(Page 207.)	(Page 207.)
CHÂSSIS.							
Type (bois, fer ou mixte)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Acier.	Fer.	Acier.
Longueur : entre les extrémités des tampons (mètres)	11,720	8,640	21,550	10,130	9,956	9,480	9,706
Longueur : entre les faces extérieures des traverses extrêmes (mètres)	10,520	7,520	20,360	8,900	8,800	8,130	8,380
Profil : des brancards	Fers en U.	Fers en U.	Tôles et cornières.	Fers en I.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.
Profil : des traverses extrêmes	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.
ESSIEUX ET ROUES.							
Nombre d'essieux	3	2	4	3	2	2	2
Écartement d'axe en axe des essieux extrêmes (mètres)	7,000	4,500	15,050 + 2,350 = 17,400	5,900	5,550	4,600	5,000
Fusées : Diamètre des fusées (mètres)	0,097	0,110	0,130	0,100	0,115	0,100	0,120
Fusées : Longueur des fusées (mètres)	0,170	0,220	0,280	0,220	0,230	0,200	0,200
Corps de l'essieu. Diamètre : au milieu de l'essieu (mètres)	0,132	0,135	0,157	0,130	0,145	0,130	0,140
Corps de l'essieu. Diamètre : près de la portée de calage (mètres)	0,143	0,135	0,186	0,153	0,145	0,128	0,155
Corps de l'essieu. Diamètre : à la portée de calage (mètres)	0,140	0,160	0,205	0,169	0,160	0,145	0,155
Corps de l'essieu. Nature du métal	Acier.	Fer.	Fer.	Fer.	Acier.	Acier.	Acier.
Roues : Type (en fer, fonte ou mixte, etc.)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.
Roues : Diamètre au contact des rails (mètres)	0,980	1,120	1,000	0,930	1,040	1,000	1,040
Roues : Nature du métal des bandages (fer ou acier)	Acier.	Acier.	Fer.	Fer.	Acier.	Acier.	Acier.
Poids d'un essieu monté (kilogrammes)	935	1.165	1.190	849	1.215	1.030	1.140
RESSORTS DE SUSPENSION.	Extrêmes. / Milieu.		Ordinaires. / A pincettes.	Extrêmes. / Milieu.		Côté frein à vis. / opposé.	
Nombre de feuilles	10 / 9	11	10 / 28	10 / 9	9	12 / 11	13
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,012 / 0,075 × 0,012	0,090 × 0,011	0,140 × 0,011 / 0,090 × 0,007	0,100 × 0,011 / 0,100 × 0,011	0,090 × 0,012	0,075 × 0,0127 / 0,075 × 0,0127	0,090 × 0,012
Longueur de la maîtresse feuille d'axe en axe des points de suspension (mètres)	2,100 / 2,100	2,006	1,326 / 0,963	2,650 / 2,650	2,220	1,825 / 1,815	2,20 0
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,115 / 0,128	0,0995	0,01885 / 0,057	0,129 / 0,1425	0,130	0,062 / 0,067	0,086

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU III. (*Suite.*) — a. *Voitures de 1re classe et de luxe.* (Suite.) [*Voir la suite au tableau III* bis.]

§ 1. VOITURES DE 1re CLASSE ET DE LUXE À COMPARTIMENTS SÉPARÉS. (*Suite.*)

Pays de provenance	Belgique.	France.	France.	France.	France.	Italie.	Italie.
Exposant	Société anonyme internationale de construction et d'entreprise de travaux publics, à Braine-le-Comte.	Midi.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Orléans.	Société italienne des chemins de fer méridionaux.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Constructeur	Société anonyme internationale de construction et d'entreprise de travaux publics, à Braine-le-Comte.	Midi.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Cie française de matériel de chemins de fer.	Paris-Orléans.	Société italienne des chemins de fer méridionaux.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Réseau auquel la voiture est affectée	État belge.	Midi.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Orléans.	Adriatique.	Méditerranée.
Renvoi à la page du rapport	(Page 205.)	(Page 205.)	(Page 205.)	(Page 206.)	(Page 206.)	(Page 207.)	(Page 207.)
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.							
Ressorts de choc. Type	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	Spirale.	Spirale.	Spirale.
Ressorts de choc. Nombre de feuilles	12	17	15	15	"	"	"
Ressorts de choc. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,012	0,075 × 0,010	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	"	"	"
Ressorts de choc. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	1,760	1,751	1,746	1,782	"	"	"
Ressorts de choc. Flexibilité par 1,000 kilogrammes (mètres)	0,066	0,0648	0,04329	0,04329	0,054	0,023	0,060
Ressorts de traction. Type	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	Spirale.	Spirale.
Ressorts de traction. Nombre de feuilles	9	7	10	10	7	"	"
Ressorts de traction. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,012	0,075 × 0,010	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,075 × 0,010	"	"
Ressorts de traction. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	0,900	0,830	0,880	1,304	0,843	"	"
Ressorts de traction. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,012	0,0155	0,00732	0,00732	0,018	0,023	0,060
CAISSE.							
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	10,850	7,590	20,460	9,100	8,940	8,050	8,430
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,610	2,760	2,800	2,800	2,900	2,680	2,800
Largeur maximum intérieure d'un compartiment [1] (mètres)	2,100	2,130	2,200	2,200	2,150	2,150	2,170
Longueur maximum intérieure d'un compartiment (mètres)	2,430	2,580	2,620	2,590	2,690	2,540	2,620
Hauteur intérieure de la caisse [2] (mètres)	2,120	2,080	2,083	2,083	2,075	2,185	2,200
Nombre total des places	40	20	48	32	32	21	21
POIDS.							
Poids à vide (kilogrammes)	15.200	10.600	35.145	14.260	11.530	11.400	13.000
Maximum du chargement (1 voyageur étant compté pour 75 kilogrammes)	3.000	1.500	3.600	2.400	2.400	1.575	1.575
Poids mort de la voiture par voyageur (kilogrammes)	380	530	732	445	360	543	619
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)	6.070	6.050	10.016	5.553	6.965	6.488	7.288

(1) Cette largeur est mesurée entre les parois séparatives parallèlement à l'axe de la voiture.

(2) Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond au milieu de la largeur de la caisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU III *bis*. — a. *Voitures de 1re classe et de luxe.* (Suite.) [*Voir suite page 254.*]

	§ 2. VOITURES DE 1re CLASSE ET DE LUXE À INTERCIRCULATION.							
Pays de provenance	France.	France.	France.	France.	France.	Italie.	Italie.	Italie.
Exposant	Est.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Orléans.	Cie française de matériel de chemins de fer.	Méditerranée.	Méditerranée.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Constructeur	Est.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Orléans.		Méditerranée.	Méditerranée.	
Réseau auquel la voiture est affectée	Est.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Orléans.	"	Méditerranée.	Méditerranée.	Méditerranée.
Renvoi à la page du rapport	(Page 208.)	(Page 209.)	(Page 209.)	(Page 210.)	(Page 211.)	(Page 211.)	(Page 212.)	(Page 212.)
CHÂSSIS.								
Type (bois, fer ou mixte)	Fer.	Fer.	Fer.	Acier.	Fer.	Acier.	Acier.	Acier.
Longueur entre les extrémités des tampons (mètres)	10,800	23,250	22,370	20,190	19,680	10,435	10,390	10,620
Longueur entre les faces extérieures des traverses extrêmes (mètres)	9,600	20,700	19,820	19,010	18,450	9,060	8,800	9,460
Profil des brancards	Fers en I.	Tôles et cornières.	Tôles et cornières.	Tôles et cornières.	Fers en I.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.
Profil des traverses extrêmes	Fers en I.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.
ESSIEUX ET ROUES.								
Nombre d'essieux	2	4	4	4	4	3	2	2
Écartement d'axe en axe des essieux extrêmes (mètres)	5,700	15,350 + 2,350 = 17,700	14,600 + 2,500 = 17,100	14,040	16,400	4,800	5,000	5,200
Fusées Diamètre des fusées (mètres)	0,130	0,130	0,130	0,130	0,110	0,120	0,120	0,120
Fusées Longueur des fusées (mètres)	0,220	0,280	0,280	0,252	0,230	0,200	0,200	0,200
Corps de l'essieu. Diamètre au milieu de l'essieu (mètres)	0,140	0,157	0,157	0,145	0,130	0,140	0,140	0,140
Corps de l'essieu. Diamètre près de la portée de calage (mètres)	0,145	0,186	0,186	0,145	0,140	0,155	0,155	0,155
Corps de l'essieu. Diamètre à la portée de calage (mètres)	0,160	0,205	0,206	0,160	0,155	0,155	0,155	0,155
Corps de l'essieu. Nature du métal	Acier.	Fer.	Fer.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Roues Type (en fer, fonte ou mixte, etc.)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.
Roues Diamètre au contact des rails (mètres)	1,040	1,00	1,000	1,040	1,030	1,040	1,040	1,040
Roues Nature du métal des bandages (fer ou acier)	Acier.	Fer.	Fer.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Poids d'un essieu monté (kilogrammes)	1.090	1.190	1.190	1.225	850	1.140	1.140	1.140
RESSORTS DE SUSPENSION.		Du bogie. / À pincettes.	Du bogie. / À pincettes.	Du bogie. / Caisse.	Longitudinaux. / Transversaux.			
Nombre de feuilles	8	10 / 28	10 / 28	13 / 16	8 / 5	9	13	14
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,090 × 0,015	0,140 × 0,011 / 0,090 × 0,007	0,140 × 0,011 / 0,090 × 0,007	0,090 × 0,010 / 0,090 × 0,010	0,090 × 0,010 / 0,075 × 0,010	0,090 × 0,013	0,090 × 0,012	0,090 × 0,013
Longueur de la maîtresse feuille d'axe en axe des points de suspension (mètres)	2,400	1,326 / 0,963	1,326 / 0,963	1,657 / 1,286	1,100 / 0,900	1,800	2,100	2,000
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,092	0,01885 / 0,057	0,01885 / 0,057	0,064 / 0,0248	0,030 / 0,030	0,052	0,064	0,059

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU III *bis.* (Suite.) — a. *Voitures de 1re classe et de luxe.* (Suite.) [*Voir la suite au tableau III* ter.]

§ 2. VOITURES DE 1re CLASSE ET DE LUXE À INTERCIRCULATION. (*Suite.*)

Pays de provenance	France.	France.	France.	France.	France.	Italie.	Italie.	Italie.
Exposant	Est.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Orléans.	Cie française de matériel de chemins de fer.	Méditerranée.	Méditerranée.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Constructeur	Est.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Orléans.		Méditerranée.	Méditerranée.	
Réseau auquel la voiture est affectée	Est.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Paris Orléans.		Méditerranée.	Méditerranée.	Méditerranée.
Renvoi à la page du rapport	(Page 208.)	(Page 209.)	(Page 209.)	(Page 210.)	(Page 211.)	(Page 211.)	(Page 212.)	(Page 212.)
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.								
Ressorts de choc. Type	A lames.	A lames.	A lames.	Spirale.	A lames.	Spirale.	Spirale.	Spirale.
Ressorts de choc. Nombre de feuilles	16	15	15	"	10	"	"	"
Ressorts de choc. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,010	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	"	0,075 × 0,012	"	"	"
Ressorts de choc. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	1,750	1,746	1,746	"	1,790	"	"	"
Ressorts de choc. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,0697	0,04329	0,04329	0,054	0,051	0,060	0,060	0,060
Ressorts de traction. Type	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	Spirale.	Spirale.	Spirale.
Ressorts de traction. Nombre de feuilles	5	10	10	7	10	"	"	"
Ressorts de traction. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,075 × 0,010	0,075 × 0,012	"	"	"
Ressorts de traction. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	1,000	0,880	0,880	0,843	0,800	"	"	"
Ressorts de traction. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,0225	0,00732	0,00732	0,018	0,010	0,060	0,060	0,060
CAISSE.								
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	9,700	20,560	19,680	19,510	18,490	9,160	7,490	7,980
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,820	2,990	2,990	3,050	3,000	2,800	2,950	2,950
Largeur maximum intérieure d'un compartiment [1] (mètres)	2,150	2,200	2,200	2,150	2,000	2,040	2,150	7,840
Longueur maximum intérieure d'un compartiment	2,650 et 1,945	2,000	2,523	2,000	2,010	2,000	2,020	2,780
Hauteur intérieure de la caisse [2] (mètres)	2,325 et 2,300	2,522	2,158	2,250	2,000	2,065	2,180	2,395
Nombre total des places	26	48	47	42	48	24	17	32
POIDS.								
Poids à vide (kilogrammes)	14.000	36.510	35.760	33.000	24.500	14.500	13.300	11.000
Maximum du chargement (1 voyageur étant compté pour 75 kilogrammes)	1.950	3.600	3.525	3.150	3.600	1.800	1.350	2.400
Poids mort de la voiture par voyageur (kilogrammes)	538	761	760	785	510	604	782	343
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)	7.975	10.390	10.110	9.037	7.020	5.458	7.325	6.700

[1] Cette largeur est mesurée entre les parois séparatives parallèlement à l'axe de la voiture.

[2] Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond, au milieu de la largeur de la caisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU III *ter*. — a. *Voitures de 1re classe et de luxe.* (Suite.) [*Voir suite page 258.*]

§ 3. VOITURES AVEC LITS, SALONS OU RESTAURANTS.

| | | |

TABLEAU III *ter*. (Suite.) — a. *Voitures de 1re classe et de luxe.* (Suite.) [*Voir la suite au tableau III* quater.]

	§ 3. VOITURES AVEC LITS, SALONS OU RESTAURANTS. (*Suite.*)					
Pays de provenance	Belgique.	Belgique.	Belgique.	Belgique.	France.	France.
Exposant	Cie internationale des Wagons-Lits.	Cie internationale des Wagons-Lits.	Cie internationale des Wagons-Lits.	Cie internationale des Wagons-Lits.	État.	Midi.
Constructeur					Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis.	Midi.
Réseau auquel la voiture est affectée	"	"	"	"	État.	Midi.
Renvoi à la page du rapport	(Page 213.)	(Page 213.)	(Page 214.)	(Page 214.)	(Page 215.)	(Page 215.)
	Voiture-lits.	Voiture-salon.	Restaurant.	Fumoir et bagages.	Voiture-lits.	Voiture-lits.
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.						
Ressorts de choc. Type	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	A lames.	A lames.
Ressorts de choc. Nombre de feuilles	"	"	"	"	14 feuilles + 1 feuille additionnelle.	12
Ressorts de choc. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	"	"	"	"	0,075 × 0,011	0,090 × 0,010
Ressorts de choc. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	"	"	"	"	1,788	1,7595
Ressorts de choc. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	"	"	"	"	0,075	0,082
Ressorts de traction. Type	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	A lames.	A lames.
Ressorts de traction. Nombre de feuilles	"	"	"	"	7	5
Ressorts de traction. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	"	"	"	"	0,075 × 0,011	0,090 × 0,010
Ressorts de traction. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	"	"	"	"	0,855	0,9785
Ressorts de traction. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	"	"	"	"	0,016	0,034
CAISSE.						
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	14,800	15,700	14,600	11,500	16,300	9,000
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,824	2,824	2,824	2,824	3,100	2,760
Largeur maximum intérieure d'un compartiment (1) (mètres)	1,350 | 2,150	9,015 | 4,185	6,580 | 3,270 | 1,510 | 2,000	4,395 | 6,325	2,140	2,190 | 1,685
Longueur maximum intérieure d'un compartiment (mètres)	1,897	2,650	2,650 (cuisine 1,850).	2,650	2,980	2,580
Hauteur intérieure de la caisse (2) (mètres)	2,780	2,780	2,780	2,780	2,200	2,025
Nombre total des places	18	26	36	8	30	24
POIDS.						
Poids à vide (kilogrammes)	30.410	28.160	28.810	20.000	26.500	11.500
Maximum du chargement (1 voyageur étant compté pour 75 kilogrammes)	1.350	1.950	2.700	600	2.250	1.800
Poids mort de la voiture par voyageur (kilogrammes)	1.690	1.080	800	2.500	883	479
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)	7.940	7.528	7.878	5.150	7.187	6.650

(1) Cette largeur est mesurée entre les parois séparatives parallèlement à l'axe de la voiture.

(2) Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond, au milieu de la largeur de la caisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU III *quater*. — a. *Voitures de 1re classe et de luxe.* (Suite.) [*Voir suite page 262.*]

§ 3. VOITURES AVEC LITS, SALONS OU RESTAURANTS. (*Suite.*)

| | | |

TABLEAU III *quater*. (Suite.) — a. *Voitures de 1re classe et de luxe*. (Suite.)

§ 3. VOITURES AVEC LITS, SALONS OU RESTAURANTS. (*Suite.*)

Pays de provenance	France.	France.	France.	France.	Grande-Bretagne.	Italie.
Exposant	Nord.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Ouest.	Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis.	North-Western.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Constructeur	Nord.	E. Chevalier.	Cie française de matériel de chemins de fer.		Ateliers de la Cie.	
Réseau auquel la voiture est affectée	Nord.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Ouest.	État.	North-Western.	Méditerranée.
Renvoi à la page du rapport	(Page 216.)	(Page 216.)	(Page 217.)	(Page 217.)	(Page 218.)	(Page 218.)
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.	Voiture-lits.	Voiture-lits.	Voiture-lits.	Voiture-lits.	Voiture-lits.	Voiture-lits.
Ressorts de choc. Type	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	//	Spirale.
Ressorts de choc. Nombre de feuilles	15	15	12	14 + 1 additionnelle.	//	//
Ressorts de choc. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,015	0,075 × 0,012	0,075 × 0,011	0,075 × 0,011	//	//
Ressorts de choc. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	1,720	1,782	1,750	1,788	//	//
Ressorts de choc. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,020	0,04329	0,075	0,075	//	0,060
Ressorts de traction. Type	//	A lames.	A lames.	A lames.	//	Spirale.
Ressorts de traction. Nombre de feuilles	//	10	13	7	//	//
Ressorts de traction. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	//	0,075 × 0,012	0,075 × 0,011	0,075 × 0,011	//	//
Ressorts de traction. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	//	1,304	1,000	0,855	//	//
Ressorts de traction. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,002	0,00732	0,0125	0,016	//	0,060
CAISSE.						
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	8,686	9,740	7,620	16,300	12,800	8,460
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,735	2,800	2,700	3,100	2,600	2,800
Largeur maximum intérieure d'un compartiment (1) (mètres)	2,250 | 1,845	2,306	3,370 | 2,040	2,140 | 2,390 | 1,460	//	2,120 | 2,140 | 2,320
Longueur maximum intérieure d'un compartiment (mètres)	2,565	2,580	2,540 | 2,540	2,260	//	2,620
Hauteur intérieure de la caisse (2) (mètres)	2,024	2,283	2,070	2,200	//	2,175
Nombre total des places	16	9	Le jour, 21; la nuit, 20.	30	12	12
POIDS.						
Poids à vide (kilogrammes)	12.556	17.663	10.500	26.500	22.350	12.500
Maximum du chargement (1 voyageur étant compté pour 75 kilogrammes)	1.200	675	1.575	2.250	900	900
Poids mort de la voiture par voyageur (kilogrammes)	784	1.900	500	883	1.862	1.041
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)	6.878	6.113	6.037	7.187	5.810	6.700

(1) Cette largeur est mesurée entre les parois séparatives parallèlement à l'axe de la voiture.

(2) Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond, au milieu de la largeur de la caisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IV. — b. *Voitures mixtes et de 2e classe.* (*Voir suite page 266.*)

	§ 1. VOITURES MIXTES ET DE 2e CLASSE À COMPARTIMENTS SÉPARÉS.								
Pays de provenance	Belgique.	Belgique.		Belgique.		France.	France.	France.	Grande-Bretagne.
Exposant	Grand Central belge.	La Métallurgique, de Bruxelles.		Usine Ragheno, de Malines.		État.	Midi.	Ouest.	Midland.
Constructeur	Grand Central belge.	Ateliers de Nivelles.		"		État.	Desouches, David et Cie.	Desouches, David et Cie.	Midland.
Réseau auquel la voiture est affectée	Grand Central belge.	État belge.		État belge.		État.	Midi.	Ouest.	Midland.
Renvoi à la page du rapport	(Page 219.)	(Page 219.)		(Page 220.)		(Page 220.)	(Page 220.)	(Page 221.)	(Page 221.)
CHÂSSIS.	1re et 2e classe.	1re et 2e classe.		1re et 2e classe.		2e classe.	2e classe.	1re et 2e cl. et bagages.	1re et 3e classe et fourgon.
Type (bois, fer ou mixte)	Fer.	Fer.		Fer.		Fer.	Mixte.	Mixte.	Bois et tôle.
Longueur : entre les extrémités des tampons (mètres)	8,880	12,120		12,120		8,530	9,260	8,360	18,034
Longueur : entre les faces extérieures des traverses extrêmes (mètres)	7,800	10,920		10,920		7,430	8,140	7,000	16,890
Profil : des brancards	Fers en U.	Fers en U.		Fers en U.		Fers en U.	Bois et tôle.	Fers en I.	Bois et cornière.
Profil : des traverses extrêmes	Fers en U.	Fers en U.		Fers en U.		Fers en U.	Bois.	Bois.	Bois.
ESSIEUX ET ROUES.									
Nombre d'essieux	2	3		3		2	2	2	6
Écartement d'axe en axe des essieux extrêmes (mètres)	4,400	7,000		7,000		3,750	4,850	3,760	11,280 + 3,520 = 14,800
Fusées : Diamètre des fusées (mètres)	0,086	0,097		0,097		0,090	0,110	0,080	0,089
Fusées : Longueur des fusées (mètres)	0,171	0,170		0,170		0,180	0,220	0,160	0,203
Corps de l'essieu : Diamètre au milieu de l'essieu (mètres)	0,130	0,132		0,132		0,118	0,135	0,115	0,108
Corps de l'essieu : Diamètre près de la portée de calage (mètres)	0,130	0,143		0,143		0,142	0,135	0,125	0,130
Corps de l'essieu : Diamètre à la portée de calage (mètres)	0,130	0,140		0,140		0,140	0,160	0,130	0,127
Corps de l'essieu : Nature du métal	Acier.	Acier.		Acier.		Fer.	Fer.	Acier.	Acier.
Roues : Type (en fer, fonte ou mixte, etc.)	"	"		"		Fer.	Fer.	Fer.	Mansell.
Roues : Diamètre au contact des rails (mètres)	1,000	0,980		0,980		1,040	1,120	1,030	1,105
Roues : Nature du métal des bandages (fer ou acier)	Acier.	Acier.		Acier.		Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Poids d'un essieu monté (kilogrammes)	900	960		960		1.016	1.000	900	1.066
RESSORTS DE SUSPENSION.		Extrêmes.	Milieu.	Extrêmes.	Milieu.				Ordinaires. / À pincettes.
Nombre de feuilles	9	10	9	10	9	12	9	12	5 / 6
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,090 × 0,012	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,090 × 0,014	0,090 × 0,010	0,102 × 0,0127 / 0,076 × 0,0095
Longueur de la maîtresse feuille d'axe en axe des points de suspension (mètres)	2,100	2,100	0,100	2,100	2,100	1,744	2,223	1,640	1,219 / 0,914
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,1185	0,114	2,117	0,114	0,117	0,0695	0,0805	0,050	0,019 / 0,013 × 2 = 0,026

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IV (*suite*). — **b.** *Voitures mixtes et de 2e classe.* (Suite.) [*Voir la suite au tableau IV* bis.]

§ 1. VOITURES MIXTES ET DE 2e CLASSE À COMPARTIMENTS SÉPARÉS. (*Suite.*)

Pays de provenance	Belgique.	Belgique.	Belgique.	France.	France.	France.	Grande-Bretagne.
Exposant	Grand Central belge.	La Métallurgique, de Bruxelles.	Usine Ragheno, de Malines.	État.	Midi.	Ouest.	Midland.
Constructeur	Grand Central belge.	Ateliers de Nivelles.	"	État.	Desouches, David et Cie.	Desouches, David et Cie.	Midland.
Réseau auquel la voiture est affectée	Grand Central belge.	État belge.	État belge.	État.	Midi.	Ouest.	Midland.
Renvoi à la page du rapport	(Page 219.)	(Page 219.)	(Page 220.)	(Page 220.)	(Page 220.)	(Page 221.)	(Page 221.)
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.	1re et 2e classe.	1re et 2e classe.	1re et 2e classe.	2e classe.	2e classe.	1re et 2e cl. et bagages.	1re et 3e classe et fourgon.
Ressorts de choc. — Type	Spirale.	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.
Ressorts de choc. — Nombre de feuilles	"	12	12	14	12	12	19
Ressorts de choc. — Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	"	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,075 × 0,011	0,090 × 0,010	0,075 × 0,011	0,076 × 0,0095
Ressorts de choc. — Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	"	1,760	1,760	1,788	1,7595	1,750	1,194
Ressorts de choc. — Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,025	0,056	0,056	0,075	0,082	0,075	"
Ressorts de traction. — Type	Spirale.	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	Caoutchouc.
Ressorts de traction. — Nombre de feuilles	"	9	9	7	5	13	
Ressorts de traction. — Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	"	0,075 × 0,012	0,075 × 0,011	0,075 × 0,011	0,090 × 0,010	0,075 × 0,011	
Ressorts de traction. — Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	"	0,900	0,900	0,855	0,9785	1,000	
Ressorts de traction. — Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,02375	0,010	0,010	0,016	0,034	0,0125	
CAISSE.							
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	7,900	11,250	11,250	7,600	8,280	7,140	17,068
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,500	2,610	2,610	2,620	2,760	2,700	2,432
Largeur maximum intérieure d'un compartiment (1) (mètres)	2,030	1,440 | 2,100 | 1,730	1,440 | 2,100 | 1,730	1,850	1,570	1,900 | 1,500 | 2,000	2,210 | 1,828
Longueur maximum intérieure d'un compartiment (mètres)	2,340	2,410	2,410	2,450	2,580	2,540 | 2,540 | 2,540	"
Hauteur intérieure de la caisse (2) (mètres)	2,220	2,120	2,120	2,140	2,015	1,980	2,235
Nombre total des places	36	50	50	32	50	28	44 + 1 agent.
POIDS.							
Poids à vide (kilogrammes)	10.600	14.900	14.900	10.325	10.800	10.200	25.390
Maximum du chargement (1 voyageur étant compté pour 75 kilogrammes)	2.700	3.750	3.750	2.400	3.750	2.100 + 1.500 = 3.600	3.375
Poids mort de la voiture par voyageur (kilogrammes)	295	373	373	322	216	232	568
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)	6.650	6.217	6.217	6.362	7.275	6.900	4.729

(1) Cette largeur est mesurée entre les parois séparatives parallèlement à l'axe de la voiture.

(2) Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond au milieu de la largeur de la caisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IV *bis*. — **b.** *Voitures mixtes et de 2e classe.* (Suite.) [*Voir la suite page 270.*]

	§ 2. VOITURES MIXTES ET DE 2e CLASSE À INTERCIRCULATION.										
Pays de provenance	Belgique.	Belgique.			France.			France.	France.	Italie.	Italie.
Exposant	Société de Malines.	La Métallurgique.			État.			Bône–Guelma.	Nord.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Constructeur	Société de Malines.	La Métallurgique.			Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis.			Dyle et Bacalan.	Nord.		
Réseau auquel la voiture est affectée	État belge.	État belge.			État.			Bône–Guelma.	Nord. (voitures conjuguées).	Méditerranée.	Méditerranée.
Renvoi à la page du rapport	(Page 222.)	(Page 223.)			(Page 223.)			(Page 224.)	(Page 224.)	(Page 225.)	(Page 225.)
CHÂSSIS.											
Type (bois, fer ou mixte)	1re et 2e classe.	Voiture à vapeur (1) 1re, 2e et 3e classe.			2e classe.			1re et 2e classe.	1re, 2e et 3e classe et fourgon.	2e classe.	2e classe.
	Mixte.	Fer.			Fer.			Fer.	Mixte.	Acier.	Acier.
Longueur : entre les extrémités des tampons (mètres)	15,330	15,970			17,370			12,810	25,115	9,520	10,620
Longueur : entre les faces extérieures des traverses extrêmes (mètres)	14,100	15,110			16,240			11,740	24,095	8,360	9,460
Profil : des brancards	0,240 × 0,130	Tôles.			Fers en I.			Fers en U.	Fers en I.	Fers en U.	Fers en U.
Profil : des traverses extrêmes	0,240 × 0,120	"			Fers en I.			Fers en U.	Bois.	Fers en U.	Fers en U.
ESSIEUX ET ROUES.											
Nombre d'essieux	4	4 (2 pour le moteur.)			4			4	6	2	2
Écartement d'axe en axe des essieux extrêmes (mètres)	9,100 + 2,200 = 11,300	9,660 (2)			11,000 + 2,400 = 13,400			9,000	19,900	5,000	5,200
Fusées : Diamètre des fusées (mètres)	0,080	0,097			0,090			0,080	0,100	0,120	0,120
Fusées : Longueur des fusées (mètres)	0,150	0,170			0,180			0,170	0,200	0,200	0,200
Corps de l'essieu. Diamètre : au milieu de l'essieu (mètres)	0,110	0,132			0,118			0,120	0,125	0,140	0,140
Corps de l'essieu. Diamètre : près de la portée de calage (mètres)	0,136	0,143			0,142			0,134	0,154	0,155	0,155
Corps de l'essieu. Diamètre : à la portée de calage (mètres)	0,130	0,140			0,140			0,130	0,150	0,155	0,155
Corps de l'essieu. Nature du métal	Acier.	Acier.			Fer.			Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Roues : Type (en fer, fonte ou mixte, etc.)	"	Fer.			Fer.			Fer.	Fer.	Fer.	Fer.
Roues : Diamètre au contact des rails (mètres)	0,980	0,980			1,040			0,940	0,955	1,040	1,040
Roues : Nature du métal des bandages (fer ou acier)	Acier.	Acier.			Acier.			Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Poids d'un essieu monté (kilogrammes)	850	948			1.016			798	920	1.140	1.140
RESSORTS DE SUSPENSION.	Pincettes.	Châssis. Avant.	Châssis. Arrière.	Caisse.	Côté couloir.	Côté opposé.	Pincettes.	Caisse.	Bogies.		
Nombre de feuilles	6	17	18	AV. M. AR. 8 / 7	8	10	5	"	9	9	13	14
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,090 × 0,009	0,100 × 0,010	0,100 × 0,010	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	Ressorts à boudin.	0,075 × 0,010	0,090 × 0,013	0,090 × 0,012	0,090 × 0,013
Longueur de la maîtresse feuille d'axe en axe des points de suspension (mètres)	0,950	1,500	2,000	1,500	1,124	1,112	0,932		1,250	2,000	2,000	2,000
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,035 × 2 = 0,070	"	"	"	0,0215	0,016	0,020 × 2 = 0,04	0,080	0,065	0,075	0,064	0,059

(1) Voir au tableau II *ter* le détail de l'appareil moteur.

(2) Y compris la machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IV *bis* (suite). — **b.** *Voitures mixtes et de 2e classe.* (Suite.)

§ 2. VOITURES MIXTES ET DE 2e CLASSE À INTERCIRCULATION. (*Suite.*)

Pays de provenance	Belgique.	Belgique.	France.	France.	France.	Italie.	Italie.
Exposant	Société de Malines.	La Métallurgique.	État.	Bône-Guelma.	Nord.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Constructeur	Société de Malines.	La Métallurgique.	Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis.	Dyle et Bacalan.	Nord.		
Réseau auquel la voiture est affectée	État belge.	État belge.	État.	Bône-Guelma.	Nord. (voitures conjuguées).	Méditerranée.	Méditerranée.
Renvoi à la page du rapport	(Page 222.)	(Page 223.)	(Page 223.)	(Page 224.)	(Page 224.)	(Page 225.)	(Page 225.)
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.	1re et 2e classe.	Voiture à vapeur [3] 1re, 2e et 3e classe.	2e classe.	1re et 2e classe.	1re, 2e et 3e classe et fourgon.	2e classe.	2e classe.
Ressorts de choc. Type	Spirale.	Spirale.	A lames.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.
Ressorts de choc. Nombre de feuilles	//	//	14 feuilles + 1 feuille additionnelle.	//	//	//	//
Ressorts de choc. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	//	//	0,075 × 0,011	//	//	//	//
Ressorts de choc. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	//	//	1,788	//	//	//	//
Ressorts de choc. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,050	//	0,075	0,025	0,018	0,060	0,060
Ressorts de traction. Type	Spirale.	Spirale.	A lames.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.
Ressorts de traction. Nombre de feuilles	//	//	7	//	//	//	//
Ressorts de traction. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	//	//	0,075 × 0,011	//	//	//	//
Ressorts de traction. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	//	//	0,855	//	//	//	//
Ressorts de traction. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	//	0,010	0,016	0,025	0,007	0,060	0,060
CAISSE.							
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	12,400	14,960	16,300	11,800	22,595	8,460	7,980
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,950	2,940	3,100	3,050	3,150	2,800	2,950
Largeur maximun intérieure d'un compartiment [1] (mètres)	2,150 | 1,850	1,800 | 2,400 | 4,200 | 1,010	1,888	1,890 | 1,450 | 1,200	1,950 | 1,500 | 1,381	1,855	1,570
Longueur maximum intérieure d'un compartiment (mètres)	2,020	2,750	2,980	2,280	2,946	2,650	2,780
Hauteur intérieure de la caisse [2] (mètres)	2,210	2,125	2,200	1,980	2,075	2,200	2,395
Nombre total des places	36	53	56	49	102	34	40
POIDS.							
Poids à vide (kilogrammes)	22.000	28.810 [4]	26.170	14.100	27.250	11.500	11.000
Maximum du chargement (1 voyageur étant compté pour 75 kilogrammes)	2.700	7.690	4.200	3.675	7.650	2.550	3.000
Poids mort de la voiture par voyageur (kilogrammes)	611	687	467	288	267	338	275
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogr.)	6.175	7.720	7.592	4.444	5.816	7.025	7.000

[1] Cette largeur est mesurée entre les parois séparatives parallèlement à l'axe de la voiture.
[2] Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond au milieu de la largeur de la caisse.
[3] Voir au tableau II *ter* le détail de l'appareil moteur.
[4] Y compris la machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU V. — C. *Voitures de 3e classe.* (*Voir suite page 274.*)

	§ 1. VOITURES DE 3e CLASSE A COMPARTIMENTS SÉPARÉS.					§ 2. VOITURES DE 3e CLASSE À INTERCIRCULATION.	
Pays de provenance	Belgique.	France.	France.	France.	Italie.	France.	Italie.
Exposant	Société anonyme internationale de construction et d'entreprise de travaux publics, à Braine-le-Comte.	État.	Midi.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.	État.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Constructeur	Société anonyme internationale de construction et d'entreprise de travaux publics, à Braine-le-Comte.	État.	Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis.	Chantiers de la Buire.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.	Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Réseau auquel la voiture est affectée	État belge.	État.	Midi.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Méditerranée.	État.	Méditerranée.
Renvoi à la page du rapport	(Page 226.)	(Page 226.)	(Page 227.)	(Page 227.)	(Page 228.)	(Page 228.)	(Page 229.)
CHÂSSIS.							
Type (bois, fer ou mixte)	Fer.	Fer.	Mixte.	Fer.	Acier.	Fer.	Acier.
Longueur : entre les extrémités des tampons (mètres)	12,520	8,530	9,260	8,990	9,065	17,370	11,320
Longueur : entre les faces extérieures des traverses extrêmes (mètres)	11,320	7,430	8,140	7,800	1,740	16,240	10,160
Profil : des brancards	Fers en U.	Fers en U.	Bois armé d'une tôle.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en I.	Fers en U.
Profil : des traverses extrêmes	Fers en U.	Fers en U.	Rectangulaire.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en I.	Fers en U.
ESSIEUX ET ROUES.							
Nombre d'essieux	3	2	2	3	2	4	2
Écartement d'axe en axe des essieux extrêmes (mètres)	7,000	3,750	4,850	4,300	4,500	11,000 + 2,400 = 13,400	5,200
Fusées : Diamètre des fusées (mètres)	0,097	0,090	0,110	0,085	0,120	0,090	0,120
Fusées : Longueur des fusées (mètres)	0,170	0,180	0,220	0,170	0,200	0,180	0,200
Corps de l'essieu : Diamètre au milieu de l'essieu (mètres)	0,132	0,118	0,135	0,115	0,140	0,118	0,140
Corps de l'essieu : Diamètre près de la portée de calage (mètres)	0,143	0,142	0,135	0,136	0,155	0,142	0,155
Corps de l'essieu : Diamètre à la portée de calage (mètres)	0,140	0,140	0,160	0,150	0,155	0,140	0,155
Corps de l'essieu : Nature du métal	Acier.	Fer.	Fer.	Fer.	Acier.	Fer.	Acier.
Roues : Type (en fer, fonte ou mixte, etc.)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.
Roues : Diamètre au contact des rails (mètres)	0,980	1,040	1,120	0,930	1,040	1,040	1,040
Roues : Nature du métal des bandages (fer ou acier)	Acier.	Acier.	Acier.	Fer.	Acier.	Acier.	Acier.
Poids d'un essieu monté (kilogrammes)	935	1.016	1.165	737	1.140	1.016	1.140
RESSORTS DE SUSPENSION.	Milieu. / Extrêmes.			Milieu. / Extrêmes.		Côté couloir. / Côté opposé. / Pincettes.	
Nombre de feuilles	10 / 11	12	9	10 / 11	12	8 / 10 / 5	14
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,012 / 0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	0,090 × 0,014	0,075 × 0,010 / 0,075 × 0,010	0,090 × 0,013	0,075 × 0,012 / 0,075 × 0,012 / 0,075 × 0,012	0 090 × 0,013
Longueur de la maîtresse feuille d'axe en axe des points de suspension (mètres)	2,000 / 2,000	1,650	2,223	1,765 / 1,765	1,800	1,124 / 1,112 / 0,932	2,000
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,115 / 0,105	0,059	0,0805	0,0605 / 0,0555	0,052	0,0215 / 0,016 / 0,020 × 2 = 0,04	0,059

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU V. (*Suite.*) — C. *Voitures de 3e classe.* (Suite.)

	§ 1. VOITURES DE 3e CLASSE A COMPARTIMENTS SÉPARÉS. (*Suite.*)					§ 2. VOITURES DE 3e CLASSE À INTERCIRCULATION. (*Suite.*)	
Pays de provenance	Belgique.	France.	France.	France.	Italie.	France.	Italie.
Exposant	Société anonyme internationale de construction et d'entreprise de travaux publics, à Braine-le-Comte.	État.	Midi.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.	État.	Miani, Silvestri et Cie, de Milan.
Constructeur		État.	Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis.	Chantiers de la Buire.		Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis.	
Réseau auquel la voiture est affectée	État belge.	État.	Midi.	Paris-Lyon-Méditerranée.	Méditerranée.	État.	Méditerranée.
Renvoi à la page du rapport	(Page 226.)	(Page 226.)	(Page 227.)	(Page 227.)	(Page 228.)	(Page 228.)	(Page 229.)
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.							
Ressorts de choc. Type	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	Spirale.	A lames.	Spirale.
Nombre de feuilles	12	14	12	15	//	14 feuilles + 1 additionnelle.	//
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,012	0,075 × 0,011	0,090 × 0,010	0,075 × 0,012	//	0,075 × 0,011	//
Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	1,760	1,788	1,759	1,782	//	1,788	//
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,066	0,075	0,082	0,0432	0,060	0,075	0,060
Ressorts de traction. Type	A lames.	A lames.	A lames.	A lames.	Spirale.	A lames.	Spirale.
Nombre de feuilles	9	7	5	10	//	7	//
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,012	0,075 × 0,011	0,090 × 0,010	0,075 × 0,012	//	0,075 × 0,011	//
Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	0,900	0,855	0.9785	1,304	//	0,855	//
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,012	0,016	0,034	0,00732	0,060	0,016	0,060
CAISSE.							
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	11,650	7,600	8,280	7,950	7.770	16,300	8,680
Longueur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,610	2,620	2,760	2,800	2,800	3,100	2,950
Largeur maximum intérieure d'un compartiment [1] (mètres)	1,394	1,450	1,608	1,526	1,500	1,650	1,420
Longueur maximum intérieure d'un compartiment (mètres)	2,430	2,450	2,580	2,600	2,620	2,26 + 0,72 = 2,980	2,780
Hauteur intérieure de la caisse [2] (mètres)	2,120	2,140	1,950	2,135	2,215	2,200	2,395
Nombre total des places	80	50	50	50	50	80	58
POIDS.							
Poids à vide (kilogrammes)	14.850	10.450	10.500	10.890	10.200	25.700	11.000
Maximum du chargement (1 voyageur étant compté pour 75 kilogrammes)	6.000	3.750	3.750	3.750	3.750	6.000	4.350
Poids mort de la voiture par voyageur (kilogrammes)	186	209	210	217	204	321	190
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)	6.950	7.100	7.125	4.880	6.975	7.925	7.675

[1] Cette largeur est mesurée entre les parois séparatives parallèlement à l'axe de la voiture.

[2] Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond au milieu de la largeur de la caisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VI. — B. *Matériel à marchandises.* (*Voir suite page 278.*)

	a. FOURGONS ET WAGONS COUVERTS.				*b.* WAGONS PLATS.			
Pays de provenance	France.	France.	France.	France.	Belgique.	États-Unis.	France.	France.
Exposant	Est.	Midi.	Paris-Orléans.	Paris-Orléans.	Grand Central belge.	Jefferds.	Midi.	Nord.
Constructeur	Est.	Société générale des forges et ateliers de St-Denis	Paris-Orléans.	Paris-Orléans.	Grand Central belge.	"	Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis.	Nord.
Réseau auquel le véhicule est affecté	Est.	Midi.	Paris-Orléans.	Paris-Orléans.	Grand Central belge.	"	Midi.	Nord.
Renvoi à la page du rapport	(Page 230.)	(Page 230.)	(Page 230.	(Page 231.)	(Page 231.)	(Page 232.)	(Page 232.)	(Page 232.)
	Wagon couvert.	Wagon messagerie.	Fourgon.	Wagon à primeurs et à lait.	Wagon plat, à bogies.	Wagon plat, à bogies. (Système tubulaire.)	Wagon plat.	Wagon plat, à bogies.
CHÂSSIS.								
Type (bois, fer ou mixte)	Fer.	Fer.	Acier.	Acier.	Fer.	Mixte.	Mixte.	Fer.
Longueur entre les extrémités des tampons (mètres)	7,100	7,120	9,772	7,432	11,100	"	7,630	15,900
Longueur entre les faces extérieures des traverses extrêmes (mètres)	6,000	6,000	8,800	6,260	10,100	10,600	6,400	15,000
Profil des brancards	Fers en I.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Tubulaire.	Fers en U.	Fers en I.
Profil des traverses extrêmes	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Bois.	Bois.	Fers en U.
ESSIEUX ET ROUES.								
Nombre d'essieux	2	2	2	2	4	4	2	4
Écartement d'axe en axe des essieux extrêmes (mètres)	3,750	3,400	5,550	3,700	6,400 + 1,300 = 7,700	7,100 + 1,470 = 8,570	3,400	9,000 + 1,800 = 10,800
Fusées Diamètre des fusées (mètres)	0,090	0,110	0,115	0,115	0,080	0,100	0,085	0,100
Fusées Longueur des fusées (mètres)	0,180	0,220	0,230	0,230	0,130	0,180	0,170	0,200
Corps de l'essieu. Diamètre au milieu de l'essieu (mètres)	0,120	0,135	0,145	0,145	0,130	0,130	0,125	0,125
Corps de l'essieu. Diamètre près de la portée de calage (mètres)	0,135	0,135	0,145	0,145	0,130	0,145	0,125	0,154
Corps de l'essieu. Diamètre à la portée de calage (mètres)	0,140	0,160	0,160	0,160	0,130	0,150	0,140	0,150
Corps de l'essieu. Nature du métal	Fer.	Fer.	Acier.	Acier.	Acier.	Fer.	Fer.	Acier.
Roues Type (en fer, fonte ou mixte, etc.)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fonte.	Fer.	Fer.
Roues Diamètre au contact des rails (mètres)	1,040	1,010	1,040	1,040	1,000	0,810	1,010	0,955
Roues Nature du métal des bandages (fer ou acier)	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Fonte.	Acier.	Acier.
Poids d'un essieu monté (kilogrammes)	1.009	876	1.215	1.215	900	"	851	900
RESSORTS DE SUSPENSION.								
Nombre de feuilles	9	8	8	10	10	Spirale.	12	"
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,012	0,090 × 0,012	0,090 × 0,012	0,090 × 0,012	0,075 × 0,010	"	0,075 × 0,010	"
Longueur de la maîtresse feuille d'axe en axe des points de suspension (mètres)	1,066	1,320	1,600	1,600	0,720	"	1,0185	1,000
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,0153	0,030	0,054	0,044	0,0095	"	0,019	0,012

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VI. (*Suite.*) — B. *Matériel à marchandises.* (Suite.) [*Voir suite au tableau VI* bis.]

	a. FOURGONS ET WAGONS COUVERTS. (*Suite.*)				*b.* WAGONS PLATS. (*Suite.*)			
Pays de provenance	France.	France.	France.	France.	Belgique.	États-Unis.	France.	France.
Exposant	Est.	Midi.	Paris-Orléans.	Paris-Orléans.	Grand Central belge.	Jefferds.	Midi.	Nord.
Constructeur	Est.	Société générale des forges et ateliers de St-Denis	Paris-Orléans.	Paris-Orléans.	Grand Central belge.	"	Société générale des forges et ateliers de Saint-Denis.	Nord.
Réseau auquel le véhicule est affecté	Est.	Midi.	Paris-Orléans.	Paris-Orléans.	Grand Central belge.	"	Midi.	Nord.
Renvoi à la page du rapport	(Page 280.)	(Page 280.)	(Page 280.)	(Page 281.)	(Page 281.)	(Page 282.)	(Page 282.)	(Page 282.)
	Wagon couvert.	Wagon messagerie.	Fourgon.	Wagon à primeurs et à lait.	Wagon plat, à bogies.	Wagon plat, à bogies. (Système tubulaire.)	Wagon plat.	Wagon plat, à bogies.
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.								
Ressorts de choc. Type	A lames.	A lames.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.
Ressorts de choc. Nombre de feuilles	12	15	"	"	"	"	"	"
Ressorts de choc. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,015	0,075 × 0,010	"	"	"	"	"	"
Ressorts de choc. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	1,740	1,761	"	"	"	"	"	"
Ressorts de choc. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,0283	0,0792	0,054	0,054	0,025	0,017	"	"
Ressorts de traction. Type	Les ressorts de choc servent aussi pour la traction.	À lames.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	"	A lames.	Spirale.
Ressorts de traction. Nombre de feuilles		6	"	"	"	"	8	"
Ressorts de traction. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)		1 de 0,075×0,012 ; 5 de 0,075×0,010	"	"	"	"	0,075 × 0,012	"
Ressorts de traction. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)		0,904	"	"	"	"	0,836	"
Ressorts de traction. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)		0,024	0,040	0,040	0,020	"	0,0092	"
CAISSE.								
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	6,000	6,000	8,224	6,390	10,100	10,600	6,400	15,000
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,560	2,560	2,848	2,880	2,606	2,800	2.900	Entre les ranchers. 2,820
Largeur maximum intérieure de la caisse (mètres)	2,500	"	2,410	2,490	2,506	2,600	"	
Longueur maximum intérieure de la caisse (mètres)	5,940	"	8,054	2 × 3,090	10,000	10,400	"	15,000
Hauteur intérieure de la caisse [1] (mètres)	2,235	1,990	2,130	2,180	0,460	0,400	0,200	"
POIDS.								
Poids à vide (kilogrammes)	7.120	8.200	11.120	9.000	12.250	8.400	6.350	16.900
Maximum du chargement (tonnes)	10	6	6	8	20	30	10	25
Poids mort par tonne de chargement (kilogrammes)	712	1.366	1.853	1.125	612	280	635	676
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)	8.560	7.100	8.710	8.500	8.063	9.600	8.175	10.475

[1] Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond au milieu de la largeur de la caisse pour les wagons couverts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VI *bis*. — B. *Matériel à marchandises.* (Suite.) [*Voir suite page 282.*]

	c. WAGONS A DISPOSITIONS PARTICULIÈRES POUR LE DÉCHARGEMENT.							d. VÉHICULES SPÉCIAUX.	
Pays de provenance	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.
Exposant	Ateliers du Nord de la France, à Blanc-Misseron.	E. Chevalier.	De Dietrich et Cie.	Usines et fonderies de Baume et Marpent.	Vve Taza-Villain.	Vve Taza-Villain.	Vve Taza-Villain.	Ouest.	Vve Taza-Villain.
Constructeur	Ateliers du Nord de la France, à Blanc-Misseron.	E. Chevalier.	De Dietrich et Cie.	Usines et fonderies de Baume et Marpent.	Vve Taza-Villain	Vve Taza-Villain.	Vve Taza-Villain.	Ouest.	Vve Taza-Villain.
Réseau auquel le véhicule est affecté	"	"	"	"	Nord.	Nord.	Nord.	Ouest.	"
Renvoi à la page du rapport	(Page 233.)	(Page 233.)	(Page 234.)	(Page 234.)	(Page 234.)	(Page 235.)	(Page 235.)	(Page 236.)	(Page 237.)
	Wagon à minerai.	Wag. terrassement.	Wagon à ballast.	Wagon à houille.	Wagon à houille (type Lens).	Wagon à houille (type Anzin).	Wagon à houille. (type Anzin).	Fourgon d'expériences.	Wagon-citerne.
CHÂSSIS.									
Type (bois, fer ou mixte)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Mixte.	Fer.
Longueur : entre les extrémités des tampons (mètres)	6,180	5,200	6,160	5,420	5,400	5,424	5,424	7,800	6,956
Longueur : entre les faces extérieures des traverses extrêmes (mètres)	5,080	4,200	5,060	4,600	4,600	4,524	4,524	6,700	6,000
Profil : des brancards	Fers en U.	Fers en U.	Fers en I.	Fers en I.	Fers en I.	Fers en I.	Fers en I.	Fers en I.	Fers en I.
Profil : des traverses extrêmes	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Bois.	Fers en U.
ESSIEUX ET ROUES.									
Nombre d'essieux	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Écartement d'axe en axe des essieux extrêmes (mètres)	2,500	2,300	2,750	2,500	2,500	2,650	2,650	3,760	3,000
Fusées : Diamètre des fusées (mètres)	0,105	0,080	0,105	0,085	0,085	0,085	0,085	0,080	0,100
Fusées : Longueur des fusées (mètres)	0,200	0,160	0,200	0,170	0,170	0,170	0,170	0,160	0,200
Corps de l'essieu. Diamètre : au milieu de l'essieu (mètres)	0,135	0,115	0,135	0,120	"	0,120	0,120	0,115	0,125
Corps de l'essieu. Diamètre : près de la portée de calage (mètres)	0,135	0,125	"	"	"	"	"	0,125	0,135
Corps de l'essieu. Diamètre : à la portée de calage (mètres)	0,155	0,130	0,155	0,130	"	0,130	0,130	0,130	0,150
Corps de l'essieu. Nature du métal	Acier.	"	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Roues : Type (en fer, fonte ou mixte, etc.)	Brunon.	Mixte.	Fer.	Fer.	"	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.
Roues : Diamètre au contact des rails (mètres)	1,040	1,030	1,040	0,935	"	941	935	1,030	0,935
Roues : Nature du métal des bandages (fer ou acier)	Acier.	"	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Poids d'un essieu monté (kilogrammes)	1,040	"	1.040	825	"	"	"	930	815
RESSORTS DE SUSPENSION.									
Nombre de feuilles	12	10	12	9	"	9	9	11	10
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,012	11	0,075 × 0,012	0,075 × 0,012	"	0,075 × 0,012	0,075 × 0,013	0,090 × 0,010	0,075 × 0,012
Longueur de la maîtresse feuille d'axe en axe des points de suspension (mètres)	1,000	1,000	1,025	1,020	"	"	"	2,000	"
Flexibilité par 1,000 kilogrammes (mètres)	0,006	"	0,0088	0,017	"	"	"	0,120	"

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VI *bis* (suite). — B. *Matériel à marchandises.* (Suite.)

	c. WAGONS A DISPOSITIONS PARTICULIÈRES POUR LE DÉCHARGEMENT. (*Suite.*)							d. VÉHICULES SPÉCIAUX.	
Pays de provenance	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.
Exposant	Ateliers du Nord de la France, à Blanc-Misseron.	E. Chevalier.	De Diétrich et Cie.	Usines et fonderies de Baume et Marpent.	Ve Taza-Villain.	Ve Taza-Villain.	Ve Taza-Villain.	Ouest.	Ve Taza-Villain.
Constructeur	Ateliers du Nord de la France, à Blanc-Misseron.	E. Chevalier.	De Diétrich et Cie.	Usines et fonderies de Baume et Marpent.	Ve Taza-Villain.	Ve Taza-Villain.	Ve Taza-Villain.	Ouest.	Ve Taza-Villain.
Réseau auquel le véhicule est affecté	"	"	"	"	Nord.	Nord.	Nord.	Ouest.	"
Renvoi à la page du rapport	(Page 233.)	(Page 233.)	(Page 234.)	(Page 234.)	(Page 234.)	(Page 235.)	(Page 235.)	(Page 236.)	(Page 237.)
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.	Wagon à minerai.	Wag. terrassement.	Wagon à ballast.	Wagon à houille.	Wagon à houille (type Lens).	Wagon à houille (type Anzin).	Wagon à houille (type Anzin).	Fourgon d'expériences.	Wagon-citerne.
Ressorts de choc. Type	A lames.	Spirale.	A lames.	Spirale.	Rondelles en caoutchouc.	Rondelles en caoutchouc.	Spirale.	A lames.	Spirale.
Ressorts de choc. Nombre de feuilles	12	"	12	"	3	3	"	12	"
Ressorts de choc. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,015	"	0,075 × 0,015	"	"	"	"	0,075 × 0,011	"
Ressorts de choc. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	1,682	"	1,784	"	"	"	"	1,750	"
Ressorts de choc. Flexibilité par 1.000 kilogrammes	"	"	0,0283	"	"	"	"	0,075	"
Ressorts de traction. Type	Les ressorts de choc servent aussi pour la traction.	Spirale.	Les ressorts de choc servent aussi pour la traction.	Rondelles en liège.	Rondelles en liège.	Spirale.	Spirale.	A lames.	Spirale.
Ressorts de traction. Nombre de feuilles		"		"	11	"	"	13	"
Ressorts de traction. Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)		"		"	"	"	"	0,075 × 0,011	"
Ressorts de traction. Longueur de la maîtresse feuille (mètres)		"		"	"	"	"	1,000	"
Ressorts de traction. Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)		"		"	"	"	"	0,0125	"
CAISSE.									
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	5,150	"	5,060	4,645	"	"	"	6,030	
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,600	"	2,460	2,820	"	"	"	2,680	Long. de la citerne, 5,600
Largeur maximum intérieure de la caisse (mètres)	"	4,500	2,400	"	2,680	2,750	2,440	2,530	Diam. moyen, 1,750
Longueur maximum intérieure de la caisse (mètres)	"	"	5,000	"	4,500	2 caisses de 2,650	4,490	5,910	
Hauteur intérieure de la caisse (1) (mètres)	Plans inclinés.	0,600 au milieu, 0,400 côtés.	0,550 au milieu, 1,450 côtés.	1,000	1,200 | 1,000	1,150 | 0,900	1,300 | 1,100	2,235	
POIDS.									
Poids à vide (kilogrammes)	8.900	"	8.550	6.650	6.270	6.660	6.920	9,500	7.815
Maximum du chargement (tonnes)	15	10	15	10	10	10	10	"	11,5
Poids mort par tonne de chargement (kilogrammes)	591	"	570	665	627	666	692	"	680
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)	"	"	10.650	"	"	"	"	"	"

(1) Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond au milieu de la largeur de la caisse pour les wagons couverts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE.

CHEMINS DE FER À VOIE ÉTROITE.

La deuxième partie, concernant les chemins de fer à voie étroite, est divisée en trois chapitres : CHAPITRE V, VOIE; CHAPITRE VI, MACHINES-LOCOMOTIVES; CHAPITRE VII, VOITURES ET WAGONS. La question des signaux n'est pas traitée dans cette partie, les signaux de la voie étroite étant les mêmes, en principe, que ceux de la voie large et choisis en général, eu égard à la nature même des lignes et de leur trafic, parmi ceux qui présentent les dispositions les plus simples et les plus économiques.

CHAPITRE V.

VOIE.

Comme la voie normale, la voie étroite était représentée à la classe 61 par des PARTIES CONSTITUTIVES DE LA VOIE proprement dite (rails, traverses, etc.) et par des APPAREILS DE VOIE (croisements, aiguilles, etc.).

I

PARTIES CONSTITUTIVES DE LA VOIE (RAILS, TRAVERSES, ETC.).

Parmi les éléments de voie ou parties constitutives de voie, on peut citer :

Exposition de la Belgique.

1° *Voies métalliques portatives,* exposées par MM. DE GROULART frères. — Ces voies se composent d'une série d'éléments droits ou courbes réunis au moyen d'éclisses. Chaque élément est formé de deux rails en acier assemblés au moyen de rivets à un nombre de traverses également en acier proportionné à la dimension des rails. Les extrémités en diagonale des deux rails formant un élément de voie sont, l'une, munie d'éclisses doubles en attente, l'autre, disposée pour s'engager dans les éclisses de l'élément voisin.

Les éléments ont généralement 5 mètres, 2 m. 50 et 1 m. 25 de longueur pour des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

largeurs de voie de 0 m. 400 à 0 m. 700; le poids des rails est de 4 kilogr. 5 à 15 kilogrammes le mètre courant.

2° *Voies du système de Soignie,* portatives et semi-portatives, exposées par MM. DE VILLE-CHATEL et Cie. — La voie portative numéro 1, destinée aux exploitations industrielles ou agricoles, est composée de travées de rails et de traverses tout assemblées. Les rails, du type Vignole, pèsent 5 à 7 kilogrammes le mètre courant. Les traverses en fer sont à section d'U renversé. L'attache des rails est faite au moyen d'étriers en fer repliés à chaud ou à froid sur les patins; la travée normale est composée de deux rails de 5 mètres réunis par cinq traverses; en rails de 5 kilogrammes, la voie pèse 60 kilogrammes pour un écartement de 0 m. 45. Ce type de voie comporte des tronçons de 2 m. 50 et de 1 m. 25 de longueur pour les raccords. Les joints sont en porte-à-faux et consolidés au moyen de deux éclisses et de deux boulons.

La voie portative numéro 2 se compose des mêmes éléments que la précédente; elle s'en distingue en ce que les rails sont séparés des traverses afin de faciliter le transport. En outre, les extrémités des traverses sont relevées en talon et munies d'une agrafe rivée qui, avec le talon, constitue un coussinet; la pose se fait en introduisant le rail par bout entre le talon et l'agrafe. L'agrafe est assez large pour recevoir aux joints les extrémités de deux rails consécutifs.

La voie semi-portative numéro 3 est destinée aux exploitations où l'on emploie comme moyens de traction des chevaux ou de petites locomotives. Cette voie est composée de rails pesant de 7 à 18 kilogrammes le mètre courant, fixés sur des traverses métalliques de même section que celles des voies précédemment décrites. L'attache se fait au moyen de larges crampons extérieurs rivés et de boulons serrant fortement les patins. On forme ainsi, à pied d'œuvre, des travées de 5 mètres de long que l'on réunit au moyen d'éclisses. Les éclisses sont à quatre boulons. Chaque travée comporte six traverses.

3° *Traverses métalliques,* de divers modèles, exposées par M. LEGRAND, savoir : traverses en forme d'U renversé, avec attache extérieure à la voie; traverses avec attache intérieure à la voie; traverses à section d'U renversé, repliées à chaud à leur extrémité, de manière à former coussinets.

Exposition de la France.

4° *Traverse métallique cannelée,* en fer ou en acier, exposée par MM. BOYENVAL, PONSARD et Cie, de même forme et de même disposition d'ensemble que celle déjà qui a été décrite à l'occasion de la voie normale, mais avec des dimensions moindres. Cette traverse pèse 14 kilogrammes pour la voie de 0 m. 75 et de 22 à 25 kilogrammes pour la voie de 1 mètre.

5° *Voie de 1 mètre d'écartement,* exposée par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU SUD DE LA FRANCE. — Les rails, du type Vignole, ont 7 m. 50 de longueur, sont en acier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et pèsent 25 kilogrammes le mètre courant; ils sont fixés sur des traverses en chêne au moyen de tire-fond en fer filetés à froid. Les joints sont en porte-à-faux. L'espacement des traverses, qui est de 0 m. 900 pour la voie courante, est réduit à 0 m. 450 aux joints.

6° *Voie système Decauville,* du chemin de fer intérieur de l'Exposition. — Cette voie (type numéro 11) a été considérée comme exposée par la Société Decauville aîné. Elle est formée de travées en rails Vignole d'acier pesant 9 kilogr. 500 le mètre courant, rivés, à l'écartement de 0 m. 60, sur des traverses d'acier à section d'U renversé, fermées à leurs extrémités. Les travées droites ou courbes ont 5 mètres, 2 m. 50 ou 1 m. 25 de longueur et comportent respectivement huit, cinq ou trois traverses. Les joints en porte-à-faux sont consolidés au moyen d'éclisses boulonnées.

II

APPAREILS DE VOIE (CROISEMENTS, AIGUILLES, ETC.).

Parmi les appareils de voie exposés, on peut citer les suivants :

Exposition de la France.

1° *Disposition des appareils de croisement d'une voie normale et d'une voie étroite intercalée dans la voie normale à un point de dédoublement (bifurcation) de la voie étroite,* exposée par la Compagnie du chemin de fer du Nord.

Cette disposition a pour but d'éviter que la sortie de la voie étroite se fasse sous un angle trop aigu. A cet effet, l'axe de cette dernière voie qui, dans l'état normal, se confond avec celui de la voie large, est dévié de manière à rapprocher la voie étroite du rail de la voie large du côté opposé au croisement; mais on a soin d'éviter, tout en décentrant la voie étroite, de compromettre le contact des tampons entre les véhicules qui suivent la voie large et ceux qui suivent la voie étroite.

2° *Appareils pour les déviations de la voie étroite ou de la voie normale, dans le cas de la disposition à quatre rails,* exposés par la Compagnie des chemins de fer Sud ud de la France. — La solution adoptée dans ce cas comporte, indépendamment des aiguilles ordinaires nécessaires pour la déviation, l'emploi d'aiguilles à une seule lame et de cœurs mobiles, commandés par un appareil unique, de manière qu'il ne puisse jamais y avoir de solution de continuité sur l'une ou l'autre voie. Cet appareil consiste en un secteur denté relié au levier de manœuvre et commandé par une vis sans fin à manivelle.

3° *Changement de voie et plaques tournantes,* système Decauville, du chemin de fer intérieur de l'Exposition. — Ces appareils ont été considérés comme exposés par la Société Decauville aîné.

Les changements de voie se composent des mêmes éléments (rails et traverses) que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la voie décrite plus haut (page 286), et comportent deux travées à éléments assemblés : l'une de 1 m. 25 comprenant l'aiguille, et l'autre de 2 m. 50 comprenant le croisement. Les lames d'aiguilles sont rabotées; on les manœuvre au moyen d'un levier à contrepoids.

Les plaques tournantes, construites sur le modèle des plaques tournantes des chemins de fer à voie normale, mais à une échelle plus réduite, sont à pivot, galets de roulement, et cuvelage en fonte. Elles sont établies à fleur du sol, de manière à permettre le passage des voitures.

Indépendamment des éléments constitutifs de voie (rails, traverses, etc.) exposés à la classe 61 et dont il a été fait mention précédemment, il existait dans d'autres sections de l'Exposition (étrangères ou françaises), notamment à la classe 41 (produits des mines et métaux), des pièces similaires (rails, traverses métalliques, aiguilles, croisements, etc.) qui trouveront vraisemblablement, s'il y a lieu, leur place dans d'autres rapports.

En dehors des appareils de voie dont il vient d'être question, il convient de signaler, comme appareils se rapportant à la voie étroite et exposés à la classe 61, DES VÉHICULES SPÉCIAUX, TRÈS LÉGERS, ÉTABLIS EN VUE DE L'INSPECTION DES VOIES. Tels sont les suivants :

Exposition de la Belgique.

1° *Trolley vélocipède,* pour voie étroite, exposé par MM. DE VILLE-CHATEL et Cie. — Ce véhicule est destiné à faciliter l'inspection des voies; il est formé de tubes d'acier et monté sur quatre roues égales. Deux personnes peuvent y prendre place : un inspecteur sur un siège à ressort à l'avant, et un manœuvre sur un siège plus élevé à l'arrière. Le manœuvre met le véhicule en mouvement au moyen de pédales actionnant une grande roue dentée sur laquelle passe une chaîne Galle, qui commande un pignon monté sur l'essieu d'avant. Une traverse munie de poignées sert d'appui au manœuvre; un timbre placé sur cette traverse d'appui lui permet d'annoncer le passage du véhicule; il peut enrayer l'essieu d'arrière au moyen d'un levier commandant un sabot qui s'applique sur l'une des roues de cet essieu. Le Trolley vélocipède pour voie de 0 m. 50 pèse 103 kilogrammes.

Exposition de la Suisse.

2° *Draisines ou vélocipèdes sur rails,* exposés par M. OEHLER. — Ces appareils ont déjà été décrits à propos de la voie normale. Les trois modèles dont il a été question

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(page 108) étaient également présentés pour la voie de 1 mètre, savoir : les draisines type 1 pouvant recevoir une ou deux personnes et pesant de 95 à 105 kilogrammes; les draisines type 2 pour une seule personne, pesant de 80 à 100 kilogrammes, et les draisines combinées pouvant recevoir deux ingénieurs, médecins, etc., et quatre travailleurs, pesant 260 kilogrammes.

3° *Wagonnet de tournée,* pour voie de 1 mètre, également présenté par M. Œhler. — Ce véhicule, analogue à celui qui a été décrit pour la voie normale (page 109), pèse 480 kilogrammes.

III

RÉSUME. VOIE (VOIE ÉTROITE).

Quelques-unes des considérations indiquées au sujet de la voie pour les lignes à voie large s'appliquent pour les voies étroites, notamment ce qui a été dit de l'attache des rails aux traverses et des rails entre eux.

Quant aux voies portatives (industrielles, agricoles, militaires, etc.), elles sont formées de tronçons ou d'éléments isolés dont l'assemblage doit pouvoir être fait rapidement; les profils et les formes sont étudiés en vue de concilier le maximum de résistance avec le minimum de poids de la matière employée.

Enfin, il convient de noter des dispositifs spéciaux très variés et souvent très ingénieux auxquels on a été conduit pour résoudre la question des gares mixtes (voie large et voie étroite), soit que la jonction se fasse au moyen d'un troisième rail, soit que la solution des quatre rails fût préférée. Pour l'un et l'autre cas, des appareils de voie tout nouveaux ont été exposés.

En définitive, les voies étroites ont pris depuis quelques années un très grand développement; on reconnaît qu'elles peuvent rendre de grands services dans certains cas et qu'elles permettent souvent d'éviter la construction de lignes à voie large; on peut dire à coup sûr que sur ce point de grands progrès ont été faits et qu'ils étaient rendus manifestes par les spécimens exposés à la classe 61.

CHAPITRE VI.

MACHINES-LOCOMOTIVES (VOIE ÉTROITE).

La classe 61 comprenait un certain nombre de machines destinées à l'exploitation des lignes à voie étroite et particulièrement de la voie de 1 mètre.

Ces locomotives, mentionnées ci-après dans le même ordre, par nationalités, que les locomotives à voie normale, ne se partagent pas en classes aussi nettes que ces dernières, l'exploitation des lignes à voie étroite comportant en général principalement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des trains mixtes. Quelques-unes des machines exposées ont cependant une destination spéciale bien marquée pour trains de voyageurs ou pour trains de marchandises, mais elles constituent des exceptions.

Certains types n'étaient représentés que par des dessins ou des modèles dont il sera fait mention plus loin.

I

LOCOMOTIVES.

Exposition de la Belgique.

1° *Locomotive à six roues accouplées pour voie de 1 mètre.* Exposant : Société nationale des chemins de fer vicinaux ; constructeur : Halot et Cie, à Bruxelles. — Cette locomotive, à trois essieux, appartient au type courant de la Société dont il s'agit. Elle est appelée à desservir des voies posées sur l'accotement des routes.

L'essieu moteur est placé entre les deux essieux accouplés; ces derniers sont à déplacement transversal pour permettre le passage de la machine dans des courbes de 20 mètres de rayon. Les longerons sont extérieurs; les ressorts au-dessus des boîtes ont leur concavité tournée vers le bas. L'attelage et le tamponnement sont placés au centre des traverses extrêmes.

La chaudière est à tubes très courts et à foyer Belpaire, avec grille inclinée. La prise de vapeur se fait, à l'aide d'un régulateur à col de cygne, dans un dôme situé à l'avant du corps cylindrique. Ce dôme porte une soupape à charge directe; une autre soupape à balance est disposée au-dessus du foyer. La boîte à fumée renferme une tuyère d'échappement annulaire à section variable. Afin de diminuer le bruit de l'échappement, la vapeur, sortant des cylindres, se rend d'abord dans une caisse, dite *silencieuse*, placée à cheval au-dessus du premier essieu, sur laquelle vient se brancher le tuyau d'échappement dans la cheminée. Les tuyaux de purge des cylindres se rendent aussi dans cette capacité. L'alimentation de la chaudière est faite au moyen de deux injecteurs Friedmann.

Les cylindres, extérieurs, agissent sur des fusées manivelles, dites *de Halle*. Ces cylindres sont horizontaux; les tiroirs, placés au-dessus, sont commandés par une distribution Walschaert. Les têtes de bielles d'accouplement sont à bagues sans serrage. Le mécanisme est protégé de la poussière et de la boue par un coffrage en tôle qui l'enveloppe complètement, et dans lequel des portes sont disposées pour la visite et le graissage.

Les caisses à eau, placées latéralement, s'étendent sur toute la longueur de la chaudière; le combustible est emmagasiné dans une soute latérale.

La machine étant destinée à fonctionner normalement dans les deux sens de

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marche, on a fait le châssis beaucoup plus long que la chaudière, et l'on a disposé une plate-forme à chaque extrémité; le régulateur, le changement de marche et le frein peuvent être manœuvrés de l'une ou l'autre plate-forme.

La machine est entièrement recouverte par une toiture traversée par la cheminée, la partie supérieure de la colonnette des soupapes et le dôme.

Le poids de cette machine est indiqué comme étant de 18 tonnes en service.

2° *Locomotive à six roues accouplées pour voie de 1 mètre.* Exposant : Société nationale des chemins de fer vicinaux; constructeur : Société anonyme « La Métallurgique ». — Cette locomotive, qui ne diffère de la précédente que par son poids (24 tonnes en charge au lieu de 18) et par sa plus grande puissance, est destinée à desservir des lignes à profil plus accidenté.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

3° *Locomotive-tender à six roues, dont quatre accouplées, pour voie de 0 m. 915.* Exposant et constructeur : Porter and C°, de Pittsburgh. — Cette locomotive est destinée plus particulièrement au service des entrepreneurs ou des lignes agricoles. Elle est construite en vue de circuler sur des rails pesant seulement 8 kilogrammes par mètre courant.

Les deux essieux accouplés sont à l'avant; l'arrière est supporté par un bissel. Les longerons sont formés par des barres en fer forgé assemblées au moyen de boulons. Les roues motrices, dont le diamètre dépasse à peine 0 m. 60, sont à centre plein comme les roues porteuses. Les corps de roues sont en fonte et les bandages en acier. Les essieux sont en acier. Le châssis est muni d'un tamponnement central.

La chaudière, y compris le foyer, est en tôle d'acier. La prise de vapeur se fait dans un dôme placé au-dessus de la boîte à feu et qui porte les soupapes. L'alimentation est assurée par une pompe et un injecteur. Les caisses à eau et à combustible sont placées à l'arrière, au-dessus du bissel.

Les cylindres sont extérieurs et inclinés. Les tiroirs, placés au-dessus, sont commandés au moyen d'arbres de renvoi par des coulisses de Stephenson intérieures.

Comme accessoires, cette machine comporte une sablière sur le corps cylindrique, une cloche d'alarme, un pare-étincelles tronconique au sommet de la cheminée, un vaste fanal à l'avant, un abri pour le mécanicien, un chasse-bœufs, etc.

Exposition de la France.

4° *Locomotive-tender à six roues accouplées, pour voie de 1 mètre.* Exposant : Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma; constructeur : Société de construction des Batignolles (précédemment Ernest Gouin et C^ie^). — Cette machine est montée sur trois essieux accouplés, compris entre la boîte à fumée et le foyer qui, par suite, est en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porte-à-faux; elle a 2 m. 70 d'empattement. Les longerons sont intérieurs. Les ressorts de l'essieu d'arrière sont placés au-dessous des boîtes à graisse; ceux des deux autres essieux sont au-dessus des boîtes. L'attelage, qui est central, se fait au moyen d'un tampon avec ressort en spirale et d'un tendeur à vis situé au-dessous. Pour faciliter le passage dans les courbes, les boîtes à graisse de l'essieu d'arrière ont un jeu latéral de 0 m. 008.

La prise de vapeur se fait dans un dôme placé à l'avant de la chaudière et portant les soupapes. Les caisses à eau se prolongent jusqu'à l'avant.

Les cylindres, qui sont horizontaux, sont extérieurs, ainsi que le mécanisme, et commandent le second essieu. La distribution est opérée par des coulisses d'Allan. Le changement de marche est à vis.

Cette machine est munie du frein à vide et à vis avec sabots agissant sur les quatre roues extrêmes. La sablière est placée sur le corps cylindrique. Les traverses avant et arrière sont munies de chasse-pierres. La cheminée est tronconique avec capuchon et écran.

5° *Locomotive-tender à huit roues, dont quatre accouplées.* Exposant : Compagnie des chemins de fer du Sud de la France; constructeur : Société alsacienne de constructions mécaniques. — Cette machine est destinée à circuler sur des rails pesant 25 kilogrammes par mètre; elle est indiquée comme pouvant remorquer un train de 75 tonnes sur des rampes de 0 m. 028.

Les deux essieux accouplés, qui constituent la base fixe de la machine, sont très rapprochés et intercalés entre deux paires de roues porteuses munies de boîtes radiales. Les longerons sont intérieurs. L'attelage se fait à l'aide d'un tampon central et de deux tendeurs à vis (situés de part et d'autre du tampon) agissant sur les extrémités d'un balancier transversal.

Les boîtes à feu et à fumée sont dans le prolongement du corps cylindrique. La prise de vapeur se fait dans un dôme placé au milieu de la chaudière et portant les soupapes.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux; les bielles motrices actionnent le second essieu.

Les caisses à eau s'arrêtent un peu en avant des roues motrices; le combustible se loge dans une soute placée à l'arrière de la plate-forme.

Cette locomotive est munie du frein à vide automatique Eames-Soulerin, d'un frein à vis, d'une sablière à vapeur, d'un abri très complet, fermé sur le côté.

6° *Locomotive-tender à six roues accouplées pour voie de 1 mètre.* Exposant et constructeur : Compagnie de Fives-Lille. — Cette locomotive, à trois essieux, construite pour la Compagnie française des chemins de fer argentins, est surtout destinée à des manœuvres de gare. Elle est présentée comme pouvant, en raison de son faible empattement (1 m. 75), s'inscrire dans des courbes de 60 mètres de rayon.

Les longerons sont intérieurs; les ressorts sont placés au-dessus des boîtes à graisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'attelage central est muni d'un ressort en spirale agissant à la fois pour la traction et le tamponnement.

Le foyer est en porte-à-faux; son enveloppe est, comme la boîte à fumée, dans le prolongement du corps cylindrique. La prise de vapeur se fait dans un dôme placé vers l'avant de la chaudière. Cette locomotive étant destinée à brûler du bois, la cheminée a été munie d'un pare-étincelles à ailettes, du genre américain. Les soupapes, à balance, sont placées sur le dôme.

Les cylindres, horizontaux et extérieurs, commandent le troisième essieu. La distribution placée à l'extérieur est opérée par des coulisses de Stephenson. Le changement de marche est à vis; un frein à main, à quatre sabots, agit sur les deux paires de roues extrêmes.

Les caisses à eau se prolongent jusqu'à l'avant. Les traverses avant et arrière sont munies de chasse-bœufs. Les agents du service sont abrités par une cabine très complète munie de fenêtres à coulisse. La sablière est placée sur le corps cylindrique. La machine porte une cloche-signal.

7° *Locomotive-tender à huit roues, dont six accouplées, pour voie de 1 mètre.* Exposant et constructeur : M. Corpet, à Paris. — Cette locomotive est destinée au service de lignes comportant des rampes de 0 m. 015 et des courbes de 200 mètres. Elle est indiquée comme pouvant, dans ces conditions, remorquer une charge de 120 tonnes (machine comprise).

Les 6 roues accouplées sont à l'avant; à l'arrière se trouve un essieu à boîtes radiales. Ces boîtes, à joues inclinées et montées dans des glissières également inclinées, sont munies à leur partie supérieure d'une rainure courbe dans laquelle s'engage un galet monté à l'extrémité de la tige de pression du ressort; lorsque l'essieu se déplace, le galet est soulevé par la rainure et la tension du ressort augmente; le rappel de l'essieu a lieu sous l'action de cette tension au passage de la courbe à l'alignement droit. Les longerons sont intérieurs; les ressorts sont placés au-dessus des boîtes à graisse, sauf pour le troisième essieu qui est l'essieu moteur. Le boudin de la deuxième paire de roues est supprimé afin de permettre le passage sur des raccordements ayant des courbes de 50 mètres de rayon. Le tamponnement est double comme dans les machines à voie normale.

La boîte à feu est à berceau cylindrique; la grille est inclinée; le régulateur, muni d'un tiroir de démarrage, et la prise de vapeur sont contenus dans un dôme placé à l'avant du corps cylindrique.

Les cylindres, horizontaux, sont extérieurs, comme tout le mécanisme. La distribution est du système Stephenson.

Les caisses à eau s'arrêtent vers l'arrière de la boîte à fumée. Les soutes à combustible sont placées de chaque côté du foyer.

Cette machine est munie d'une sablière, d'un frein à vis à quatre sabots, agissant sur l'essieu moteur, d'un ajutage spécial pour le réchauffage des bouillottes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° *Locomotive-tender à huit roues, dont six accouplées, pour voie de 1 mètre.* Exposant : Société générale des chemins de fer économiques; constructeur : Société alsacienne de constructions mécaniques. — Cette locomotive appartient au type en service sur des lignes dont les voies sont constituées avec des rails de 20 kilogrammes.

Les trois essieux accouplés sont à l'avant; l'arrière est supporté par un essieu à boîtes radiales et plans inclinés passant au-dessous du foyer. Les longerons sont intérieurs pour les roues accouplées; les boîtes à graisse de l'essieu porteur sont maintenues par des plaques de garde appartenant à de petits longerons extérieurs s'étendant jusqu'à l'avant du troisième essieu. Cette disposition a permis d'élargir le foyer en le faisant déborder les roues. L'attelage se fait à l'aide d'un tampon central et d'un tendeur à vis placé au-dessous du tampon.

Le foyer est du type Belpaire avec grille inclinée. La prise de vapeur se fait dans un dôme placé à l'avant de la chaudière.

Les cylindres sont horizontaux et extérieurs, comme tout le reste du mécanisme; ils commandent le troisième essieu.

La machine est munie d'une sablière, d'un frein à main, d'un changement de marche à vis, d'un abri complet, etc.

Les caisses à eau s'étendent jusqu'à l'avant; les soutes à charbon sont situées de part et d'autre du foyer.

9° *Locomotive-tender à six roues accouplées, pour voie de 1 mètre.* Exposant : Société des chemins de fer du Périgord; constructeur : M. Weidnecht, à Paris. — Cette locomotive est à empattement réduit, sans dispositif spécial pour faciliter le passage dans les courbes.

Les longerons sont extérieurs; la boîte à feu est en porte-à-faux en arrière du troisième essieu. En vue de réduire autant que possible la largeur de la machine, les coussinets des boîtes à graisse reposent sur la partie postérieure des manivelles d'accouplement qui forment fusées, au lieu de reposer sur une fusée spéciale ménagée sur l'essieu entre le moyeu de la roue et la manivelle d'accouplement.

Le corps cylindrique de la chaudière est en fer et contient 160 tubes. L'alimentation est faite par des injecteurs Koerting.

Les cylindres et le mécanisme de distribution sont extérieurs. La distribution est du système Walschaert. Tout le mécanisme est abrité de la poussière par des tôles extérieures descendant presque au niveau de la voie; des portes sont ménagées dans ces enveloppes pour la visite et le graissage des pièces.

La machine est munie de deux plates-formes (l'une à l'avant, l'autre à l'arrière) sur chacune desquelles sont installés les organes de commande (régulateur et changement de marche), en sorte que la conduite peut se faire par l'une ou l'autre des extrémités indifféremment. Le chauffeur se tient en tous cas sur celle des plates-formes qui correspond au foyer. Les caisses à eau sont installées sur les côtés de la machine.

10° *Locomotive-tender à six roues accouplées, pour voie de 1 mètre.* Exposant et construc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur : Société de construction des Batignolles (précédemment E. Gouin et Cie). — Cette locomotive a été construite pour une ligne comportant des rampes de 0 m. 035 et des courbes de 100 mètres de rayon.

Les longerons sont extérieurs. Les trois essieux, également espacés, sont compris entre la boîte à fumée et le foyer qui se trouve en porte-à-faux. Les ressorts sont placés au-dessus des boîtes. Le tamponnement central est à ressort unique, comprimé à l'aide d'un balancier muni d'un crochet et d'un tendeur d'attelage à chaque extrémité.

Les boîtes à feu et à fumée sont dans le prolongement du corps cylindrique. Ce dernier porte, en son milieu, un dôme qui renferme le régulateur et sur lequel les soupapes à balance sont installées.

Le mécanisme est entièrement extérieur. Les bielles motrices et d'accouplement commandent des manivelles clavetées en dehors des fusées. Les cylindres, horizontaux, portent les boîtes à tiroirs à leur partie supérieure. Deux excentriques, portés par une contre-manivelle venue de forge avec la manivelle motrice, commandent la distribution par l'intermédiaire d'une coulisse droite à barre rectiligne. Les tiges de piston, les glissières à barre unique et les manivelles sont en acier. Le changement de marche est à vis.

La machine comporte un abri à colonnettes; elle est munie du frein à vide automatique agissant sur les roues motrices et avant. Les caisses à eau sont latérales et se prolongent jusqu'à l'avant.

11° *Locomotive-tender à quatre roues accouplées, pour voie de 0 m. 80.* Exposant et constructeur : Société des anciens établissements Cail. — Cette locomotive, qui pèse 5.000 kilogrammes en service et qui est destinée aux exploitations agricoles, est montée sur deux essieux accouplés situés entre le foyer et la boîte à fumée; elle a 0 m. 90 d'empattement.

Les longerons sont intérieurs. Les ressorts sont placés au dessus des boîtes à graisse. L'attelage, qui est central, se fait au moyen d'une barre à fourche, avec clavette située à l'intérieur et dans l'axe d'un tampon sec; le ressort de la barre de traction est constitué par huit couples de rondelles; le tampon est formé par un large plat en U renversé sur le côté et percé en son centre d'une ouverture destinée au passage de la barre d'attelage des véhicules.

La prise de vapeur se fait dans un dôme situé à l'arrière de la chaudière et un peu en avant de la boîte à feu. L'alimentation se fait au moyen d'injecteurs Friedmann.

Les cylindres, qui sont horizontaux, sont extérieurs ainsi que le mécanisme, et commandent l'essieu d'arrière. La distribution est du système Stephenson.

Les caisses à eau sont placées latéralement. La machine est munie du frein à vis, deux sabots agissant sur les deux roues d'arrière. La sablière est située sur le corps cylindrique. Une toiture protège le mécanicien.

12° *Locomotive Compound, système Mallet, pour voie de 0 m. 60.* Exposant et constructeur : Société Decauville aîné. — Des machines de ce système faisaient la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traction des trains sur le chemin de fer intérieur de l'Exposition. Dans ces machines, les deux essieux d'arrière sont fixes et les deux premiers essieux appartiennent à un bogie qui peut pivoter, par son extrémité postérieure, autour d'une cheville ouvrière fixée aux longerons.

La chaudière repose sur le truck au moyen d'un secteur à glissières permettant le déplacement transversal; elle est timbrée à 12 kilogrammes; le foyer, peu profond, passe au-dessus des essieux d'arrière. La cheminée est munie d'un pare-étincelles tronconique.

Les essieux d'arrière et ceux du bogie, accouplés deux à deux, forment deux groupes moteurs indépendants commandés, celui d'arrière par deux cylindres à haute pression, et celui d'avant par deux cylindres à basse pression, de telle sorte que le tuyautage (articulé sur des rotules), qui alimente les cylindres à basse pression, n'est soumis qu'à la pression de la vapeur du réservoir intermédiaire muni d'une soupape réglée à 5 kilogrammes. Les cylindres sont horizontaux et tout le mécanisme est extérieur. Un même relevage commande les quatre coulisses. Pour les démarrages on peut admettre directement dans les grands cylindres de la vapeur prise dans la chaudière.

La machine est munie de caisses à eau latérales; de soutes à charbon sur le côté du foyer; d'une sablière sur le corps cylindrique; d'une toiture à colonnettes; d'une cloche mue par la vapeur pour signaler l'arrivée du train, etc.

13° *Locomotive, système Péchot-Bourdon, pour voie de 0 m. 60.* Exposant : Société Decauville aîné. — Cette locomotive a été employée pendant quelque temps au service des trains sur le chemin de fer intérieur de l'Exposition. Dans cette machine, deux trucks articulés à deux essieux portent chacun un appareil moteur.

La chaudière comprend deux foyers réunis placés entre les deux trucks, deux corps cylindriques, et, au centre, un dôme de prise de vapeur.

Les cylindres et le mécanisme sont extérieurs.

Les caisses à eau sont placées latéralement. L'abri pour le mécanicien se trouve au milieu de la machine.

II

DESSINS ET MODÈLES DE LOCOMOTIVES.

Indépendamment des locomotives exposées, des dessins et des modèles de machines à voie étroite figuraient la classe 61, notamment :

Exposition de la Belgique.

1° *Dessins d'une locomotive-tender Compound à quatre roues accouplées pour voie de 0 m. 60.* Exposant et constructeur : M. A. Legrand. — Cette locomotive à adhérence totale et à quatre roues accouplées est du système Compound à deux cylindres; elle a été construite pour la voie de 0 m. 60 et étudiée pour pouvoir s'adapter à la voie de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 mètre moyennant le changement de ses essieux et de ses roues, qui se trouvent alors à l'extérieur des longerons. Cette transformation n'entraîne aucun changement dans les boîtes ni dans le mécanisme.

Les longerons et le mécanisme sont extérieurs aux roues. La suspension est effectuée sur deux ressorts longitudinaux dont les brides sont munies de pivots pouvant se déplacer dans des glissières.

La chaudière s'étend à peu près symétriquement à l'avant et à l'arrière des deux paires de roues; elle comporte un foyer plat, en saillie, et un dôme de prise de vapeur à l'avant.

Les deux cylindres Compound horizontaux sont surmontés par les tiroirs commandés au moyen de la distribution Joy. Le démarrage se fait toujours à pleine pression; le fonctionnement est ramené automatiquement au mode Compound par un piston différentiel commandant une valve spéciale.

Les caisses sont latérales; l'abri est fermé sur le côté.

Exposition de la France.

2° *Dessins et photographies des locomotives de la ligne de Saint-Georges-de-Commiers à la Mure,* exposés par la Compagnie de Fives-Lille. — Ce chemin de fer, à voie de 1 mètre, a 24 kilomètres de longueur, dont 8 kilom. 400 en courbe de 100 mètres de rayon. Les locomotives sont à 4 essieux, savoir : 3 essieux accouplés à l'arrière et 1 essieu porteur à l'avant. Ce dernier essieu, muni de boîtes système E. Roy[1], peut se déplacer dans les courbes; il est ramené à sa position normale par des plans inclinés installés au-dessus des boîtes. Ces machines sont, en outre, munies d'une disposition spéciale d'attelage à tampon central étudiée par M. E. Roy.

3° *Dessins et photographies relatifs à des applications de son système Compound à des locomotives à quatre cylindres* formant deux groupes moteurs indépendants, exposés par M. Mallet. — Dans ces locomotives, qui sont à châssis articulé, les cylindres à haute pression actionnent deux essieux accouplés placés à l'arrière, et les cylindres à basse pression deux essieux accouplés formant avant-train. La vapeur passe du groupe des cylindres à haute pression au groupe des cylindres à basse pression au moyen d'une rotule. Les dessins de locomotives de ce système qui figuraient à l'Exposition sont les suivants : *photographies et dessins de locomotives Compound articulées,* pour voie de 1 mètre, de la Compagnie des chemins de fer départementaux; *dessins d'ensemble de locomotives pour voie Decauville* de 0 m. 60 (8 locomotives de ce système faisaient le service des trains à l'intérieur de l'Exposition entre l'Esplanade des Invalides et le Champ de Mars).

4° *Dessins concernant l'installation de la traction par l'air comprimé faite par la Compagnie des mines de Graissessac (Hérault),* en 1879, exposés par la Société nouvelle des

[1] Voir page 377.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MOTEURS À AIR COMPRIMÉ (*système L. Mékarski*). Ce mode de traction est employé pour le service sur une ligne souterraine de 1,500 mètres de longueur, Les machines les plus récentes pèsent 3,500 kilogrammes avec réservoir de 2,100 litres chargés normalement à 30 kilogrammes de pression. Elles sont indiquées comme remorquant 26 tonnes sur une rampe de 0 m. 012 par mètre.

L'air comprimé est fourni par un compresseur du modèle de M. Mékarski. Le système de saturation, de réchauffement et de réglage de la pression est celui qui est décrit pour la voiture automobile du même système (page 338).

5° *Modèle d'une locomotive-tender à huit roues, dont six accouplées, pour voie de 1 mètre* [1] exposé par M. CORPET.

6° *Modèle d'une locomotive-tender à quatre roues accouplées, pour voie de 1 mètre,* également exposé par M. CORPET. — La locomotive est à deux cylindres. Les longerons sont intérieurs. La chaudière du type locomotive ordinaire est munie à l'avant d'un dôme portant les soupapes. Les cylindres, placés à l'extérieur et au-dessus des longerons, sont horizontaux; ils commandent les roues d'avant par l'intermédiaire d'un balancier. La distribution est également extérieure. La plate-forme est protégée par un abri. La caisse à eau est située entre les longerons.

7° *Modèle d'une locomotive-tender à six roues accouplées, pour voie de 1 mètre,* également exposé par M. CORPET. — Les longerons sont intérieurs. La chaudière du type locomotive ordinaire est munie à l'avant d'un dôme portant les soupapes. Les cylindres sont extérieurs; ils sont placés horizontalement et commandent le troisième essieu. La distribution, également extérieure, est du système Allan. La plate-forme est protégée par un abri. Les caisses à eau sont placées sur les côtés.

8° *Photographie d'un dispositif mixte pour le remorquage du matériel à voie normale et de celui de la voie de 1 mètre sur la ligne à quatre rails de Noyelles à Saint-Valery-sur-Somme,* exposée par la SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES. — Ce dispositif a été appliqué d'une part aux locomotives en vue de permettre de remorquer avec des machines pour voie de 1 mètre des véhicules de voie normale, et d'autre part à un wagon à voie de 1 mètre, dit *wagon de raccordement,* en vue de permettre de faire entrer dans la composition d'un même train des véhicules à voie de 1 mètre et des véhicules à voie normale. Il comporte, en plus de l'attelage avec tamponnement central adopté pour le matériel à voie de 1 mètre, deux tampons latéraux correspondant aux tampons de véhicules à voie normale et une chaîne spéciale attachée au milieu de la traverse de tête et que l'on engage dans le crochet du véhicule à voie normale, le tendeur de ce dernier véhicule ne pouvant être employé pour l'attelage en raison de la disposition à tampon central du wagon à voie étroite.

Des dessins et photographies de locomotives figuraient également dans d'autres sec-

[1] La locomotive elle-même était exposée; elle a été décrite plus haut (page 292).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions (étrangères ou françaises), notamment dans les expositions de divers pays lointains pour lesquels le transport des locomotives elles-mêmes aurait présenté trop de dépenses et de difficultés. Ces dessins et photographies rendaient compte des dispositions des locomotives employées dans ces divers pays; il ne peut qu'en être fait mention ici.

III

RESUMÉ. MACHINES-LOCOMOTIVES (VOIE ÉTROITE).

L'exposition des machines-locomotives des lignes à voie étroite comprenait treize locomotives et un assez grand nombre de modèles et de dessins. Cette exposition est considérable si on la compare à celle des machines similaires dans les Expositions précédentes. Le réseau des voies étroites et le matériel qui est affecté au service de ces lignes se sont, en effet, considérablement accrus depuis un certain nombre d'années.

Si l'on étudie les machines en question au point de vue de leur constitution, on reconnaît beaucoup d'analogie entre elles et les machines de la voie normale, mais on peut distinguer aussi diverses dispositions tout à fait spéciales qui sont en quelque sorte la caractéristique de ces machines. Ces dispositions spéciales résultent des conditions toutes particulières du service qu'elles ont à faire. On remarque tout d'abord que toutes les machines à voie étroite présentées à l'Exposition sont des machines-tenders; on a, en effet, eu, la plupart du temps, intérêt à adopter cette forme spéciale pour des machines appelées à faire d'assez faibles parcours et à circuler sur des lignes à profil difficile sur lesquelles il importe d'utiliser le plus possible de poids pour l'adhérence. En outre, toutes les machines à voie étroite présentées à la classe 61 sont disposées de manière à circuler facilement dans les courbes de faible rayon généralement en usage sur les lignes qu'elles desservent. Les dispositifs les plus employés dans ce but sont, en dehors d'une réduction générale de l'empattement fixe des essieux, les boîtes radiales, les bissels, les bogies, les doubles trains moteurs, etc.

Enfin, dans la plupart de ces machines, on s'est ingénié à réaliser sous le volume le plus réduit le maximum de puissance compatible avec les charges limites imposées par les voies qui sont le plus souvent légères.

Les trois conditions ci-dessus que doivent remplir la plupart des machines appelées à desservir des voies étroites, à circulation un peu active, sont d'une réalisation assez difficile et ont donné lieu à des types très diversement étudiés; on remarque d'ailleurs dans ces machines une grande variété de forme correspondant à une grande variété dans les services à faire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINES-LOCOMOTIVES (VOIE ÉTROITE).

TABLEAUX.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VIII. — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR DIVERS SERVICES (VOIE ÉTROITE). [*Voir suite page 302.*]

	MACHINES POUR CHEMINS À VOIE ÉTROITE DE MODÈLE ORDINAIRE.						
Pays de provenance	Belgique.	Belgique.	États-Unis.	France.	France.	France.	France.
Exposant	Société Nle des Chemins de fer vicinaux.	Société Nle des Chemins de fer vicinaux.	Porter et Cie.	Bône-Guelma.	Cie des Chemins de fer du Sud de la France.	Cie de Fives-Lille.	L. Corpet.
Constructeur	Halot et Cie.	La Métallurgique.		Société de construction des Batignolles.	Société alsacienne de constructions mécaniques.		
Réseau auquel la locomotive est affectée	Chemins de fer vicinaux.	Chemins de fer vicinaux.	Lignes agricoles.	Bône-Guelma (Tebessa).	Chemins de fer du Sud de la France.	Cie française des Chemins argentins.	Lignes de la Meuse (concession Varinot).
Service auquel la locomotive est affectée	Voyageurs ou marchandises.	Voyageurs ou marchandises.	"	Voyageurs ou marchandises.	Voyageurs ou marchandises.	Manœuvres.	Voyageurs ou marchandises.
Largeur de la voie (mètres)	0,100	0,100	0,915	1,000	1,000	1,000	1,000
Renvoi à la page du rapport	(Page 289.)	(Page 290.)	(Page 290.)	(Page 290.)	(Page 291.)	(Page 292.)	(Page 292.)
Grille — Longueur (mètres)	"	1,100	0,610	1,500	1,026	0,954	1,100
Grille — Largeur (mètres)	"	0,700	0,530	0,610	0,626	0,644	0,685
Grille — Surface (mètres carrés)	0,72	0,77	0,32	0,9150	0,6420	0,6140	0,7540
Boîte à feu — Longueur intérieure (mètres)	"	"	"	"	1,052	1,100	1,254
Boîte à feu — Largeur intérieure en bas (mètres)	"	"	"	"	0,652	0,790	0,810
Boîte à feu — Largeur intérieure en haut (mètres)	"	"	"	"	1,148	1,002	0,962
Boîte à feu — Hauteur moyenne du ciel au-dessus de la grille (mètres)	"	0,850	"	1,061	1,200	1,058	1,000
Corps cylindrique — Longueur (mètres)	"	1,700	"	3,697	3,620	2,412	"
Corps cylindrique — Diamètre moyen (mètres)	1,030	1,030	0,635	1,028	1,120	0,880	0,940
Corps cylindrique — Épaisseur de la tôle (millimètres)	"	13	7,1 5,5	11,5	9	11	11
Corps cylindrique — Nature du métal	"	"	"	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.
Corps cylindrique — Hauteur de l'axe au-dessus du rail (mètres)	1,405	1,430	"	1,630	1,700	1,468	1,600
Corps cylindrique — Timbre (kilogrammes)	10	12	"	9	10	9,5	10
Capacité de la chaudière — Volume d'eau avec 0,10 au-dessus du ciel du foyer (mètres cubes)	"	1,200	"	2,090	2,800	1,035	1,494
Capacité de la chaudière — Volume de vapeur (mètres cubes)	"	"	"	1,200	1,400	0,480	0,524
Tubes — Nombre	169	162	48	106	134	78	93
Tubes — Longueur entre les plaques tubulaires (mètres)	1,390	1,710	1,118	3,800	3,700	2,480	2,900
Tubes — Diamètre extérieur (mètres)	0,040	0,040	0,037	50	45	45	50
Tubes — Diamètre intérieur (mètres)	0,035	0,035	"	46	41	41	46
Surface de chauffe — du foyer (mètres carrés)	4,03	4,36	"	5,80	4,62	3,80	4,15
Surface de chauffe — des tubes, à l'extérieur (mètres carrés)	30,33	34,64	"	63,24	63,86	25,80	42,36
Surface de chauffe — totale (mètres carrés)	34,36	39,00	"	69,04	68,48	29,60	46,51

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VIII (*suite*). — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR DIVERS SERVICES (VOIE ÉTROITE). [*Voir la suite au tableau VIII bis.*]

MACHINES POUR CHEMINS A VOIE ÉTROITE DE MODÈLE ORDINAIRE. (*Suite.*)

Pays de provenance	Belgique.	Belgique.	États-Unis.	France.	France.	France.	France.
Exposant	Société Nle des Chemins de fer vicinaux.	Société Nle des Chemins de fer vicinaux.	Porter et Cie.	Bône-Guelma.	Cie des Chemins de fer du Sud de la France.	Cie de Fives-Lille.	L. Corpet.
Constructeur	Halot et Cie.	La Métallurgique.		Société de construction des Batignolles.	Société alsacienne de constructions mécaniques.		
Réseau auquel la locomotive est affectée	Chemins de fer vicinaux.	Chemins de fer vicinaux.	Lignes agricoles.	Bône-Guelma (Tebessa).	Chemins de fer du Sud de la France.	Cie française des Chemins argentins.	Lignes de la Meuse (concession Varinet).
Service auquel la locomotive est affectée	Voyageurs ou marchandises.	Voyageurs ou marchandises.	"	Voyageurs ou marchandises.	Voyageurs ou marchandises.	Manœuvres.	Voyageurs ou marchandises.
Largeur de la voie (mètres)	1,000	1,000	0,910	1,000	1,000	1,000	1,000
Renvoi à la page du rapport	(Page 289.)	(Page 290.)	(Page 290.)	(Page 290.)	(Page 291.)	(Page 291.)	(Page 292.)
Châssis — Type	Extérieur.	Extérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Mixte.
Châssis — Écartement intérieur des longerons (mètres)	1,192	1,192	0,714	0,810	0,830	0,834	0,836
Châssis — Longueur totale entre les extrémités des tampons (mètres)	6,200	6,300	"	8,470	8,640	6,530	7,020
Mouvement et distribution — Diamètre des cylindres (mètres)	0,280	0,350	0,152	0,370	0,380	0,270	0,300
Mouvement et distribution — Course des pistons (mètres)	0,360	0,360	0,254	0,520	0,560	0,380	0,450
Mouvement et distribution — Entr'axe des cylindres (mètres)	"	1,760	"	1,618	1,520	1,470	1,532
Mouvement et distribution — Longueur de la bielle motrice (mètres)	"	"	"	1,570	1,700	1,750	1,960
Mouvement et distribution — Système de distribution	Walschaert.	Walschaert.	"	Coulisse rectiligne.	"	Stephenson.	Allan.
Roues — Nombre total des roues	6	6	"	6	8	6	8
Roues — Nombre de roues accouplées	6	6	"	6	4	6	6
Roues — Entr'axe extrême des roues (mètres)	1,800	1,800	2,730	2,700	4,900	1,750	3,700
Roues — Diamètre des roues motrices au contact (mètres)	0,820	0,840	0,610	1,100	1,200	0,800	1,000
Roues — Disposition spéciale pour le passage des courbes	"	"	"	Jeu latéral de 2 × 8, boîtes Æ.	Boîtes Roy N et Æ.	"	Boîtes radiale ess. portr Æ.
Poids (1) — de la machine vide (kilogrammes)	15.000	18.500	"	22.630	25.500	13.540	16.000
Poids (1) — total de la machine en ordre de marche (kilogrammes)	18.000	24.000	6.500	29.570	33.300	18.000	21.000
Poids (1) — adhérent (kilogrammes)	18.000	24.000	4.000	29.570	20.000	18.000	16.500
Poids (1) — Effort de traction calculé par la formule $\frac{0,65\,P\,d^2\,l}{D}$ (kilogrammes)	2.275	3.790	"	3.786	4.380	2.160	2.632
Frein — Types	A vis.	A vis.	"	Frein à vide et frein à vis.	Frein à vis (système Ems-Soulerin).	Frein à vis	Frein à vis.
Frein — Nombre de roues enrayées	6	6	"	6	4	6	6
Approvisionnements — Caisses à eau (litres)	1.600	2.350	562	3.600	4.000	1.900	2.600
Approvisionnements — Soutes à combustibles (kilogrammes)	600	750	"	1.000	1.000	450	700

(1) Les renseignements donnés sur les poids sont la copie de ceux qui ont été fournis par les exposants; certains de ces renseignements n'ayant pas été établis suivant le mode uniforme demandé par le jury, les chiffres ne sont pas comparables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VIII *bis*. — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR DIVERS SERVICES (VOIE ÉTROITE). [*Voir suite page 306.*]

		MACHINES POUR CHEMINS À VOIE ÉTROITE DE MODÈLE ORDINAIRE. (*Suite.*)						MACHINES POUR CHEMINS À CRÉMAILLÈRE.	
Pays de provenance		France.	France.	France.	France.	France.	France.	Suisse.	Suisse.
Exposant		Société générale des Chemins de fer économiques.	Société des Chemins de fer du Périgord.	Société de construction des Batignolles.	Société des anciens établissements Cail.	Decauville aîné.	Decauville aîné.	Société de Winterthur.	Société de Winterthur.
Constructeur		Société alsacienne de constructions mécaniques.	Weidknecht.						
Réseau auquel la locomotive est affectée		Allier.	Chemins de fer du Périgord.	Riom à Volvic.	-	Chemin de fer de l'Exposition.	Chemin de fer de l'Exposition.	Brünig.	Mont Pilate.
Service auquel la locomotive est affectée		Voy. ou marchandises.	Voy. ou marchandises.	Voy. ou marchandises.	Usines.	Voyageurs.	Voyageurs.	Voy. ou marchandises.	Voyageurs.
Largeur de la voie (mètres)		1,000	1,000	1,000	0,800	0,600	0,800	1,000	0,800
Renvoi à la page du rapport		(Page 293.)	(Page 293.)	(Page 293.)	(Page 294.)	(Page 294.)	(Page 295.)	(Page 347.)	(Page 350.)
Grille	Longueur (mètres)	1,050	1,015	0,978	0,354	0,720	//	1,070	0,910
	Largeur (mètres)	0,915	0,720	0,728	0,500	0,700	//	0,930	0,440
	Surface (mètres carrés)	1,00	0,73	0,7120	0,1770	0,5040	0,48	0,98	0,38
Boîte à feu	Longueur intérieure (mètres)	1,060	1,040	//	//	0,760	0,820	1,050	0,930
	Largeur intérieure. en bas (mètres)	0,941	0,745	//	//	0,770	0,580 (moyenne).	0,920	0,420
	Largeur intérieure. en haut (mètres)	0,876	0,825	//	//	0,730		0,850	0,380
	Hauteur moyenne du ciel au-dessus de la grille (mètres)	0,900	1,018	0,945	0,720	0,650	1,175	1,000	0,950
Corps cylindrique	Longueur (mètres)	//	//	//	//	//	//	//	1,200
	Diamètre moyen (mètres)	1,000	1,030	0,930	0,510	0,800	0,650	1,050	0,810
	Épaisseur de la tôle (millimètres)	12	13	11	10	13	//	11	8,5
	Nature du métal	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	//	Acier doux.	Acier doux.
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail (mètres)	1,650	1,508	1,455	0,910	1,300	1,025	1,750	1,430
	Timbre (kilogrammes)	10	12	10	9	12	12	13	13
Capacité de la chaudière	Volume d'eau avec 0,10 au-dessus du ciel du foyer (mètres cubes)	1,790	1,326	1,530	0,310	1,100	1,000	1,800	0,485
	Volume de vapeur (mètres cubes)	0,890	0,817	0,930	0,095	0,400	0,200	0,725	0,125
Tubes	Nombre	124	160	78	35	88	48	123	136
	Longueur entre les plaques tubulaires (mètres)	3,440	2,200	3,700	1,340	1,983	1,700	2,900	1,240
	Diamètre. extérieur (mètres)	45	41	50	40	40	45	45	35
	Diamètre. intérieur (mètres)	41	56	46	36	36	40	41	32
Surface de chauffe	du foyer (mètres carrés)	4,05	3,84	3,63	1,14	2,30	3,55	4,30	2,40
	des tubes, à l'extérieur (mètres carrés)	55,45	46,46	45,31	6,32	20,00	22,05	50,50	18,60
	totale (mètres carrés)	59,50	50,30	48,94	7,46	22,30	25,60	54,70	21,00

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VIII *bis* (fin). — MACHINES-LOCOMOTIVES POUR DIVERS SERVICES (VOIE ÉTROITE).

		MACHINES POUR CHEMINS À VOIE ÉTROITE DE MODÈLE ORDINAIRE. (*Suite.*)						MACHINES POUR CHEMINS À CRÉMAILLÈRE. (*Suite.*)	
Pays de provenance		France.	France.	France.	France.	France.	France.	Suisse.	Suisse.
Exposant		Société générale des Chemins de fer économiques.	Société des Chemins de fer du Périgord.	Société de construction des Batignolles.	Société des anciens établissements Cail.	Decauville aîné.	Decauville aîné.	Société de Winterthur.	Société de Winterthur.
Constructeur		Société alsacienne de constructions mécaniques.	Weidknecht.						
Réseau auquel la locomotive est affectée		Allier.	Chemins de fer du Périgord.	Riom à Volvic.	"	Chemin de fer de l'Exposition.	Chemins de fer de l'Exposition.	Brünig.	Mont Pilate.
Service auquel la locomotive est affectée		Voy. ou marchandises.	Voy. ou marchandises.	Voy. ou marchandises.	Usines.	Voyageurs.	Voyageurs.	Voy. ou marchandises.	Voyageurs.
Largeur de la voie (mètres)		1,000	1,000	1,000	0,800	0,600	0,600	1,000	1,000
Renvoi à la page du rapport		(Page 293.)	(Page 293.)	(Page 293.)	(Page 294.)	(Page 294.)	(Page 295.)	(Page 347.)	(Page 350.)
Châssis	Type	Mixte.	Extérieur.	Extérieur.	Intérieur.	Extérieur et intérieur.	Intérieur.	Extérieur et intérieur.	Spécial.
	Écartement intérieur des longerons (mètres)	"	1,915	1,350	0,680	0,470 | 0,740	"	"	"
	Longueur totale entre les extrémités des tampons (mètres)	8,310	6,993	7,483	3,226	5,450	6,100	6,800	"
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres (mètres)	0,350	0,350	0,350	0,165	0,187 | 0,280	0,175	0,330	0,220
	Course des pistons (mètres)	0,460	0,360	0,450	0,240	0,280	0,240	0,480	0,300
	Entr'axe des cylindres (mètres)	1,510	1,773	1,930	1,084	1,150 | 0,900	1,270	0,800	1,030
	Longueur de la bielle motrice (mètres)	2,100	2,200	1,410	0,830	0,710	0,815	1,210	0,550
	Système de distribution	Allan.	Walschaert.	Coulisse rectiligne.	Stephenson.	Walschaert.	Walschaert.	Brown.	Brown.
Roues	Nombre total des roues	8	6	6	4	8	8	4	4 (dentées).
	Nombre de roues accouplées	6	6	6	4	8	"	4	2
	Entr'axe extrême des roues (mètres)	4,190	2,000	2,660	0,900	2,780	3,800	2,400	"
	Diamètre des roues motrices au contact (mètres)	1,000	0,836	1,010	0,600	0,600	0,650	0,796	0,405
	Disposition spéciale pour le passage des courbes	Boîtes Roy à l'AR.	Empattement réduit.	"	"	Bissel moteur à l'AV.	2 bogies.	"	Jeu latéral à l'AV.
Poids [1]	de la machine vide (kilogrammes)	20.700	21.000	18.000	3.800	9.500	10.200	17.200	7.600
	total de la machine en ordre de marche (kilogrammes)	27.500	26.150	23.850	5.000	11.500	13.500	22.000	11.600
	adhérent (kilogrammes)	23.000	26.150	23.850	5.000	11.500	13.500	22.000	"
	Effort de traction calculé par la formule $\frac{0,65\,P\,d^2\,l}{D}$ (kilogrammes)	3.662	3.790	3.548	0.640	1.800 compound. 2.400 directe.	"	9.000	5.500
Frein	Types	Frein à main, à vide et à contre-vapeur.	Frein à vis.	Frein à vide automatique et à vis.	Frein à vis.	Frein à vis.	"	Frein à friction, à air comprimé et à vapeur.	Spécial.
	Nombre de roues enrayées	6	6	6	4	8	"	"	"
Approvisionnements.	Caisses à eau (litres)	4.000	2.620	3.000	550	1.420	1.700	2.500	800
	Soutes à combustibles (kilogrammes)	800	800	1.000	200	500	"	400	350

[1] Les renseignements donnés sur les poids sont la copie de ceux qui ont été fournis par les exposants; certains de ces renseignements n'ayant pas été établis suivant le mode uniforme demandé par le jury, les chiffres ne sont pas comparables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII.

VOITURES ET WAGONS (VOIE ÉTROITE).

Le matériel roulant afférent à la voie étroite comportait, dans l'Exposition de la classe 61, du MATÉRIEL À VOYAGEURS et du MATÉRIEL À MARCHANDISES.

I

MATÉRIEL À VOYAGEURS.

Le matériel à voyageurs des lignes à voie étroite, présenté à la classe 61, comprenait des *voitures de première classe* et des *voitures-salons*, des *voitures de deuxième classe*, des *voitures mixtes de première et de deuxième classe*, des *voitures de première, deuxième et troisième classe*, des *voitures de troisième classe*, des *voitures de service*. Ces véhicules sont en majeure partie à intercirculation, en vue de permettre la délivrance des billets en route et le contrôle par les conducteurs; quelques-uns cependant sont à compartiments séparés. Ils sont en trop faible nombre dans chaque catégorie pour qu'on puisse adopter une classification technique; aussi les a-t-on présentés ci-après dans l'exposition de chaque État, suivant l'ordre indiqué ci-dessus :

Exposition de la Belgique.

1° *Voiture de première classe*, exposée par l'USINE RAGHENO, à Malines. — Cette voiture, destinée à la Société nationale des chemins de fer vicinaux belges, comprend deux compartiments de première classe, l'un à 6 et l'autre à 14 places, et, à chaque extrémité, une plate-forme couverte à 5 places. Cette plate-forme est munie d'un garde-corps métallique, avec portillon et marchepieds de chaque côté, et d'une passerelle de communication en bout.

Le châssis, en fer, repose sur deux essieux espacés de 1 m. 80 avec brancards à section en U. La voiture est munie d'un tamponnement central avec attelage à deux tendeurs et d'un frein à vis à quatre sabots.

La charpente de la caisse est en bois de teck; l'aménagement du compartiment à 6 places comprend deux rangées de banquettes transversales disposées de chaque côté d'un passage. Ces banquettes sont d'un côté à deux places, de l'autre à une place; l'aménagement du second compartiment comprend, d'un côté, une banquette longitudinale sur le côté de la caisse et, de l'autre côté, des banquettes transversales à deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

places. Les sièges et les dossiers sont rembourrés en crin et recouverts de velours-peluche rouge; les panneaux intérieurs sont en pitch-pin verni.

2° *Voiture de deuxième classe,* exposée par la Société nationale des chemins de fer vicinaux (constructeur : Société internationale de Braine-le-Comte). — Cette voiture, à couloir central et plate-forme aux extrémités, offre 24 places disposées en banquettes transversales de deux places chacune, situées de chaque côté du couloir central.

Le châssis métallique repose sur deux essieux espacés de 1 m. 80. La voiture a une longueur totale de 7 m. 28; elle est munie d'un frein à vis.

L'intérieur n'a reçu aucune garniture. La boiserie, entièrement apparente, est en bois de teck et de pitch-pin poli et verni; les fenêtres sont pourvues de rideaux. La charpente de la caisse est en teck et en chêne; les panneaux sont garnis de tôle.

3° *Voiture mixte de première et deuxième classe,* exposée par la même Société (Chemins de fer vicinaux). [Constructeur : Société anonyme de construction de Malines.] — Cette voiture est semblable à la précédente en ce qui concerne le châssis.

La disposition des banquettes est la même que celle de la voiture mixte à bogies mentionnée ci-après. Nombre de places : 22 assises et 9 debout sur les plates-formes.

Cette voiture est munie d'un frein à vis.

4° *Voiture mixte de première et deuxième classe avec compartiment à bagages,* exposée par la même Société (Chemins de fer vicinaux). [Constructeur : Société anonyme « La Métallurgique ».] — Cette voiture comprend, à l'une de ses extrémités, un compartiment à bagages suivi d'un couloir transversal avec marchepieds d'accès de chaque côté; à la suite viennent un compartiment de deuxième classe à 24 places, puis un compartiment de première classe à 14 places, enfin une plate-forme couverte avec portillon et marchepieds de chaque côté.

Le châssis en fer, avec longerons consolidés par des tirants, repose sur deux bogies à quatre roues. La voiture est pourvue d'un attelage central et d'un frein à déclenchement, système Bricogne.

La charpente de la caisse est en bois de teck; les panneaux intérieurs et le pavillon sont en pitch-pin; le revêtement extérieur de la caisse est en tôle.

Le compartiment de première classe comporte, d'un côté, une banquette longitudinale à 6 places, et de l'autre 4 banquettes transversales à 2 places chacune; le compartiment de deuxième classe comporte deux rangées de banquettes transversales disposées de chaque côté d'un passage ménagé vers le milieu de la caisse. Les sièges et les dossiers du compartiment de première classe sont garnis en velours rouge; les banquettes du compartiment de deuxième classe sont formées de lattes en bois placées à claire-voie. Les cloisons de séparation des compartiments et la cloison de bout du compartiment de première classe sont munies de portes de communication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la France.

5° *Voiture-salon,* exposée par la Société des chemins de fer du Périgord. — Cette voiture comprend, à chaque extrémité, un salon à 6 places et, au milieu, une terrasse couverte pouvant contenir 20 voyageurs. Chaque compartiment renferme deux banquettes à 2 places et deux fauteuils. Les compartiments communiquent, au moyen de portes, avec la terrasse et avec les passerelles installées à chaque extrémité de la voiture. La terrasse est munie d'un garde-corps métallique avec portillon et marchepieds d'accès.

Le châssis, en fer, repose sur deux essieux espacés de 2 mètres; les brancards et les traverses extrêmes sont à section en U de 0 m. 25 de hauteur. La voiture est munie d'un tamponnement central, d'un attelage à tendeur et chaînes de sûreté, d'un frein à vis à quatre sabots qui peut être actionné aussi par des appareils à air comprimé, système Westinghouse.

Les fauteuils et les banquettes sont garnis en tapisserie dans l'un des compartiments et en cuir frappé dans l'autre.

6° *Voiture de deuxième classe,* exposée par la même Société (Chemins de fer du Périgord). — Cette voiture comprend un compartiment à 18 places et, à chaque extrémité, une plate-forme couverte pouvant contenir 8 voyageurs.

Le châssis, en fer, repose sur deux essieux espacés de 2 mètres; les brancards et les traverses extrêmes sont à section en U de 0 m. 25 de hauteur. La voiture est munie d'un tamponnement central, d'un attelage à tendeur et à chaînes de sûreté, d'un frein à vis à quatre sabots pouvant être actionné par des appareils à air comprimé, système Westinghouse.

Le compartiment renferme deux rangées de banquettes transversales disposées de chaque côté d'un passage réservé pour la circulation; les banquettes sont d'un côté à 2 places, de l'autre à 1 place; deux portes à coulisses donnent accès aux plates-formes munies de passerelles de communication et de marchepieds d'accès. Les banquettes sont en palissandre; le plafond et les panneaux intérieurs sont en pitch-pin.

7° *Voiture-salon-fumoir,* destinée aux Chemins de fer économiques, exposée par les Ateliers de construction du Nord de la France, à Blanc-Misseron (Nord). — Cette voiture se compose de deux caisses de 4 mètres de longueur chacune, reposant sur un châssis unique, séparées par une terrasse, et pourvues de marchepieds de chaque côté, avec passerelles de communication à chaque extrémité. Une des caisses renferme un grand salon à 14 places communiquant par une porte à coulisse avec la terrasse, et par une porte à charnières avec la passerelle; la seconde, un petit salon à 6 places, du côté de la terrasse, et un fumoir à 6 places à l'extrémité. La terrasse peut contenir 14 voyageurs. Le petit salon communique avec la terrasse et le fumoir, et ce dernier avec la passerelle.

Le châssis métallique repose sur deux bogies également métalliques avec brancard

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à section en U. La voiture est munie d'un attelage central et d'un frein à vis à quatre sabots.

Dans le grand salon se trouvent deux banquettes longitudinales sur les côtés, et quatre fauteuils-banquettes dans les angles. Le petit salon et le fumoir contiennent chacun quatre fauteuils-banquettes dans les angles. Les fauteuils des deux salons sont en vieux chêne sculpté, garni en tapisserie; le plafond et les panneaux sont garnis en drap; les baies sont munies de glaces biseautées et de persiennes. Les fauteuils du fumoir sont en vieux chêne sculpté, garni de cuir frappé; le plafond et les panneaux sont en ébénisterie vieux chêne; les baies sont munies de glaces biseautées et de persiennes. Les sièges de la terrasse sont des strapontins fixés au garde-corps métallique.

8° *Voiture mixte (première, deuxième classe et salon) à intercirculation,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma. (Constructeur : Compagnie française de matériel de chemins de fer, à Ivry.) — Cette voiture comprend : à l'une des extrémités, deux compartiments de première classe à 6 places chacun; au milieu, un salon à 12 places; puis, un water-closet et un cabinet de toilette; enfin, à l'autre extrémité, un compartiment de deuxième classe à 8 places; au milieu des cloisons séparatives des compartiments sont ménagées des portes de communication à charnières. Les banquettes, disposées sur les côtés, dans le sens longitudinal, laissent, au milieu du compartiment, un passage libre pour la circulation. La voiture est munie à chaque extrémité d'une plate-forme couverte avec marchepieds de chaque côté et passerelle de communication.

Le châssis monté sur deux bogies est en fer, avec brancards consolidés par des tirants; les bogies sont en fer; ils sont montés chacun sur quatre ressorts longitudinaux à lames. La voiture est munie à chaque extrémité d'un attelage central comprenant un tampon, un crochet de traction avec tendeur et deux chaînes de sûreté.

La caisse est en bois; le revêtement extérieur est composé de frises verticales en teck; le compartiment-salon est garni de fauteuils, de tabourets et d'une table; les compartiments de première classe sont garnis en tissu de crin blanc, le compartiment de deuxième classe est garni en tissu de crin noir; les parois du cabinet de toilette et du water-closet sont recouvertes en toile cirée.

9° *Voiture mixte de première et deuxième classe pour chemins vicinaux,* exposée par la Compagnie des fonderies et forges de l'Horme (Chantiers de la Buire). — Cette voiture comprend un compartiment de première classe à 6 places, un compartiment de deuxième classe à 8 places et, à chaque extrémité, une plate-forme couverte, avec passerelle de communication et marchepieds de chaque côté, pouvant contenir huit voyageurs.

Le châssis, entièrement en fer, repose sur deux essieux espacés de 2 mètres. La voiture est munie d'un tamponnement central, d'un attelage à tendeur et chaînes de sûreté, et d'un frein à vis à quatre sabots.

La charpente de la caisse est en bois de chêne et le revêtement extérieur en frises

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verticales de teck; les cloisons extrêmes et la cloison de séparation des deux compartiments sont munies d'une porte à coulisse. Dans les deux compartiments, les banquettes sont disposées longitudinalement; les sièges du compartiment de première classe sont rembourrés et recouverts en drap bleu; ceux du compartiment de deuxième classe sont en lames de pitch-pin; les parois intérieures des deux compartiments sont en pitch-pin.

10° *Voiture mixte à intercirculation,* exposée par la Société générale des chemins de fer économiques. — Cette voiture comprend un compartiment de première classe à 15 places et un compartiment de deuxième classe à 28 places, séparés par un couloir transversal. A chaque extrémité de la voiture se trouve une terrasse couverte avec passerelle de communication.

Le châssis, monté sur deux bogies, est en fer avec brancards à section en I consolidés par des tirants et assemblés avec les traverses et la croix de Saint-André à section en I au moyen d'équerres et de goussets. Les bogies, en fer, sont montés chacun sur quatre ressorts longitudinaux à lames et sont munis d'un pivot de forme cylindrique s'engageant dans une douille fixée au châssis et évasée pour permettre les oscillations du bogie. La voiture est pourvue d'un tamponnement central agissant sur des ressorts en spirale, d'un appareil de traction continue placé au-dessous du tampon; d'un frein système Stilmant, agissant sur les huit roues, commandé de l'une des terrasses.

Dans les compartiments, les banquettes sont disposées en rangées transversales de chaque côté d'un passage ménagé vers le milieu de la caisse. Dans le compartiment de première classe, les banquettes sont, d'un côté, à deux places, et, de l'autre, à une place; dans le compartiment de deuxième classe, elles sont de chaque côté à deux places. Les dossiers et les coussins sont en tissu de crin. Le revêtement extérieur de la caisse est composé de frises verticales en teck. Les appareils d'éclairage sont du système Shallis et Thomas.

11° *Voiture mixte de première et deuxième classe à intercirculation,* exposée par la Compagnie des chemins de fer du Sud de la France (constructeur : Compagnie des fonderies et forges de l'Horme [Chantiers de la Buire]). — Cette voiture comprend, à l'une de ses extrémités, deux compartiments de première classe (l'un à 6 places, l'autre à 9 places), et, à l'autre extrémité, un compartiment de deuxième classe à 31 places; ces compartiments sont séparés par des cloisons avec porte de communication à charnière. A chaque extrémité se trouve une terrasse couverte donnant accès par une porte à charnière dans l'intérieur de la voiture.

Le châssis, monté sur deux bogies articulés, est entièrement en fer avec brancards à section en I de 0 m. 20 de hauteur, consolidés par des tirants; les bogies, également en fer, sont montés sur quatre ressorts longitudinaux à lames. La voiture est munie d'un tamponnement central, d'un attelage au moyen de deux tendeurs et d'un frein à vis combiné avec le frein à vide système Soulerin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les banquettes sont disposées transversalement en deux rangées de chaque côté d'un passage ménagé vers le milieu de la caisse. Dans les compartiments de première classe, les banquettes sont à 2 places d'un côté et à 1 place de l'autre; dans le compartiment de deuxième classe, elles sont à 2 places de chaque côté, sauf près des portes de communication où l'une des banquettes a été supprimée pour permettre le développement de la porte. Les banquettes des compartiments de première classe sont garnies en tissu de crin; celles du compartiment de deuxième classe sont formées de lames en bois de teck; le revêtement extérieur est formé de frises verticales en teck, l'éclairage est fourni par des lampes système Shallis et Thomas.

12° *Voiture mixte à trois classes,* pour les lignes du Cambrésis, exposée par M. E. Chevalier, constructeur, à Paris. — Cette voiture comprend un compartiment de première classe à 8 places, compris entre un compartiment de deuxième classe et un compartiment de troisième classe à 10 places chacun.

Le châssis, monté sur deux essieux espacés de 2 m. 20, est entièrement métallique; il est pourvu d'un attelage à balancier, système Chevalier et Rey, et d'un frein à vide à quatre sabots agissant sur l'un des essieux.

La charpente de la caisse est en bois de teck; les panneaux extérieurs sont en tôle. Le compartiment de première classe est garni en drap gris, et le compartiment de deuxième classe en drap gros vert; dans le compartiment de troisième classe, les sièges sont cintrés et les dossiers inclinés. Les baies des compartiments de première et de deuxième classe sont munies de stores et de rideaux; les glaces des baies de côté du compartiment de troisième classe sont fixes.

13° *Voiture mixte à trois classes, avec compartiment pour les bagages,* exposée par la Société générale des chemins de fer économiques. — Cette voiture se compose de deux caisses séparées par un couloir transversal couvert; l'une des caisses comprend, à l'extrémité, un compartiment-coupé de première classe à 4 places, et, du côté du couloir, un compartiment de deuxième classe à 7 places; la seconde caisse comprend, de ce même côté, un compartiment de troisième classe à 24 places et, à l'extrémité, un compartiment pour les bagages avec niche à chiens de chaque côté. A chaque extrémité de la voiture se trouve une plate-forme couverte avec marchepieds de chaque côté et passerelle de communication; le couloir transversal est pourvu de marchepieds à chaque extrémité. Tous les compartiments communiquent entre eux; les compartiments extrêmes communiquent avec les plates-formes par des portes à charnières, les compartiments centraux communiquent de même, par des portes, avec le couloir transversal.

Cette voiture est identique, pour ce qui concerne la construction, avec la voiture mixte de première et deuxième classe, exposée également par la Société générale des chemins de fer économiques et mentionnée plus haut (page 311); le châssis, les trucks, le revêtement extérieur de la caisse et les dispositions spéciales de ces voitures concernant l'éclairage, les attelages, le frein, la suspension, etc., sont semblables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le compartiment de première classe comporte un siège transversal à 2 places adossé à la cloison du compartiment de deuxième classe et un siège longitudinal à 2 places. Le compartiment de deuxième classe comporte, d'un côté, deux banquettes transversales à 2 places adossées aux cloisons de séparation et, de l'autre côté, une banquette longitudinale à 3 places. Dans le compartiment de troisième classe, les banquettes sont disposées transversalement de chaque côté d'un passage de 0 m. 40 de largeur environ, ménagé vers le milieu de la caisse. Le compartiment à bagages est muni, sur chaque face extérieure, d'une porte à deux vantaux à charnières. Les sièges et les dossiers des compartiments de première et de deuxième classe sont garnis en tissu de crin blanc; les sièges et les dossiers du compartiment de troisième classe sont en teck verni.

14° *Voiture de troisième classe à 56 places,* exposée par la MÊME SOCIÉTÉ (CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES). — Cette voiture est munie à chaque extrémité d'une plate-forme couverte avec marchepieds de chaque côté et passerelles de communication; à l'intérieur du compartiment, les banquettes, à 2 places chacune, sont disposées transversalement de chaque côté d'un passage de 0 m. 40 de largeur ménagé au milieu de la voiture. Une porte à charnières installée dans chaque cloison de bout donne accès à la terrasse.

Cette voiture est identique, pour ce qui concerne la construction, avec les voitures mixtes exposées également par la Société générale des chemins de fer économiques et dont il est fait mention plus haut (pages 312 et 313). Le châssis, les trucks, le revêtement extérieur de la caisse et les dispositions spéciales de ces voitures concernant l'éclairage, les attelages, le frein, la suspension, etc., sont semblables. Les sièges et les dossiers des banquettes sont en teck verni.

15° *Voiture de service à intercirculation* pour la Société générale des chemins de fer économiques, exposée par MM. DESOUCHES, DAVID et Cie, constructeurs, à Pantin (Seine). — Cette voiture comprend deux compartiments-salons séparés par un cabinet de toilette et un water-closet. Le cabinet de toilette et le water-closet sont situés de chaque côté du couloir qui fait communiquer les deux compartiments-salons; à chaque extrémité de la voiture se trouve une terrasse couverte.

Cette voiture est identique, pour ce qui concerne la construction, avec la voiture mixte (première et deuxième classe) exposée par la Société des chemins de fer économiques, et dont il a été fait mention plus haut (page 312). Mêmes dispositions pour le châssis, les trucks, les attelages, etc.

Le revêtement extérieur de la caisse est composé de frises verticales en teck. Chaque compartiment est pourvu, de chaque côté, de deux banquettes à 3 places chacune (soit 12 places par compartiment) disposées dans le sens longitudinal et laissant entre elles et au milieu de la voiture un passage libre pour la circulation et pour l'installation d'une table et de sièges mobiles; une grande baie, à glace fixe, est disposée, de chaque côté, au milieu du salon entre les deux banquettes. La terrasse est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourvue de deux strapontins cannés. Les coussins et les dossiers des banquettes des salons sont garnis en tissu de crin blanc; l'éclairage est fourni par des lampes système Shallis et Thomas.

16° *Voitures* employées par la Société Decauville aîné, *pour le service des trains sur le chemin de fer de l'Exposition*, à voie de 0 m. 60 de largeur. Ce matériel, qui a été considéré comme *exposé*, comprenait des *voitures de première classe* et de grandes *voitures de deuxième classe*, montées sur des bogies et ouvertes sur les côtés.

La *voiture de première classe*, montée sur deux essieux espacés de 1 m. 40, comprend un compartiment renfermant deux banquettes latérales à 5 places chacune, soit dix voyageurs assis par compartiments. Le pavillon est surmonté d'un lanterneau à jalousies pour la ventilation. A chaque extrémité se trouve une plate-forme d'accès dans le compartiment. Cette voiture est munie d'un frein à main agissant sur les quatre roues.

La *voiture de deuxième classe* a 9 m. 05 de longueur hors tampons; elle est portée sur deux bogies en fer espacés de 6 m. 90 d'axe en axe, à roues en fer écartées de 1 mètre. Le châssis qui supporte la caisse est formé de deux poutres latérales en treillis de 0 m. 30 de hauteur, espacées de 1 m. 70; des cornières forment les membrures supérieures et inférieures de ces poutres, et d'autres cornières relient ces deux poutres dans toute leur longueur, de manière à assurer la rigidité de ce châssis. Chaque véhicule est muni d'un attelage central, de chaînes de sûreté et d'un frein permettant d'enrayer les quatre roues. La caisse, de 8 m. 10 de longueur sur 1 m. 70 de largeur, est divisée en sept compartiments de 1 m. 30 de largeur (sauf les deux derniers qui n'ont que 1 mètre), ouverts sur les côtés et pouvant être fermés au moyen de rideaux. Les banquettes sont disposées transversalement dos à dos, chacune des banquettes pouvant donner place à quatre voyageurs, soit 48 places assises au total. La caisse est recouverte d'une toiture située à 1 m. 80 au-dessus du plancher.

II

MATERIEL À MARCHANDISES.

Le matériel à marchandises de la voie étroite est indiqué ci-après dans chaque nationalité d'exposants. On y a annexé les fourgons pour bagages.

Exposition de la Belgique.

1° *Wagon plat*, exposé par la Société nationale des chemins de fer vicinaux (constructeurs, MM. Noulet et Cie, à Bracquegnies). — Ce wagon a été étudié en vue de permettre, en dehors des transports ordinaires, le transport des perches, des voitures, etc. Pour le transport des perches, il a été muni de chevalets mobiles avec ridelles, et, pour le transport des voitures, de deux appareils d'arrimage fixés aux longs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

côtés et comportant des sabots à vis pour le calage des roues des véhicules à transporter. Le châssis de ce véhicule est semblable à celui des voitures de la même Société mentionné plus haut.

2° *Wagon culbuteur,* exposé par M. Brouhon. — A la caisse en tôle sont fixés, par leur grande base, quatre trapèzes reposant par leur petite base sur la moitié environ de la largeur du châssis. La caisse se trouve donc d'un côté en porte-à-faux par rapport à la moitié du châssis; elle est d'ailleurs fixée à ce dernier, du côté opposé, au moyen de tiges spéciales. En détachant ces tiges, le mouvement de bascule se produit soit de lui-même, soit en soulevant légèrement la caisse à bras. Du côté où le déversement a lieu, la paroi est mobile et s'ouvre ou se ferme automatiquement au moyen d'un système de leviers articulés reliés d'une part au châssis, d'autre part à la caisse.

3° *Matériel de chemins de fer portatifs,* exposé par MM. L. de Groulart frères, constructeurs, à Angleur-Liège (Belgique). — Ce matériel comprend des véhicules de construction légère, montés sur deux essieux ou sur deux trucks à deux essieux, tels que wagons basculants, wagons corbeilles, wagons plates-formes, wagons tombereaux, etc., pour des chemins de fer à voie étroite et pour des établissements industriels, des exploitations agricoles, des entreprises de terrassement, etc.

4° *Matériel de chemins de fer pour voie portative,* exposé par M. A. Legrand, constructeur, à Mons (Belgique). — Ce matériel, de construction légère, comprend divers wagons à marchandises pour lignes secondaires ou pour exploitations agricoles, entreprises de travaux de terrassement, etc.

Exposition de la France.

5° *Fourgon à bagages,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma. (constructeur, Compagnie française de matériel de chemins de fer, à Ivry). — Ce véhicule, monté sur deux essieux, est muni, à chaque extrémité, d'une plate-forme couverte avec marchepieds de chaque côté et passerelle de communication au milieu. L'aménagement intérieur comprend un siège pour le conducteur avec casiers, coffre et lanterneau, un compartiment pour la poste et un water-closet; les faces sont munies d'une porte roulante; des portes à charnières installées dans les cloisons de bout donnent accès aux plates-formes. Ce fourgon est pourvu d'un tamponnement central, d'un attelage central identique avec celui de la voiture mixte mentionnée page 311, et d'un frein à vis à quatre sabots.

6° *Wagon couvert,* exposé par les Ateliers du Nord de la France, à Blanc-Misseron (Nord). — Ce wagon est destiné aux chemins de fer du Périgord.

Le châssis, entièrement en fer, est monté sur deux essieux; il se compose de brancards à section en U de 0 m. 25 de hauteur, assemblés au moyen d'équerres et de goussets en tôle avec deux traverses extrêmes à section en U de 0 m. 25 de hauteur, quatre traverses intermédiaires à section en U de 0 m. 14 de hauteur et deux lon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grines à section en U de 0 m. 60 de hauteur. Le wagon est muni d'un attelage central et d'un frein à vis à quatre sabots dont la commande, au moyen d'engrenages coniques, est fixée à l'un des bouts du véhicule.

La caisse a sa charpente en fer; les panneaux sont composés de frises en bois disposées horizontalement; les faces sont munies d'une porte roulante et les bouts d'une porte à charnières; des volets à coulisse sont installés sur les côtés, à la partie supérieure des panneaux extrêmes; une passerelle de communication et des palettes de marchepieds en fer sont fixées sur les bouts.

7° *Wagon tombereau,* exposé par la Société générale des chemins de fer économiques (lignes de l'Allier). — Ce wagon, entièrement en fer, est monté sur deux essieux espacés de 2 m. 60 et comprend deux caisses ayant chacune en longueur la moitié de la longueur du châssis.

Les côtés de chaque caisse sont formés par une porte en tôle et cornière oscillant autour d'un axe horizontal placé à sa partie supérieure et maintenue dans le bas, de chaque côté, par une fermeture automatique à crochet. Le fond est en tôle. Les caisses oscillent autour d'un axe horizontal supporté par une ferrure en forme de console fixée sur la face extérieure du brancard de châssis; des chaînes fixées, par l'une de leurs extrémités, à la partie inférieure de la caisse, et, par l'autre extrémité, au brancard de châssis, limitent le mouvement de bascule de la caisse.

8° *Wagon tombereau,* exposé par la Société des chemins de fer du Périgord. — Ce wagon est monté sur deux essieux espacés de 1 m. 80. Le châssis est en fer; les brancards à section en U ont 0 m. 25 de hauteur et sont assemblés avec les traverses extrêmes et avec les traverses intermédiaires à section en U au moyen d'équerres et de goussets en tôle; deux longrines à section en U, assemblées avec les traverses, maintiennent la rigidité du châssis. Le wagon est muni d'un tamponnement central, d'un attelage par deux tendeurs et d'un frein à vis à quatre sabots dont la commande, au moyen d'engrenages coniques, est fixée à l'un des bouts du véhicule.

La caisse est munie de chaque côté, au milieu de la longueur, d'une porte à deux battants en fer et bois. La charpente de la caisse est en fer; les pieds des faces et les pieds de bout sont en cornière; les pieds d'angle sont en tôle coudée. Les panneaux sont en frises de bois horizontales; un faîtage en bois réunit les deux bouts du wagon.

9° *Wagon tombereau,* exposé par la Compagnie des fonderies et forges de l'Horme (Chantiers de la Buire). — Ce wagon, destiné à la Compagnie des Chemins de fer du Sud de la France, est monté sur deux essieux espacés de 2 m. 60. Le châssis est en fer; les brancards et les traverses de tête sont à section en U de 0 m. 20 de hauteur. Ce wagon est muni d'un tamponnement central, d'un attelage au moyen de deux tendeurs et d'un frein à levier.

La charpente de la caisse est en fer; les pieds de face et les pieds de bout sont à section en T; les pieds d'angle sont constitués par la réunion d'une cornière et d'un fer à T. La caisse, à bords de 1 mètre de hauteur, est munie sur chaque face d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porte à deux battants; les panneaux sont en frises de sapin horizontales; le plancher est en chêne.

10° *Wagon plat,* exposé par la Société des chemins de fer du Périgord. — Ce wagon est monté sur deux essieux espacés de 1 m. 80. Le châssis est en fer; les brancards à section en U ont 0 m. 25 de hauteur et sont assemblés avec les traverses extrêmes et les traverses intermédiaires à section en U au moyen d'équerres et de goussets en tôle; deux longrines à section en U, assemblées avec les traverses, maintiennent la rigidité du châssis. Ce wagon est muni d'un tamponnement central, d'un attelage au moyen de deux tendeurs et d'un frein à vis à quatre sabots dont la commande est située à l'un des bouts du véhicule.

Les côtés sont maintenus par des ranchers en bois fixés dans des consoles en fer rivées sur les brancards de châssis; les bouts sont tombants extérieurement.

11° *Wagon plat,* exposé par la Compagnie des fonderies et forges de l'Horme (Chantiers de la Buire). — Ce wagon, construit pour la Compagnie des Chemins de fer du Sud de la France, est monté sur deux essieux espacés de 2 m. 60. Le châssis est en fer; les brancards et les traverses de tête sont à section en U de 0 m. 20 de hauteur. Ce wagon est muni d'un tamponnement central, d'un attelage au moyen de deux tendeurs et d'un frein à levier.

Les bouts de la caisse sont fixes et les côtés sont tombants; les pieds de bout sont en fer à T; les côtés et les bouts sont en peuplier; le plancher est en chêne.

Indépendamment des véhicules dont il est question ci-dessus, il existait, tant à la classe 61 que dans d'autres sections (étrangères ou françaises) de l'Exposition, des dessins et photographies de matériel roulant de chemins de fer à voie étroite, et notamment à la classe 41 (produits des mines et métaux), des spécimens de pièces détachées employées dans la construction de ce matériel (essieux, roues, bandages, ferrures diverses, etc.). Nous nous bornerons à mentionner ici ces différents objets, sans entrer dans des descriptions détaillées; plusieurs d'entre eux trouveront vraisemblablement place dans d'autres rapports.

III

RÉSUMÉ. VOITURES ET WAGONS (VOIE ÉTROITE).

Une partie des considérations générales formulées au sujet du matériel roulant des lignes à voie normale s'applique au matériel roulant de la voie étroite figurant à la classe 61.

D'autre part, le matériel roulant des lignes à voie étroite exposé (voitures et wagons) présente, en général, des dispositions compatibles avec la circulation dans les courbes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de faible rayon : à cet effet, les véhicules sont montés soit sur deux essieux très rapprochés, constituant une très courte base d'appui, soit sur des essieux munis de dispositifs facilitant le passage en courbe, soit sur des bogies lorsque le véhicule est de grande longueur.

En ce qui concerne spécialement les voitures à voyageurs de la voie étroite, on remarque fréquemment dans les véhicules exposés l'emploi de la disposition avec couloirs, en raison des conditions utiles pour l'exploitation économique sur des lignes souvent peu fréquentées : délivrance de billets en route par les conducteurs, contrôle en cours de route, etc.

Enfin, ce matériel est généralement léger, sans dispositifs de luxe, et tout y est, autant que possible, combiné de manière à permettre d'assurer, avec des vitesses modérées, un entretien suffisant dans des conditions économiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IX. — I. *Matériel à voyageurs (voie étroite).* [*Voir suite page 322.*]

Pays de provenance	Belgique.	Belgique.	Belgique.		France.		France.	France.	France.	
Exposant	Usine Raghenc, à Malines.	Société nationale des Chemins de fer vicinaux.	Société nationale des Chemins de fer vicinaux.		Société des Chemins de fer du Périgord.		Ateliers du Nord de la France à Blanc-Misseron.	Bône-Guelma.	Chantiers de la Buire.	
Constructeur		Société de construction de Braine-le-Comte.	Société de construction de Malines.	La Métallurgique.	Ateliers du Nord de la France, à Blanc-Misseron.		C^ie^ française de matériel de Chemins de fer.			
Réseau auquel la voiture est affectée	Chemins de fer vicinaux.	Chemins de fer vicinaux.	Chemins de fer vicinaux.		Chemins de fer du Périgord.		Chemins de fer économiques du Nord.	Tébessa à Souk-Abras.	Chemins de fer du Sud de la France.	
Largeur de la voie (mètres)	1,000	1,000	1,000		1,000		1,000	1,000	1,000	
Renvoi à la page du rapport	(Page 308.)	(Page 309.)	(Page 309.)	(Page 309.)	(Page 310.)	(Page 310.)	(Page 310.)	(Page 311.)	(Page 311.)	
CHÂSSIS.	1^re^ classe.	2^e^ classe.	1^re^ et 2^e^ classe.	1^re^ et 2^e^ classe, bagages.	Voiture-salon.	2^e^ classe.	Salon-fumoir.	1^re^ et 2^e^ classe et salon.	1^re^ et 2^e^ classe.	
Type (bois, fer ou mixte)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	
Longueur : entre les extrémités des tampons (mètres)	7,280	7,280	7,280	11,940	7,340	7,340	11,334	11,100	6,800	
Longueur : entre les faces extérieures des traverses extrêmes (mètres)	6,340	6,340	6,340	11,000	6,400	6,400	10,400	10,300	6,000	
Profil : des brancards	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en I.	Fers en U.	
Profil : des traverses extrêmes	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	"	Fers en U.	Fers en U.	1 fer plat et 2 cornières.	Fers en U.	Fers en U.	
ESSIEUX ET ROUES.										
Nombre d'essieux	2	2	2	4 (2 bogies).	2	2	4 (2 bogies).	4 (2 bogies).	2	
Écartement d'axe en axe des essieux extrêmes (mètres)	1,600	1,800	1,800	8,500 + 1,100 = 9,600	2,000	2,000	7,900 + 1,100 = 9,000	7,900	2,000	
Fusées : Diamètre des fusées (mètres)	0,080	0,080	0,080	0,065	0,080	0,080	0,070	0,075	0,065	
Fusées : Longueur des fusées (mètres)	0,150	0,150	0,150	0,120	0,150	0,150	0,120	0,140	0,120	
Corps de l'essieu. Diamètre : au milieu de l'essieu (mètres)	0,110	0,110	0,110	0,950	0,110	0,110	0,100	0,100	0,085	
Corps de l'essieu. Diamètre : près de la portée de calage (mètres)	0,110	0,110	0,110	0,950	0,110	0,110	"	0,100	0,090	
Corps de l'essieu. Diamètre : à la portée de calage (mètres)	0,105	0,105	0,105	0,900	0,105	0,105	0,095	0,100	0,085	
Corps de l'essieu. Nature du métal	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	"	
Roues : Type (en fer, fonte ou mixte, etc.)	Fer forgé.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	
Roues : Diamètre au contact des rails (mètres)	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,700	0,650	
Roues : Nature du métal des bandages (fer ou acier)	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	
Poids d'un essieu monté (kilogrammes)	385	340	398	330	"	"	"	397	311	
RESSORTS DE SUSPENSION.							Ordinaires. | Caisse.			
Nombre de feuilles	8	8	8	6	8	8	5 | 7	6	7	
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,010	0,075 × 0,011	0,075 × 0,011	0,075 × 0,012	0,075 × 0,010	0,075 × 0,010	"	0,075 × 0,010	0,075 × 0,010	
Longueur de la maîtresse feuille d'axe en axe des points de suspension (mètres)	1,200	1,214	1,214	0,800	1,200	1,200	0,800 | 0,800	1,215	1,100	
Flexibilité par 1,000 kilogrammes (mètres)	"	0,0375	0,0375	0,021	0,045	0,045	0,017 | 0,0125	0,062	0,042	

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IX (Suite). — I. *Matériel à voyageurs (voie étroite).* [Suite.] (*Voir la suite au tableau IX* bis.)

Pays de provenance	Belgique.	Belgique.	Belgique.		France.		France.	France.	France.
Exposant	Usine Ragheno, à Malines.	Société nationale des Chemins de fer vicinaux.	Société nationale des Chemins de fer vicinaux.		Société des Chemins de fer du Périgord.		Ateliers du Nord de la France, à Blanc-Misseron.	Bône-Guelma.	Chantiers de la Buire.
Constructeur		Société de construction de Braine-le-Comte.	Société de construction de Malines.	La Métallurgique.	Ateliers du Nord de la France, à Blanc-Misseron.		Chemins de fer économiques du Nord.	Cie française de matériel de Chemins de fer.	
Réseau auquel la voiture est affectée	Chemins de fer vicinaux.	Chemins de fer vicinaux.	Chemins de fer vicinaux.		Chemins de fer du Périgord.			Tébessa à Souk-Ahras.	Chemins de fer du Sud de la France.
Largeur de la voie (mètres)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000	1,000	1,000
Renvoi à la page du rapport	(Page 308.)	(Page 309.)	(Page 309.)	(Page 309.)	(Page 310.)	(Page 310.)	(Page 310.)	(Page 311.)	(Page 311.)
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.	1re classe.	2e classe.	1re et 2e classe.	1re et 2e classe, bagages.	Voiture-salon-fumoir.	2e classe.	Salon-fumoir.	1re et 2e classe et salon.	1re et 2e classe.
Ressorts de choc. Type	Volute.	Spirale.	Spirale.	Volute.	Volute.	Volute.	Volute.	Spirale.	Spirale.
Nombre de feuilles	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	"	"	"	"	"	"	1,458	"	"
Flexibilité par 1.000 kilogrammes	"	0,028	"	0,029	0,025	0,025	0,025	0,030	0,021
Ressorts de traction. Type	Volute.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Volute.	Volute.	Volute.	Spirale.	Spirale.
Nombre de feuilles	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	"	0,028	"	0,029	0,078	0,078	0,078	0,030	0,021
CAISSE.									
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	4,800	4,400	4,800	930	4,400	4,400	10,400	9,100	4,000
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,329	2,320	2,320	2,320	2,200	2,200	2,160	2,550	2,000
Largeur maximum intérieure d'un compartiment [1] (mètres)	2,179	1,400	2,170	2,170	2,040	2,040	3,860 / 2 × 1,895	1,575 | 2,854 | 1,714	1,885
Longueur maximum intérieure d'un compartiment (mètres)	1,510 | 3,080	2,180	1,500 | 3,080	3,960	1,960	1,400	1,970	2,410	1,720
Hauteur intérieure de la caisse [2] (mètres)	2,085	2,078	2,230	2,080	2,070	2,070	2,070	2,043	2,185
Nombre total des places	27	24	34	50	32	34	40	32	30
POIDS.									
Poids à vide (kilogrammes)	4.750	4.485	3.600	8.400	4.800	4.450	9.000	9.370	3.300
Maximum du chargement (1 voyageur étant compté pour 75 kilogrammes)	2.025	1.800	2.550	3.750	2.400	2.550	3.000	2.400	2.250
Poids mort de la voiture par voyageur (kilogrammes)	175	187	106	243	150	131	225	292	110
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)	3.387	1.900	2.677	3.037	3.600	3.500	3.000	2.942	2.775

[1] Cette largeur est mesurée entre les parois séparatives parallèlement à l'axe de la voiture.

[2] Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond au milieu de la largeur de la caisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IX *bis*. — I. *Matériel à voyageurs (voie étroite)*. [Suite.] (*Voir suite page 326.*)

Pays de provenance	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	
Exposant	Société générale des Chemins de fer économiques.	Cie des Chemins de fer du Sud de la France.	E. Chevalier.	Société générale des Chemins de fer économiques.	Société générale des Chemins de fer économiques.	Desouches, David et Cie.	Decauville aîné.	
Constructeur	Desouches, David et Cie.	Chantiers de la Buire.		Desouches, David et Cie.	Desouches, David et Cie.			
Réseau auquel la voiture est affectée	Somme.	Sud de la France.	Lignes du Cambrésis.	Somme.	Somme.	Allier.	Chemin de fer de l'Exposition.	
Largeur de la voie (mètres)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,600	0,600	
Renvoi à la page du rapport	(Page 312.)	(Page 312.)	(Page 313.)	(Page 313.)	(Page 314.)	(Page 314.)	(Page 315.)	
	1re et 2e classe.	1re et 2e classe.	1re, 2e et 3e classe.	1re, 2e et 3e cl. et bagages.	3e classe.	Voiture de service.	1re classe.	2e classe.
CHÂSSIS.								
Type (bois, fer ou mixte)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Bois.	Fer.
Longueur entre les extrémités des tampons (mètres)	12,120	12,300	5,900	12,320	12,120	12,320	4,900	9,250
Longueur entre les faces extérieures des traverses extrêmes (mètres)	11,100	11,300	5,000	11,300	11,100	11,300	4,500	8,750
Profil des brancards	Fers en I.	Fers en I.	Fers en U.	Fers en I.	Fers en I.	Fers en I.	Carré.	Cornières avec treillis.
Profil des traverses extrêmes	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Carré.	Cornières.
ESSIEUX ET ROUES.								
Nombre d'essieux	4 (2 bogies).	4 (2 bogies).	2	4 (2 bogies).	4 (2 bogies).	4 (2 bogies.)	2	4
Écartement d'axe en axe des essieux extrêmes (mètres)	6,000 + 1,400 = 7,400	6,000 + 1,400 = 7,400	2,200	6,200 + 1,400 = 7,600	6,000 + 1,400 = 7,400	6,200 + 1,400 = 7,600	1,200	6,600 + 1 = 7,600
Fusées. Diamètre des fusées (mètres)	0,080	0,080	0,075	0,080	0,080	0,080	0,045	0,055
Fusées. Longueur des fusées (mètres)	0,150	0,130	0,155	0,150	0,150	0,150	0,090	0,110
Corps de l'essieu. Diamètre au milieu de l'essieu (mètres)	0,110	0,100	0,100	0,110	0,110	0,110	0,060	0,070
Corps de l'essieu. Diamètre près de la portée de calage (mètres)	0,115	0,115	0,108	0,115	0,115	0,115	"	"
Corps de l'essieu. Diamètre à la portée de calage (mètres)	0,110	0,105	0,108	0,110	0,110	0,110	"	"
Corps de l'essieu. Nature du métal	Acier.	"	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Roues. Type (en fer, fonte ou mixte, etc.)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Acier.	Acier.
Roues. Diamètre au contact des rails (mètres)	0,700	0,650	0,730	0,700	0,700	0,700	0,400	0,450
Roues. Nature du métal des bandages (fer ou acier)	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Poids d'un essieu monté (kilogrammes)	460	442	420	460	460	460	90	110
RESSORTS DE SUSPENSION.								
Nombre de feuilles	"	7	7	6	6	6	7	7
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	Épaisseur, 0,011.	75 × 11	0,075 × 0,010	Épaisseur, 0,011.	Épaisseur, 0,011.	Épaisseur, 0,011.	0,0050 × 0,008	0,050 × 0,008
Longueur de la maîtresse feuille d'axe en axe des points de suspension (mètres)	1,213	1,2121	1,360	1,213	1,213	1,213	0,480	0,480
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,0558	0,0393	0,015	0,0558	0,0558	0,0558	0,050	0,050

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IX *bis* (Suite). — I. *Matériel à voyageurs (voie étroite)*. [Suite.]

Pays de provenance	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	
Exposant	Société générale des Chemins de fer économiques.	Cie des Chemins de fer du Sud de la France.	E. Chevalier.	Société générale des Chemins de fer économiques.	Société générale des Chemins de fer économiques.	Desouches, David et Cie.	Derauville aîné.		
Constructeur	Desouches, David et Cie.	Chantiers de la Buire.		Desouches, David et Cie.	Desouches, David et Cie.				
Réseau auquel la voiture est affectée	Somme.	Sud de la France.	Lignes du Cambrésis.	Somme.	Somme.	Allier.	Chemin de fer de l'Exposition.		
Largeur de la voie (mètres)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,600	0,600		
Renvoi à la page du rapport	(Page 312.)	(Page 312.)	(Page 313.)	(Page 313.)	(Page 314.)	(Page 314.)	(Page 315.)		
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.	1re et 2e classe.	1re et 2e classe.	1re, 2e et 3e classe.	1re, 2e et 3e cl. et bagages.	3e classe.	Voiture de service.	1re classe.	2e classe.	
Ressorts de choc. — Type	Spirale.	Spirale.	A lames.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	
Ressorts de choc. — Nombre de feuilles	//	//	//	//	//	//	//	//	
Ressorts de choc. — Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	//	//	0,075 × 0,012	//	//	//	//	//	
Ressorts de choc. — Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	//	//	1,250	//	//	//	//	//	
Ressorts de choc. — Flexibilité par 1.000 kilogrammes	0,030	//	0,028	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	
Ressorts de traction. — Type	Spirale.	Spirale.	A lames.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	
Ressorts de traction. — Nombre de feuilles	//	//	4	//	//	//	//	//	
Ressorts de traction. — Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	//	//	0,075 × 0,010	//	//	//	//	//	
Ressorts de traction. — Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	//	//	0,650	//	//	//	//	//	
Ressorts de traction. — Flexibilité par 1.000 kilogrammes	0,030	//	0,015	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	
CAISSE.									
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)	10,100	10,300	5,070	10,300	10,100	10,100	2,700	8,700	
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)	2,500	2,500	2,400	2,500	2,500	2,500	1,800	1,700	
Largeur maximum intérieure d'un compartiment [1] (mètres)	1,750 | 1,480	1,600 | 1,450	1,810 | 1,640 | 1,440	1,280 | 1,530 1,420 | 2,170	1,420	2 × 4,250 | 0,999	1,800	1,300	
Longueur maximum intérieure d'un compartiment (mètres)	1,420	2,350	2,260	2,350	2,350	2,350	2,500	1,700	
Hauteur intérieure de la caisse [2] (mètres)	1,942	1,955	1,892	1,942	1,942	2,042	2,200	2,100	
Nombre total des places	43	46	28	35	56	32	26	56	
POIDS.									
Poids à vide (kilogrammes)	9.500	9.250	4.130	10.000	9.500	10.000	1.350	3.200	
Maximum du chargement (1 voyageur étant compté pour 75 kilogrammes)	3.325	3.450	2.100	4.200	4.200	2.400	1.350	4.200	
Poids mort de la voiture par voyageur (kilogrammes)	220	201	147	285	169	312	150	59	
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)	3.181	3.175	3.115	3.425	3.425	2.500	1.350	1.850	

[1] Cette largeur est mesurée entre les parois séparatives parallèlement à l'axe de la voiture.

[2] Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond au milieu de la largeur de la caisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU X. — II. *Matériel à marchandises (voie étroite).* [*Voir suite page 330.*]

Pays de provenance	Belgique.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.
Exposant	Société nationale des Chemins de fer vicinaux.	Bône-Guelma.	Ateliers du Nord de la France, à Blanc Misseron.	Société générale des Chemins de fer économiques.	Société des Chemins de fer du Périgord.	Chantiers de la Buire.	Société des Chemins de fer du Périgord.	Chantiers de la Buire.
Constructeur	Noulet à Bracquegnies.	Compagnie française de matériel de chemins de fer.		Ateliers de Saint-Denis.	Chantiers de la Buire.		Chantiers de la Buire.	
Réseau auquel le véhicule est affecté	Chemins de fer vicinaux.	Tébessa à Souk Ahras.	Chemins de fer du Périgord.	Allier.	Chemins de fer du Périgord.	Chemins de fer du Sud de la France.	Chemins de fer du Périgord.	Chemins de fer du Sud de la France.
Largeur de la voie (mètres)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Renvoi à la page du rapport	(Page 315.)	(Page 316.)	(Page 316.)	(Page 317.)	(Page 317.)	(Page 317.)	(Page 318.)	(Page 318.)
CHÂSSIS.	Wagon plat.	Fourgon.	Wagon couvert.	Wagon-tombereau.	Wagon-tombereau.	Wagon-tombereau.	Wagon plat.	Wagon plat.
Type (bois, fer ou mixte)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.
Longueur entre les extrémités des tampons (mètres)	6,310	7,000	6,440	6,520	6,500	6,500	6,500	6,500
Longueur entre les faces extérieures des traverses extrêmes (mètres)	5,370	6,200	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	
Profil des brancards	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.
Profil des traverses extrêmes	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.	Fers en U.
ESSIEUX ET ROUES.								
Nombre d'essieux	2	2	2	2	2	2	2	2
Écartement d'axe en axe des essieux extrêmes (mètres)	1,800	2,750	2,000	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600
Fusées — Diamètre des fusées (mètres)	0,080	0,075	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Fusées — Longueur des fusées (mètres)	0,150	0,140	0,150	0,150	0,130	0,130	0,130	0,130
Corps de l'essieu — Diamètre au milieu de l'essieu (mètres)	0,110	0,100	0,110	0,110	0,100	0,100	0,100	0,100
Corps de l'essieu — Diamètre près de la porte de calage (mètres)	0,110	0,100	0,100	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115
Corps de l'essieu — Diamètre à la portée de calage (mètres)	0,105	0,100	0,105	0,110	0,105	0,105	0,105	0,105
Corps de l'essieu — Nature du métal	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	//	Fer.	//	Fer.
Roues — Type (en fer, fonte ou mixte, etc.)	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	//	Fer.	//	Fer.
Roues — Diamètre au contact des rails (mètres)	0,600	0,700	0,600	0,700	0,650	0,750	0,650	0,750
Roues — Nature du métal des bandages (fer ou acier)	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
Poids d'un essieu monté (kilogrammes)	400	377	//	460	469	469	469	469
RESSORTS DE SUSPENSION.								
Nombre de feuilles	8	10	8	12	10	10	10	10
Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	0,075 × 0,0112	0,075 × 0,010	0,075 × 0,011	0,075 × 0,010	0,075 × 0,012	0,075 × 0,011	0,075 × 0,012	0,075 × 0,011
Longueur de la maîtresse feuille d'axe en axe des points de suspension (mètres)	0,700	1,330	0,900	0,993	0,990	1,100	0,990	1,100
Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,011	0,053	//	0,016	0,0126	//	0,0126	//

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU X (Suite). — II. *Matériel à marchandises (voie étroite)*. [Suite.]

Pays de provenance		Belgique.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.	France.
Exposant		Société générale des Chemins de fer vicinaux.	Bône-Guelma.	Ateliers du Nord de la France, à Blanc-Misseron.	Société générale des Chemins de fer économiques. Ateliers de Saint-Denis.	Société des Chemins de fer du Périgord. Chantiers de la Buire.	Chantiers de la Buire.	Société des Chemins de fer du Périgord Chantiers de la Buire.	Chantiers de la Buire.		
Constructeur		Noulet à Bracquegnies.	Compagnie française de matériel de chemins de fer.								
Réseau auquel la voiture est affectée		Chemins de fer vicinaux.	Tébessa à Souk-Ahras.	Chemins de fer du Périgord.	Allier.	Chemins de fer du Périgord.	Chemins de fer du Sud de la France.	Chemins de fer du Périgord.	Chemins de fer du Sud de la France.		
Largeur de la voie (mètres)		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
Renvoi à la page du rapport		(Page 315.)	(Page 316.)	(Page 316.)	(Page 317.)	(Page 317.)	(Page 317.)	(Page 318.)	(Page 318.)		
		Wagon plat.	Fourgon.	Wagon couvert.	Wagon-tombereau.	Wagon-tombereau.	Wagon-tombereau.	Wagon plat.	Wagon plat.		
APPAREILS DE CHOC ET DE TRACTION.											
Ressorts de choc.	Type	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.		
	Nombre de feuilles	"	"	"	"	"	"	"	"		
	Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	"	"	"	"	"	"	"	"		
	Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	"	"	"	"	"	"	"	"		
	Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,022	0,030	0,016	0,031	"	"	"	"		
Ressorts de traction.	Type	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.	Spirale.		
	Nombre de feuilles	"	"	"	"	"	"	"	"		
	Largeur et épaisseur des feuilles (mètres)	"	"	"	"	"	"	"	"		
	Longueur de la maîtresse feuille (mètres)	"	"	"	"	"	"	"	"		
	Flexibilité par 1.000 kilogrammes (mètres)	0,022	0,030	0,016	0,031	"	"	"	"		
CAISSE.											
Longueur maximum extérieure de la caisse suivant l'axe horizontal (mètres)		5,370	5,000	5,500	2,620 par caisse.	"	5,500	"	5,500		
Largeur maximum extérieure de la caisse (mètres)		2,320	2,500	2,320	2,320	"	2,220	"	2,080		
Largeur maximum intérieure de la caisse (mètres)		"	"	"	2,200	"	2,140	"	2,000		
Longueur maximum intérieure de la caisse (mètres)		"	"	"	2,500	"	5,440	"	5,420		
Hauteur intérieure de la caisse [1] (mètres)		0,200	2,085	"	0,950	"	0,960	"	0,500		
Nombre total des places		"	"	"	"	"	"	"	"		
POIDS.											
Poids à vide (kilogrammes)		3.800	4.420	5.050	5.900	"	4.630	"	3.540		
Maximum du chargement (tonnes)		10	4	10	10	10	10	10	10		
Poids mort par tonne de chargement (kilogrammes)		380	1.105	505	590	"	463	"	354		
Charge maximum par essieu, y compris le poids de l'essieu (kilogrammes)		"	"	"	7.950	"	"	"	"		

[1] Cette hauteur est mesurée du plancher au plafond au milieu de la largeur de la caisse pour les wagons couverts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TROISIÈME PARTIE.

TRAMWAYS.

CHAPITRE VIII.

VOIE.

L'industrie des tramways est relativement nouvelle; néanmoins, il existe déjà une grande variété de systèmes de voies. Ci-après sont mentionnés quelques-uns des TYPES DE VOIE COURANTE et des APPAREILS DE VOIE pour tramways, exposés à la classe 61, savoir :

I

TYPES DE VOIE COURANTE.

Exposition de la Belgique.

1° *Voies métalliques,* système Demerbe, exposées par les LAMINOIRS, FORGES ET FONDERIES DE JEMMAPES (Demerbe et Cie). — Ces voies sont formées de rails longrines de 10 mètres de longueur à section d'U renversé, avec ou sans ornière à la partie supérieure; les rails pèsent 23 kilogrammes le mètre courant sans ornière, et de 30 à 33 kilogrammes le mètre courant avec ornière; ils sont assemblés par des éclisses épousant la forme des rails auxquels elles sont réunies au moyen de clavettes. La voie est posée directement sur le sol. Les joints sont croisés. L'entretoisement est obtenu par des fers plats espacés de 2 en 2 mètres. Un mètre de voie complète pèse 57 kilogr. 200 avec rails sans ornière, et de 71 kilogr. 600 à 79 kilogr. 200 avec rails à ornière.

Exposition de la France.

2° *Voie* exposée par M. BROCA, composée de rails en fer ou en acier à gorge et à patin de 6 mètres de longueur (pesant de 28 kilogrammes à 44 kilogr. 300 le mètre courant) réunis par des éclisses à 5 boulons, dont un, placé dans le joint, se continue par une entretoise en fer plat s'attachant sur l'âme de l'autre rail. Les joints sont croisés. Les rails forment longrines et sont posés directement sur le sol. Un mètre de voie com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plète pèse de 92 kilogr. 800 à 96 kilogr. 700. Elle peut être posée aussi sur traverses; on emploie exclusivement dans ce cas le rail pesant 28 kilogrammes le mètre courant destiné aux chemins de fer sur routes.

3° *Voie* exposée par M. Humbert, pour tramways et chemins de fer sur routes. — Les rails en acier, à gorge, ont 9 mètres de longueur et pèsent 27 kilogrammes le mètre courant. Ils sont posés dans des coussinets boulonnés sur des traverses métalliques plates avec nervure centrale à la partie supérieure pour la pose sur béton, ou en forme d'auge renversée pour la pose sur sable. Les rails sont fixés dans les coussinets au moyen de deux coins, l'un en bois, l'autre en fer. Les joints sont en porte-à-faux. L'éclissage est fait au moyen d'une seule éclisse passant sous le rail et de boulons, dont 1 placé dans le joint. Un mètre de voie complète, avec traverse de 1 m. 70 de longueur, pèse 79 kilogr. 300.

4° *Voie du système Marsillon*, exposée par la Compagnie générale des omnibus (de Paris). — Le rail et le contre-rail sont deux barres identiques à deux champignons différents, de 8 m. 40 de longueur, pesant chacune 17 kilogr. 400 le mètre courant, réunies et maintenues à l'écartement de l'ornière au moyen de coussinets posés sur traverses en chêne, dans le cas de pavage sur sable; dans le cas de pavage sur béton, les traverses sont supprimées et remplacées par des entretoises. Les coussinets sont espacés de 1 m. 20 (sauf aux joints où leur distance est réduite à 0 m. 60). Pour maintenir l'écartement de l'ornière entre deux coussinets, on place à mi-distance une fourrure en fonte, boulonnée sur les rails. Les joints sont en porte-à-faux et chevauchés de 0 m. 60. Le poids de la partie métallique, pour un mètre courant, est de 94 kilogr. 700.

II

APPAREILS DE VOIE.

Parmi les appareils de voie, on peut citer les suivants :

Exposition de la Belgique.

1° *Changement à deux voies*, à mouvement de rappel automatique, pour voies de tramways posées en pavage, exposé par MM. L. de Groulart frères. — Dans cet appareil, les rails et les lames d'aiguille sont posés sur deux coffres en fonte en forme d'U renversé, avec rebord à la partie supérieure, entretoisés par deux autres coffres en fonte; un cinquième coffre, également en fonte, renferme la came de manœuvre sur laquelle on peut agir au moyen d'une clef à moufle. La tringle de connexion des aiguilles est reliée à la tringle commandée par la came au moyen d'un ressort à spirale disposé de manière à ramener les aiguilles dans leur position primitive, lorsqu'elles ont été prises en talon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la France.

2° *Divers appareils pour voie du système Marsillon*, exposés par la Compagnie générale des omnibus (de Paris). — Notamment : *une aiguille mobile* qui est manœuvrée au moyen d'une pédale sur laquelle on appuie fortement le pied et qui est ramenée à sa position normale par un contrepoids. L'aiguille et le mécanisme reposent sur des pièces creuses en fonte constituant une sorte de gargouille reliée à l'égout voisin pour l'écoulement des eaux de lavage de l'aiguille; *une aiguille fixe à plans inclinés* pour le roulement des boudins des roues; *un croisement de voies* formé d'un noyau en fonte trempée et de deux bouts de rails coudés.

3° *Dessins d'un système d'aiguillage automatique pour tramways*, exposés par M. Deletrez. — Dans cet appareil, un ressort à spirale, monté sur la tige de commande de l'aiguille et s'appuyant, d'autre part, sur une butée, maintient les lames dans une position correspondant à une direction déterminée. L'aiguille est ramenée automatiquement dans cette position par le ressort, lorsqu'elle a été prise en talon. Cet aiguillage peut, en outre, être manœuvré à la main au moyen d'un levier transporté sur chaque voiture et que l'on engage dans la fourche qui termine la tige de connexion. Aucune partie de l'appareil ne fait saillie au-dessus du pavage, et tous les organes du mécanisme sont placés dans une boîte en fonte de manière à être protégés contre les chocs produits par le passage des voitures ordinaires.

4° *Dessins d'une plaque tournante pour tramways*, également présentés par M. Deletrez. — Cette plaque est disposée de manière à recevoir un pavage exactement semblable à celui de la chaussée et à ne présenter aucune saillie pouvant gêner la circulation. Certaines portions de ces plaques munies d'anneaux sont amovibles pour permettre la visite et le graissage des organes intérieurs.

5° *Appareil pour déblayer automatiquement les voies de tramways*, exposé par M. Chaudron. — Cet appareil peut se monter à l'avant, au milieu ou à l'arrière de la voiture et fonctionne dans les deux sens; à cet effet, l'outil nettoyeur peut faire une demi-révolution autour d'un axe vertical; cet outil a une forme telle qu'il nettoie l'ornière et la table supérieure du rail et du contre-rail.

III

RÉSUMÉ (VOIE DE TRAMWAYS).

Lors de la précédente Exposition universelle (1878), l'industrie des tramways était peu développée en France; mais déjà, dans plusieurs autres pays, elle avait acquis une notable extension; aujourd'hui, cette industrie a pris partout une grande importance, mais avec une rapidité différente dans les divers pays. En ce qui concerne l'éta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blissement de la voie, on a rencontré des difficultés variées suivant que la route ou la rue sur laquelle le tramway est installé est pavée ou empierrée, que le pavage est en bois ou en granit, que ladite route est plus ou moins fréquentée par de lourdes voitures ordinaires, etc. En dehors de la voie courante, on a eu à étudier divers points particuliers tels que, passage sur les ponts, traversée des voies de chemin de fer, aiguillages, courbes à rayon plus ou moins grand, boucles de tournage, plaques tournantes, etc. Toutes ces questions ont donné lieu à des solutions variées, qui répondent très bien aux besoins du service.

En résumé, l'exposition de la classe 61 a permis de constater le développement des voies de tramways depuis l'Exposition de 1878.

CHAPITRE IX.

MATÉRIEL ROULANT DES TRAMWAYS.

Le matériel roulant des tramways était représenté à la classe 61 par des MOTEURS, des VOITURES, des APPAREILS DIVERS et des DESSINS.

I

MOTEURS.

Les moteurs pour tramways présentés à la classe 61 sont des MOTEURS MÉCANIQUES et des MOTEURS ÉLECTRIQUES.

A. MOTEURS ÉLECTRIQUES.

La description des moteurs électriques pour tramways a été réservée à une autre classe (classe 62).

B. MOTEURS MÉCANIQUES.

Les moteurs mécaniques présentés à la classe 61 sont des moteurs à accumulation de travail. Ils se divisent en deux types qui sont les MOTEURS À EAU CHAUDE et les MOTEURS À AIR COMPRIMÉ.

a. MOTEURS À EAU CHAUDE.

Comme moteurs à eau chaude, on peut citer trois locomotives à vapeur, sans feu, exposées, l'une dans l'exposition de la Belgique, les deux autres dans l'exposition de la France, savoir :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la Belgique.

1° *Locomotive à vapeur, sans feu, système Lamm et Francq,* exposée par MM. Halot et Cie, à Bruxelles (construction analogue à celle des deux moteurs similaires décrits ci-après).

Exposition de la France.

2° *Locomotive à vapeur, sans feu, système Lamm et Francq,* exposée par la Compagnie des omnibus et des tramways de Lyon (voir ci-après).

3° *Locomotive à vapeur, sans feu, système Lamm et Francq,* exposée par la Compagnie des tramways du département du Nord (voir ci-après).

Les moteurs sans feu relatés ci-dessus : 1°, 2°, 3°, sont établis sur le principe suivant :

Le système consiste à remplacer la chaudière ordinaire des locomotives, portant avec elle sa source de chaleur, par un réservoir contenant de l'eau que l'on a chauffée avant le départ de la machine à une température d'environ 200 degrés, en y faisant passer un courant de vapeur (à 15 kilogrammes de pression) produite dans des générateurs fixes. La vapeur émise par l'eau chaude contenue dans ce réservoir est employée à la manière ordinaire dans des cylindres, après avoir été ramenée par un détendeur spécial à une pression suffisamment réduite, que l'on peut d'ailleurs faire varier suivant les résistances à vaincre dans le parcours. A la sortie des cylindres, où elle a produit son effet utile, cette vapeur est absorbée par un condenseur.

Les trois locomotives à vapeur, sans feu, ci-dessus mentionnées ne diffèrent entre elles que par des détails assez peu importants, et il suffira d'en donner ci-après les lignes principales.

L'eau chaude est emmagasinée dans un réservoir cylindrique en tôle d'acier muni de tous les appareils indicateurs réglementaires. A la partie supérieure de ce réservoir se trouve un dôme dans lequel se fait la prise de vapeur à l'aide d'un tuyau à col de cygne aboutissant à un robinet à vis. La vapeur, à la sortie du réservoir, passe par un régulateur détendeur qui réduit sa pression au chiffre voulu et se rend dans les boîtes à vapeur des cylindres, après avoir traversé un réchauffeur spécial formé par un tuyau de grand diamètre placé à l'intérieur de la masse liquide à haute température, disposition qui a pour but de débarrasser la vapeur de l'eau qui pourrait se trouver entraînée.

La vapeur agit dans les cylindres à la manière ordinaire, puis s'échappe dans un condenseur à air formé de tubes à ailettes, autour desquels circule de l'air. La proportion de vapeur indiquée comme condensée par cet appareil est de 50 p. 100 environ de la vapeur produite par l'échappement. L'eau résultant de la condensation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se rend dans une caisse située sous le châssis d'où on l'extrait plus tard pour l'alimentation des générateurs fixes. Le surplus de vapeur (non condensé) se dégage dans l'atmosphère par un tuyau qui surmonte le condenseur.

Pour ralentir le refroidissement, on a fait le réservoir à double enveloppe avec couche d'air interposée entre la chaudière et une chemise en tôle mince. Cette dernière est elle-même recouverte par des feuilles de liège et des lames de bois assemblées à rainures.

Les cylindres sont intérieurs et inclinés. Les deux essieux sont accouplés au moyen de bielles à tête ronde. Le mécanisme et les roues sont protégés des chocs extérieurs et de la boue par une ceinture en tôle dans laquelle on a pratiqué des ouvertures pour permettre la visite et le graissage. La plate-forme, sur laquelle repose la chaudière, est entourée d'une balustrade en tôle et recouverte d'une toiture supportée par des colonnettes. Des ouvertures ménagées dans cette balustrade sont destinées à faciliter la communication avec le personnel des voitures.

En vue d'éviter l'emploi des plaques tournantes ou du triangle américain, les organes de commande de la machine sont doubles, de manière à permettre au mécanicien la conduite de l'une ou de l'autre extrémité de la plate-forme.

Le réchauffage de l'eau contenue dans le réservoir se fait, après un parcours déterminé, en mettant ce réservoir en communication avec une chaudière fixe renfermant de la vapeur à une pression de 15 atmosphères, c'est-à-dire à une température d'environ 200 degrés. La vapeur est introduite dans le réservoir de la locomotive par un ajutage, qui, à l'extérieur, se raccorde au tuyau provenant du générateur fixe, et qui, à l'intérieur, se continue par un tube crépiné, placé un peu au-dessus du fond dudit réservoir et percé en dessus d'un certain nombre de trous dont le diamètre va en augmentant vers l'extrémité. La vapeur se répand dans la masse d'eau par cette série de petits orifices et en réchauffe ainsi toute la masse. Le refroidissement provenant de l'air extérieur ainsi que la condensation, qui en est la conséquence et aurait pour effet d'augmenter le volume d'eau dans le réservoir en faisant baisser la pression, sont empêchés au moyen de l'injection de vapeur surchauffée dans un appareil disposé au-dessus du foyer de la chaudière fixe, pour donner à la vapeur formée à 15 kilogrammes une température supérieure à 200 degrés, et de manière à vaporiser l'eau provenant de la condensation par refroidissement. Enfin, en vue d'empêcher l'entraînement de l'eau de la chaudière fixe dans le réservoir à charger, on a placé entre ce dernier et la chaudière un robinet d'écoulement automatique destiné à faire varier la section d'écoulement en sens inverse de la différence des pressions qui existent dans les deux récipients de vapeur.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b. Moteurs à air comprimé.

Exposition de la France.

Voiture automobile à air comprimé, système L. Mékarski, pour le service des chemins de fer nogentais (tramways de Vincennes à Ville-Évrard et à Bry-sur-Marne), d'une longueur de 12 kilomètres, qui comporte des rampes atteignant 0 m. 048 par mètre, exposée par la Société nouvelle des moteurs à air comprimé.

Dans le système Mékarski, l'air comprimé est emmagasiné dans les réservoirs que porte le moteur (locomotive ou voiture automobile). Il est admis en filets minces sous une colonne d'eau chaude dans un saturateur-réchauffeur qu'il traverse; le mélange d'air et de vapeur contenu dans la chambre supérieure du saturateur-réchauffeur d'eau chaude est débité dans la boîte à tiroir d'un mécanisme moteur ordinaire, par l'intermédiaire d'un régulateur hydraulique qui jouit de la double propriété de distribuer l'air à une pression automatiquement constante, malgré les variations de pression dans les réservoirs au fur et à mesure de la dépense, et de donner au mécanicien la faculté de faire varier cette pression suivant le travail à produire, pourvu, bien entendu, que la pression nécessaire soit inférieure à celle du réservoir d'air. L'air comprimé est donc admis à pression convenable et mélangé de vapeur d'eau dans les cylindres moteurs, en sorte que la vapeur mélangée à l'air abandonne sa chaleur latente pendant la détente et se condense en partie. Sans cette précaution, le refroidissement de l'air, pendant la période de détente, entraînerait une perte considérable de travail.

Après un parcours déterminé, l'air comprimé dans les réservoirs est renouvelé en accouplant momentanément les réservoirs de la voiture avec une batterie fixe d'accumulateurs d'air, alimentée par des compresseurs du système de M. Mékarski. Le réchauffage du saturateur-réchauffeur ou bouillotte s'effectue en même temps que le chargement des réservoirs, au moyen d'un courant de vapeur dérivé des générateurs qui alimentent les compresseurs; l'eau qui se condense ainsi rétablit à peu près le niveau dans la bouillotte.

Dans la voiture automobile à air comprimé qui était exposée, il convient de mentionner les points suivants :

Les longerons, extérieurs aux roues, sont armés, à leur partie supérieure, par un fer en U. Les ressorts, à lames, sont disposés au-dessus des boîtes. La traverse avant porte deux petits tampons munis de ressorts en spirale et une menotte pour attelage éventuel. La traverse arrière porte une barre d'attelage dont la traction s'exerce sur un ressort à pincettes. Les roues sont en acier étampé avec bandages en acier.

Les réservoirs d'air cylindriques, au nombre de neuf, sont placés sur le châssis de la voiture, horizontalement et dans le sens transversal. Ces réservoirs sont indi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qués comme pouvant contenir 3,100 litres d'air à 45 kilogrammes, soit 170 kilogrammes.

La bouillote, surmontée du régulateur, est placée à l'avant sur une petite plate-forme réservée au mécanicien; elle contient 200 litres d'eau chaude.

Les cylindres et tout le mécanisme sont à l'extérieur des longerons; ils sont protégés de la poussière et de la boue par des caissons en tôle avec portes de visite. Les manivelles motrices et d'accouplement sont rapportées. La distribution est du système Walschaert.

La caisse en bois et tôle est complètement indépendante du châssis, auquel elle est fixée par quatre boulons; elle peut contenir cinquante voyageurs, savoir : vingt dans l'intérieur, six sur la plate-forme, placée à l'arrière, et vingt-quatre sur l'impériale.

Cette voiture est indiquée comme pouvant fournir un parcours de 15 kilomètres sans rechargement.

II

VOITURES.

Exposition de la France.

1° *Voiture mixte,* exposée par la Compagnie des omnibus et tramways de Lyon. — Cette voiture, exécutée pour la ligne des tramways à traction mécanique de Lyon à Saint-Fons et à Venissieux, comprend une caisse à couloir central munie à chaque extrémité d'une plate-forme couverte avec marchepieds de chaque côté, garde-corps métallique et passerelle de communication. Cette caisse repose sur un châssis à brancards, à section en U, monté sur deux trucks à un seul essieu, système Beijnès, espacés de 4 m. 750, et permettant le passage dans les courbes de 20 à 25 mètres de rayon (voir la description du truck, système Beijnès, page 343).

La caisse est divisée en deux compartiments (un de première classe et un de deuxième) de même longueur et comprenant 12 places chacun. Chaque plate-forme peut recevoir 12 voyageurs.

Les banquettes des compartiments sont disposées longitudinalement sur les côtés; les baies sont munies de châssis de glace et de persiennes; la cloison de séparation des deux compartiments et les cloisons de bout sont pourvues d'une porte à coulisse; les banquettes du compartiment de première classe sont rembourrées; celles du compartiment de deuxième classe sont formées de lames en bois disposées à claire-voie.

La voiture est munie d'un frein à vis à huit sabots pouvant être actionné de la machine au moyen du vide.

2° *Voiture de deuxième classe,* exposée par la même Compagnie (Omnibus et tramways de Lyon). — Cette voiture, destinée à la même ligne que la voiture précédente, est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

identique avec elle pour la construction générale et n'en diffère que par la disposition de la caisse qui ne comprend qu'un seul compartiment.

3° *Voiture-tramway,* exposée par la Compagnie d'exploitation des tramways (réseau Sud de Paris). — Cette voiture, disposée pour la traction au moyen de chevaux, a été construite dans les ateliers de la Compagnie

La caisse comporte un compartiment intérieur et une plate-forme fermée à l'avant donnant un total de 23 places; une plate-forme ouverte à l'arrière pour 4 voyageurs, et une impériale pour 20 voyageurs. Le compartiment intérieur communique par des portes avec les deux plates-formes. Le siège du cocher est placé à la hauteur de l'impériale; un passage a été ménagé entre ce siège et les banquettes pour faciliter la circulation des voyageurs et du conducteur.

L'éclairage est fourni par quatre lampes au pétrole; trois de ces lampes sont à l'intérieur, et, parmi celles-ci, deux sur la face avant pour éclairer en même temps l'extérieur; la quatrième, placée sous l'auvent de la plate-forme d'arrière, éclaire à la fois cette plate-forme, le cadran et le signal *complet.* On accède à l'impériale par un escalier placé à l'arrière de la voiture.

Ce véhicule est muni du *frein système Lemoine,* qui peut être manœuvré par le cocher, soit au moyen d'une pédale pour obtenir l'arrêt rapide, soit au moyen d'une crémaillère graduée, de manière à donner divers degrés de serrage pour les descentes sur les pentes. Ce frein est constitué par une corde munie de petits sabots en bois, qui s'enroule autour d'un tambour en fer monté sur le moyeu de la roue; la corde est attachée par l'une de ses extrémités à une tringle manœuvrée par le cocher, et, par son autre extrémité, à un levier commandant le sabot de frein de la roue. Lorsqu'on exerce une tension sur cette corde, on détermine l'adhérence des petits sabots en bois sur le tambour, et, sous l'action du mouvement de rotation de ce dernier, l'application du sabot-frein contre la jante de la roue.

4° *Voiture-tramway,* exposée par la Compagnie générale des omnibus (de Paris). — Cette voiture, construite dans les ateliers de la Compagnie générale des omnibus de Paris, est indiquée comme destinée à être remorquée par traction mécanique. La caisse se continue, à ses deux extrémités, par deux plates-formes symétriques et est surmontée d'une impériale à laquelle on accède par deux escaliers partant des plates-formes. Le compartiment intérieur est à deux banquettes longitudinales pour 20 voyageurs; on accède à ce compartiment par une seule porte ouverte sur la plate-forme d'arrière; chaque plate-forme peut recevoir 7 voyageurs, et l'impériale peut en recevoir 26, soit 60 voyageurs au total.

L'éclairage est fourni par deux lanternes disposées diagonalement l'une à l'avant, l'autre à l'arrière. Ces lampes à bec rond et à verre peuvent être alimentées avec de l'huile minérale ou avec de l'huile de pin.

Le châssis, du système Beijnès, repose sur deux trucks à pivot à un seul essieu chacun (voir la description de ce truck, page 343).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un frein à vis agissant sur les quatre roues peut être manœuvré des deux plates-formes.

5° *Voiture-tramway,* exposée par M. Morel-Thibaut, à Paris. — Cette voiture, construite pour les tramways Nord, de Paris, est disposée pour la traction au moyen de chevaux.

La caisse comporte un compartiment intérieur pour 21 voyageurs assis, une plate-forme à l'arrière pour 10 voyageurs debout, et une impériale pour 26 voyageurs, soit 57 places au total. L'escalier partant de la plate-forme d'arrière débouche aux trois quarts de la longueur de l'impériale; les banquettes sont coupées en cet endroit pour permettre la circulation. Le siège du cocher est placé à la hauteur de l'impériale.

Le châssis de cette voiture est métallique.

6° *Voiture automobile système Mékarski,* exposée par la Société nouvelle des moteurs à air comprimé. — Cette voiture automobile a été décrite ci-dessus avec les moteurs à air comprimé pour tramways (page 338).

Il convient d'ajouter, en terminant ce qui est relatif aux tramways, que les diverses dispositions et les accessoires dont il a été question à propos des voitures de chemins de fer à voie normale, lampes, serrures, étoffes de garnissage, etc., s'appliquent en grande partie à la construction des tramways.

III

APPAREILS DIVERS ET DESSINS.

En dehors des véhicules dont il vient d'être question, certaines pièces détachées de tramways figuraient à l'exposition de la classe 61, parmi lesquelles on peut citer les suivantes :

Exposition de la Belgique.

1° *Roue indépendante pour voitures de tramways,* exposée par M. Léon Moreau, ingénieur civil, à Bruxelles. — Cette roue tourne sur un manchon en fonte durcie fixé sur la portée de calage de l'essieu; elle est maintenue du côté intérieur de la fusée par une flasque calée à chaud sur l'essieu, contre l'épaulement de la portée de calage, et du côté extérieur de la fusée par une autre flasque fixée sur l'essieu par une clef et deux écrous. Chaque extrémité du moyeu est terminée par un épaulement sur lequel est montée une couronne en fonte malléable; les deux couronnes sont appliquées contre les flasques de butée du moyeu par des ressorts, et sont munies de garnitures en feutre suiffé destiné à empêcher l'introduction de la poussière sur les surfaces de frottement. Le moyeu de la roue est pourvu d'un graisseur à graisse consistante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition des États-Unis.

2° *Roues en fonte malléable pour voitures de tramways,* exposées par la Peckam Street Car Wheel and axle Company, à New-York.

Exposition de la France.

3° *Boîtes à galets et coussinets à portées différentielles,* exposés par M. L. Bougouin, mécanicien à Paris. — La disposition intérieure de ces boîtes a été étudiée en vue de réduire dans le mouvement de rotation de saxes la résistance due au frottement des tourillons sur les coussinets; au frottement de glissement, on a substitué le frottement de roulement complet. Les boîtes de la voiture reposent sur les fusées des essieux par l'intermédiaire d'une série de galets cylindriques ayant au centre un diamètre plus grand qu'aux extrémités. Chaque boîte comporte un nombre de galets suffisant pour envelopper complètement la fusée, sauf le jeu très faible nécessaire pour le fonctionnement. Les deux diamètres de chaque galet sont établis de manière à amener le roulement constant des deux parties sans aucun glissement. La fusée et le coussinet circulaire qui l'enveloppe comportent les évidements correspondant aux saillies des galets; ces derniers sont maintenus parallèlement à la fusée par le logement ménagé dans le coussinet circulaire.

Voir, page 242, une variante étudiée pour véhicules de chemins de fer.

Parmi les dessins, on peut citer les suivants :

1° *Plans et photographies,* exposés par la Compagnie continentale d'exploitation des locomotives sans foyer, *relatifs aux applications de ce système à diverses lignes de tramways,* savoir : Ligne de Rueil à Marly-le-Roi. Cette ligne d'une longueur de 18 kilomètres, dont le profil correspond à une rampe moyenne de 0 m. 005 par mètre, est exploitée au moyen de 6 machines sans foyer, système Lamm et Francq. — Lignes de Lille à Roubaix et Lille à Tourcoing. Ces lignes, d'une longueur totale de 25 kilomètres, sont exploitées par 28 locomotives sans foyer, du système Lamm et Francq, qui font journellement 2,200 kilomètres de trains. Ces machines sont de deux types différant l'un de l'autre par les dimensions, et notamment par le volume d'eau emmagasiné : type n° 1, 1,900 kilogrammes; type n° 2, 2,500 kilogrammes. — Ligne de Lyon à Venissieux. Cette ligne a 9 kilomètres de longueur et présente des courbes de 25 mètres de rayon et des pentes de 0 m. 047 par mètre; on emploie pour l'exploitation 10 locomotives. — Ligne de Lyon à Bron. Cette ligne emploie 9 locomotives du système Lamm et Francq. — Ligne en projet de Paris-Étoile à Saint-Germain-en-Laye. Cette ligne, prolongement vers Saint-Germain et vers Paris des tramways de Rueil à Marly-le-Roi, comportera une rampe de 0 m. 064 à Saint-Germain; elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

emploiera 9 locomotives sans foyer. — Ligne de Paris-Étoile à Courbevoie, sur laquelle on emploie d'anciennes machines à foyer transformées en locomotives du système Lamm et Francq. — Ligne de Strasbourg à Grafenstaden, employant 2 locomotives Lamm et Francq. — Ligne de Batavia à Meester Cornélis (Indes néerlandaises). Cette ligne, d'une longueur de 12.500 mètres, présente des courbes de 25 mètres de rayon, et des rampes de 0 m. 033 par mètre; elle emploie 23 locomotives Lamm et Francq.

2° *Dessins et photographie d'une locomotive sans foyer, système Lamm et Francq,* exposés par la Société des anciens établissements Cail. — Les moteurs de ce système ont déjà été décrits. (Voir plus haut, p. 336.)

3° *Dessins de voitures automobiles à air comprimé, système L. Mékarski,* exposés par la Société nouvelle des moteurs à air comprimé, savoir : *Matériel des tramways de la ville de Nantes.* — Le matériel, employé à desservir un réseau de 8.364 mètres, consiste en 23 voitures automobiles à essieu libre, pesant à vide 6.500 kilogrammes, pouvant gravir des rampes de 0 m. 045 avec un chargement de 30 à 40 voyageurs, et en 4 voitures ordinaires à impériales, à 46 places, que l'on peut atteler aux voitures automobiles les jours d'affluence. En fonctionnement depuis l'année 1879.

Matériel étudié et en cours de construction pour les tramways de Berne. — La ligne des tramways de Berne a une longueur de 3 kilomètres avec rampes atteignant 0 m. 052 par mètre; la largeur de la voie est de 1 mètre. Les voitures automobiles destinées à cette ligne sont à essieux accouplés comme celles des Chemins de fer nogentais (voir plus haut). Les réservoirs à air sont plus petits. La caisse n'a pas d'impériale; elle peut recevoir 16 voyageurs à l'intérieur et 14 sur la plate-forme d'arrière.

Exposition des Pays-Bas.

4° *Plans, dessins et photographies de divers types de voitures pour tramways à traction animale ou mécanique,* exposés par M. Beijnès. — Ces voitures, de longueur variable, indiquées comme pouvant recevoir 50, 60 et même 100 voyageurs, sont montées sur des trucks, système Beijnès, à un ou deux essieux; les trucks à un essieu sont indiqués comme permettant le passage des voitures de 10 à 12 mètres de longueur dans des courbes de 10 à 20 mètres de rayon, et ceux à deux essieux comme permettant le passage de voitures de même dimension dans des courbes de 25 mètres de rayon.

A titre d'exemple, on peut citer le truck du système Beijnès à un essieu; il est constitué par deux longeronnets formant plaques de garde, entretoisés par des traverses portant la cuvette dans laquelle s'engage le pivot fixé au châssis de la caisse. Les deux trucks d'une même voiture sont reliés par des bielles en diagonale attachées aux extrémités des longerons; en outre, chacun de ces trucks est relié, par deux bielles de longueur égale, à la barre de traction, du côté où se fait l'attelage. Cette dernière disposition a pour objet de produire l'orientation du truck dans les courbes, sous l'action du déplacement de la barre de traction; d'autre part, l'orientation du premier truck

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entraîne, par l'intermédiaire des bielles en diagonale, celle du second truck de la même voiture.

Nous ne pouvons que mentionner ici diverses pièces détachées de matériel roulant de tramways, qui, en dehors de celles exposées à la classe 61 et mentionnées ci-dessus, figuraient dans d'autres sections (étrangères ou françaises), et notamment à la classe 41 (produits des mines et métaux). On remarquait également dans diverses sections françaises ou étrangères, principalement dans celles des pays lointains pour lesquels le transport des véhicules eux-mêmes aurait présenté de grandes difficultés, des dessins et des photographies représentant les dispositions générales et les particularités du matériel de tramways employé dans ces divers pays. Nous nous bornerons également à les mentionner ici, sans entrer dans des descriptions détaillées.

IV

RÉSUMÉ (MATÉRIEL ROULANT DES TRAMWAYS).

La question du matériel moteur et roulant des tramways est, s'il en fut jamais, une question d'espèce. L'intensité du trafic, le profil de la ligne, les conditions de la voie publique, etc., sont autant d'éléments qui doivent guider l'ingénieur dans le choix du mode de traction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUATRIÈME PARTIE.

CHEMINS DE FER DE SYSTÈMES DIVERS.

Les chemins de fer de systèmes divers exposés à la classe 61 peuvent se diviser en :

CHAPITRE X. — CHEMINS DE FER À CRÉMAILLÈRE (et autres à adhérence artificielle);
CHAPITRE XI. — CHEMINS DE FER FUNICULAIRES;
CHAPITRE XII. — CHEMINS DE FER AÉRIENS;
CHAPITRE XIII. — CHEMIN DE FER GLISSANT.

On décrira sommairement ci-après les appareils qui se rapportaient à ces différentes catégories.

CHAPITRE X.

CHEMINS DE FER À CRÉMAILLÈRE.

Le système des chemins de fer à crémaillère constitue une solution qui a trouvé son application dans des cas assez particuliers. Il est peut-être intéressant de rappeler que son origine remonte à l'année 1811. A cette époque, une locomotive portant une roue dentée fut mise en circulation sur une voie à crémaillère latérale due à M. Blenkinsop, des mines de Middleton (Angleterre); elle fonctionna pendant une douzaine d'années sur une voie dont le profil ne justifiait pas l'emploi du système et sur laquelle elle remorquait 30 wagons de houille à la vitesse de 5 à 6 kilomètres à l'heure.

L'idée paraît avoir été à peu près abandonnée jusqu'en 1847, date d'ouverture de la ligne américaine de Madison à Indianopolis, qui fonctionna pendant vingt et un ans avec une crémaillère en fonte de 2.150 mètres de longueur et des rampes d'une déclivité de 0 m. 059 par mètre.

En 1866, on voit commencer la construction de la ligne du mont Washington (près Boston), dont les rampes varient de 12 à 38 p. 100. Cette ligne a été ouverte en 1869. Les dents de la crémaillère sont formées de boulons en fer rond rivés entre les ailes verticales de deux cornières; les ailes horizontales de ces cornières reposent sur des longrines boulonnées sur des traverses. Les locomotives étaient d'abord à chaudière verticale oscillant sur tourillons, avec deux cylindres actionnant un arbre intermédiaire communiquant par engrenages le mouvement à la roue dentée en relation avec la crémaillère. Le train se compose de la machine et d'une voiture de 50 places placée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours en dessus. La machine et la voiture sont munies d'un frein à air comprimé. En 1874, on a introduit sur cette même ligne les machines à chaudière horizontale.

Vers 1870, un ingénieur suisse, M. Riggenbach, parvient à réaliser un projet qu'il étudiait depuis plus de sept ans, et il établit le chemin de fer à crémaillère du Righi, ouvert en 1871, d'une longueur de 7,120 mètres, avec rampes atteignant 25 p. 100. La ligne a coûté 360,000 francs par kilomètre. Le service dure pendant six mois d'été.

En 1871, on ouvre en Suisse, pour mettre en communication les carrières d'Ostermündigen avec la gare voisine, une seconde ligne à crémaillère construite par M. Riggenbach. Cette ligne est à adhérence simple sur une partie du parcours et à crémaillère sur la rampe.

Puis, de 1871 à 1885, on voit ouvrir une série de lignes, la plupart avec crémaillères à échelons (en Europe au moins) du système Riggenbach; parmi ces lignes, on peut citer les suivantes : celles du Kahlenberg, près Vienne (Autriche), du Schwabenberg, près Pesth; la seconde ligne du Righi vers Arth; celles de Rorschach (lac de Constance), de Rio-de-Janeiro (Brésil), du Drachenfels (bords du Rhin), etc.; de Langres (France), de la vallée d'Enfer (Bade), du Brünig (Suisse), etc.

Le système Riggenbach était employé presque exclusivement en Suisse jusqu'en 1885. A cette époque, M. Abt préconise un système de crémaillère à trois lames qui est appliqué au Harz (Brunswick) sur une ligne de 30 kilomètres de longueur, avec 11 sections à crémaillère d'une longueur totale de 7 kilom. 5. Diverses autres applications suivent, à Lehesten (Thuringe) et à Puerto-Cabello (Vénézuéla); d'autres sont en construction.

Entre temps, on construit en Suisse, au mont Pilate, un chemin avec crémaillère système Locher, pour franchir des rampes atteignant 48 p. 100.

Ce coup d'œil jeté sur le passé a semblé utile avant d'esquisser les différents chemins de fer à crémaillère exposés; il n'a pas paru opportun de séparer, dans les descriptions sommaires ci-après, les divers éléments constitutifs de ces chemins de fer, et ces éléments sont présentés, voie et matériel réunis, par système.

Exposition de la Suisse.

1° *Dessins et albums de voie et de matériel roulant, machines et voitures pour chemins de fer à fortes pentes et à crémaillère*, exposés par M. Riggenbach, d'Olten (Soleure).

La crémaillère Riggenbach est généralement disposée dans l'axe de la voie; elle est constituée, dans le dessin exposé (qui reproduit le type employé pour le chemin de fer de Sumatra), par deux fers en U formant les montants d'une échelle dont les dents de la crémaillère seraient les barreaux. Ces dents, en fer, de section trapézoïdale et terminées à leurs extrémités par une partie ronde à embase, sont rivées sur les montants, dont elles forment en même temps entretoise. Chaque travée de crémaillère a une longueur de 3 mètres. La crémaillère est posée sur les traverses métalliques de la voie,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit directement, soit avec interposition de selles en fonte boulonnées elles-mêmes sur les traverses.

Pour les lignes fonctionnant à la fois par adhérence sur certaines sections et par crémaillère sur d'autres, on emploie des dispositions spéciales aux points de passage d'un système de traction à l'autre, afin que ce passage s'opère sans interruption ni chocs.

La crémaillère dont le dessin est exposé pèse, avec ses accessoires, 78 kilogrammes par mètre courant.

Ce type de crémaillère s'applique soit au cas de traction par un câble, soit au cas de traction par des locomotives. Dans le premier cas, la force motrice est fournie tantôt par des machines fixes à vapeur, tantôt par la pesanteur (en conjuguant, au moyen d'un câble métallique ou d'une poulie à gorge, deux véhicules munis de réservoirs qu'on remplit d'eau et qu'on vide alternativement); un frein automatique spécial agit, en cas de rupture du câble, sur l'axe de la roue dentée qui est en relation avec la crémaillère. Dans le cas où l'on emploie la traction par des locomotives, ces dernières actionnent des pignons dont les dents engrènent avec la crémaillère. En outre, ces locomotives sont munies pour la descente d'une sorte de frein à contre-pression dont le fonctionnement consiste à faire aspirer et comprimer de l'air dans les cylindres, de manière à ralentir le mouvement.

2° *Locomotive-tender,* destinée à l'exploitation de la ligne à crémaillère du Brünig[1], exposée par la Société suisse pour la construction de locomotives et de machines (Winterthur). — Cette machine est conçue de manière à fonctionner par simple adhérence sur les portions faciles du tracé, et par l'adhérence et la crémaillère réunies sur les parties difficiles. Toutefois, comme les sections à profil facile n'offrent qu'une faible longueur, on a jugé suffisant un seul mécanisme moteur actionnant à la fois les deux paires de roues motrices et la roue dentée qui engrène sur la crémaillère.

Cette locomotive est portée par quatre roues accouplées; les longerons sont extérieurs. Les ressorts, très courts, sont placés au-dessus des essieux. La chaudière est du type locomotive ordinaire; l'enveloppe de boîte à feu est en acier doux de Krupp; le foyer est en cuivre et les tubes en acier sont raboutés en cuivre rouge du côté de la boîte à feu. Cette chaudière est montée sur les longerons, de manière à être horizontale sur une rampe de 6 p. 100. Les tuyaux de communication du tube de niveau d'eau viennent déboucher vers le milieu de la chaudière, près du dôme, afin de réduire autant que possible l'influence des oscillations du plan d'eau sur les indications que fournit cet appareil. Le régulateur est renfermé dans un dôme surmonté de soupapes de sûreté à charge directe. Les cylindres, intérieurs et horizontaux, sont fondus en une seule pièce et surmontés des boîtes à tiroir. Ils agissent sur un arbre à manivelles tournant dans des paliers fixés à des longerons intérieurs, et cet arbre commande un arbre intermé-

[1] Cette ligne, d'une longueur de 45 kilomètres environ et à voie de 1 mètre de largeur, comporte une crémaillère centrale du système Riggenbach sur une grande partie de son parcours où les rampes maxima sont de 12 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diaire actionnant d'une part, par l'intermédiaire d'un engrenage, la roue dentée centrale correspondant à la crémaillère, et d'autre part, au moyen de deux manivelles extérieures et d'une bielle d'accouplement, les roues motrices placées à l'avant et à l'arrière, de part et d'autre de l'arbre intermédiaire. Les caisses à eau, placées latéralement, règnent sur la moitié arrière du corps cylindrique.

A cette locomotive sont adaptés trois freins différents, savoir : un frein à air (système du mont Washington appliqué au Righi), qui sert en temps ordinaire pour la descente des pentes; un frein à friction, agissant sur l'arbre intermédiaire; un frein commandant une roue dentée folle sur l'essieu avant, qui engrène avec la crémaillère. Ce dernier frein ne doit être utilisé qu'en cas d'une avarie paralysant le mécanisme moteur et la roue dentée motrice.

Par une mesure de précaution supplémentaire, le train lui-même est muni du frein automatique à vapeur du système Klose, dont le fonctionnement repose sur le principe suivant : des sabots, disposés pour agir à la circonférence de tambours clavetés sur les essieux, ont une tendance naturelle à se serrer sous l'action de ressorts énergiques dont l'effet est contre-balancé par la pression de la vapeur (ou de l'air comprimé) agissant sur un piston relié à la timonerie. Lorsqu'on laisse échapper le fluide en pression dans la conduite, les sabots se serrent sous l'impulsion des ressorts. Dans les voitures du Brünig, la vapeur circulant dans les tuyaux du train est utilisée pour le chauffage.

La locomotive dont il s'agit est indiquée comme pouvant remorquer, sur une rampe de 0 m. 012, une charge de 40 tonnes. Parmi les accessoires, on peut signaler : abri fermé à joues latérales; cheminée à chapiteau et à capuchon; porte de boîte à fumée à battant unique, circulaire et bombée; injecteurs non aspirants; attelage central; indicateur de vitesse système Hausshalter, etc.

3° *Voiture* destinée à l'exploitation de la ligne de Brünig[1], exposée par la Société industrielle suisse, à Neuhausen. — Cette voiture comporte quatre compartiments de 6 places chacun, soit 24 places au total, et une galerie latérale ouverte. Les portes qui donnent accès des compartiments dans la galerie sont à coulisse et disposées de manière à rester, malgré la pente, dans la position qu'on leur donne. Cette voiture est à attelage central; elle est portée par trois essieux; celui du milieu, monté dans un châssis spécial à déplacement latéral, porte la roue dentée engrenant avec la crémaillère.

Cette voiture est munie du frein système Klose, comme il a été dit et décrit plus haut.

4° *Dessins et modèles de chemins de fer à crémaillère,* exposés par M. Abt, ingénieur à Lucerne. — Ces chemins de fer sont à adhérence ordinaire sur les parties à profils faciles, et à crémaillère posée dans l'axe de la voie pour les parties en rampe. La crémaillère Abt est formée de lames parallèles en acier, à dentures croisées, avec profil en développante de cercle; le nombre des lames et leur force sont variables suivant les

[1] Voir la note au bas de la page précédente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conditions d'établissement de la ligne. Ces lames, dont l'ensemble constitue la crémaillère, sont fixées par des boulons horizontaux (un même boulon traversant les lames) sur des coussinets en acier ou en fonte, attachés eux-mêmes aux traverses en bois par des tire-fond et aux traverses métalliques par des boulons. Les joints des lames sont aussi croisés, de sorte que l'ensemble de la crémaillère peut être considéré comme continu.

Aux points de passage d'une section à adhérence ordinaire sur une section à crémaillère, on dispose un appareil spécial dit *pièce d'entrée*. Cette pièce présente à la partie antérieure un plan incliné suivi de plusieurs dents incomplètes; elle est supportée par des ressorts en spirale ou à lame et est reliée par une charnière à la partie fixe de la crémaillère. Au passage de la locomotive sur cette pièce, l'engrènement se produit progressivement et automatiquement. Ce n'est que lorsque la crémaillère est en prise avec les roues dentées que l'on admet la vapeur dans les cylindres spéciaux qui commandent ces dernières.

Les changements de voie comportent chacun, outre les lames d'aiguilles ordinaires, un élément de crémaillère manœuvré en même temps que les lames au moyen d'un renvoi de mouvement.

Les locomotives-tenders des lignes de ce système ont été étudiées en vue d'utiliser à la fois la crémaillère et l'adhérence sur les rails et de donner une marche aussi douce que possible dans les parties en crémaillère, sans être obligé de diminuer par trop la vitesse. On a recherché dans les constructions la simplicité et la légèreté. Les longerons sont extérieurs; les essieux moteurs accouplés, au nombre de deux ou trois, suivant le cas, sont placés à l'avant; à l'arrière se trouve un bissel, dont l'axe est situé sous la boîte à feu. La chaudière, du modèle ordinaire des locomotives, a sa boîte à feu comprise entre le dernier essieu accouplé et l'essieu du bissel. Le ciel du foyer est incliné vers l'arrière et est armé par des tirants verticaux. Sur la boîte à feu est installée une soupape double à charge directe et sur le corps cylindrique se trouve un dôme renfermant les deux régulateurs.

Les roues dentées, au nombre de deux, sont situées dans l'axe de la locomotive; elles sont portées par une paire de longerons intérieurs spéciaux suspendus sans interposition de ressorts aux deux essieux extrêmes des roues adhérentes aux rails (cette disposition a pour but de maintenir les roues dentées toujours au même niveau au-dessus des rails). Les roues dentées sont formées chacune d'autant de disques que la crémaillère a de lames; ces disques sont fixés sur les arbres au moyen de ressorts permettant une certaine rotation relative du disque dans le cas où la crémaillère présenterait une irrégularité accidentelle.

Le mécanisme comporte deux moteurs distincts : l'un, à deux cylindres et mouvement de distribution extérieurs, commande les roues à simple adhérence; l'autre, à deux cylindres et mouvement de distribution intérieurs, actionne les deux roues dentées; ce dernier moteur commande directement la roue dentée d'arrière à laquelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle d'avant est accouplée. Les deux mécanismes ont chacun leur régulateur distinct. Les quatre cylindres peuvent fonctionner comme frein à contre-pression d'air. A cet effet, des pistons sont disposés pour aspirer l'air extérieur par un jeu de soupapes et le comprimer. Le mécanicien règle la pression de cet air au moyen d'un robinet de fuite; en outre, pour empêcher l'échauffement des cylindres pendant le fonctionnement de ce frein, il envoie un jet d'eau sous les tiroirs. Enfin, pour obtenir l'arrêt en cas de danger, on applique fortement sur des galets à gorges fixés sur les arbres qui portent les roues dentées des mâchoires maintenues en service courant à une certaine distance de ces galets.

Sur les parties où l'on n'utilise que l'adhérence ordinaire, l'arrêt est obtenu au moyen d'un frein à vis manœuvré par le chauffeur et agissant sur les roues accouplées.

Les véhicules employés pour le service sur ces lignes ne présentent, au point de vue spécial de la disposition à crémaillère, aucune particularité qui mérite d'être mentionnée.

En dehors de l'emploi à la traction directe des trains, M. Abt présente son système de crémaillère comme appliqué sous forme de frein à certains chemins de fer funiculaires en vue d'augmenter la sécurité sur ces lignes.

5° *Chemin de fer à crémaillère* (système Locher), exposé par M. Locher. — La ligne d'ascension du mont Pilate, dont un élément figurait à la classe 61, a une longueur de 4 kilom. 5 et comporte des rampes atteignant 0 m. 480 par mètre et des courbes de 80 mètres de rayon. La crémaillère, du système Locher, est à dents verticales et latérales, disposées symétriquement de chaque côté d'une longrine médiane en fer Zorès.

6° *Voiture automobile pour le chemin de fer à crémaillère du mont Pilate,* exposée par la Société suisse pour la construction de locomotives et de machines, à Winterthur.

Ce véhicule est constitué par la réunion, sur le même châssis, du moteur et de la caisse; il repose sur les rails distants de 0 m. 80 par l'intermédiaire de deux paires de roues sans boudin, le guidage étant fait par des galets situés de part et d'autre de la crémaillère. La suppression des boudins entraîne une diminution de frottement, surtout en courbe. A chaque essieu correspond une paire de roues dentées horizontales engrenant avec la crémaillère, mais les deux roues dentées placées du côté le plus bas de la voiture sont seules motrices; les deux autres ne servent qu'à assurer la direction et à servir éventuellement de frein. La chaudière est horizontale et du type locomotive ordinaire; afin d'éviter l'influence des dénivellations de la voiture sur la hauteur du niveau de l'eau, elle est disposée transversalement. Les engrenages moteurs sont mis en mouvement au moyen de deux cylindres extérieurs, par l'intermédiaire d'un engrenage différentiel qui permet au pignon de droite et de gauche de venir au centre s'appliquer également sur la crémaillère.

Afin d'empêcher que, pendant une tourmente de neige ou une avalanche, la voi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ture ne soit renversée, on a disposé, de chaque côté, des griffes qui peuvent, à volonté, saisir le champignon du rail par en dessous.

Les freins employés sont deux freins à main agissant, l'un, sur l'arbre moteur, l'autre, sur l'arbre supérieur. Pour les parties inférieures de la ligne, où les pentes sont faibles, on se sert d'un frein à vide. On a voulu, par surcroît de précaution, prévoir le cas où ces différents engins de retenue ne fonctionneraient pas. A cet effet, on a disposé, sur l'axe vertical des roues d'engrenage avant dont nous avons parlé et qui, en temps ordinaire, ne servent que pour assurer la direction, une sorte de régulateur à force centrifuge dont les masses, en s'éloignant du centre au fur et à mesure que la vitesse augmente, déclenchent, lorsque la vitesse dépasse 1 m. 30 par seconde, des clavettes qui viennent immobiliser les roues dentées et bloquent aussitôt le train.

La caisse du véhicule comporte 4 compartiments pouvant contenir chacun 8 voyageurs. Les sièges et le plancher sont construits de manière que les voyageurs y aient toujours une position à peu près verticale.

7° *Modèle d'une crémaillère,* système Ludwig, exposé par M. Ludwig. — Les crémaillères de ce système, étudiées en vue d'éviter les assemblages des dents et des flasques, et d'obtenir par suite plus de solidité, sont formées d'éléments d'un seul morceau fondus, laminés ou étampés. Ces éléments se fixent sur les traverses de la voie, soit directement, soit avec celles intermédiaires.

Il convient de mentionner ici, comme se rattachant aux dispositifs employés pour augmenter artificiellement l'adhérence en vue de franchir de fortes rampes, le dispositif ci-après :

8° *Modèle de locomotive à adhérence artificielle,* exposé par M. de Sparre. — Dans la disposition étudiée par M. de Sparre, la pose de la voie, dans les parties difficiles du tracé, est faite sur des supports spéciaux qui laissent la face inférieure du rail dégagée comme sa face supérieure. Sur la machine est installé un châssis auquel sont fixés des galets qui, effacés sur la voie courante, peuvent par une manœuvre de levier être amenés à volonté en pression plus ou moins énergique sur la face inférieure des rails. Le rail se trouve alors serré entre la roue et le galet, et l'adhérence est ainsi augmentée artificiellement pour franchir les fortes rampes.

CHAPITRE XI.

CHEMINS DE FER FUNICULAIRES.

Il existe aujourd'hui un certain nombre de chemins de fer funiculaires de divers systèmes. Un seul spécimen figurait à la classe 61, comme il est indiqué ci-après :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la France.

1° *Chemin de fer funiculaire, dessins et photographies* exposés par M. Alesmonières. — Ce chemin de fer à voie unique, de 1 mètre de largeur, établi pour relier la ville de Thonon (qui est bâtie en amphithéâtre sur une colline) avec le débarcadère des bateaux à vapeur situé sur le lac de Genève, est à câble et repose sur le principe du contre-poids ou balance d'eau. La longueur de la ligne est de 238 mètres rachetant une hauteur de 46 m. 54 avec une pente moyenne de 0 m. 20 par mètre, le maximum étant de 0 m. 22. Vers le milieu de la longueur du trajet se trouve un dédoublement de la voie pour le croisement du véhicule montant et du véhicule descendant. L'eau nécessaire pour remplir la bâche d'équilibre au sommet est fournie par le trop-plein des fontaines de la ville accumulé dans un réservoir en maçonnerie.

La voie, en rails Vignole de 17 kilogrammes le mètre, est posée sur des traverses en fer, forme Zorès, pesant 11 kilogrammes. Une crémaillère du système Abt, posée au milieu de la voie, engrène avec une roue dentée, fixée sur l'un des essieux de la voiture, et est destinée à assurer l'arrêt en cas de besoin.

Les voitures comportent une caisse fermée comprise entre deux plates-formes, réservées, l'une au conducteur chargé de la manœuvre du frein, l'autre au transport des bagages. La caisse est divisée en deux compartiments : l'un de première classe, dans lequel on entre par la plate-forme du conducteur, l'autre de deuxième classe, auquel on accède par deux portières latérales. Le châssis, formé de deux longerons en fer, auquel la caisse à eau est fixée, repose sur deux essieux par l'intermédiaire de ressorts. D'un côté de la voiture, les deux roues sont à gorge et folles sur les essieux; de l'autre côté elles sont à jante cylindrique et fixées sur les essieux. La voiture est munie d'un frein à main et d'un frein automatique. Son poids à vide est indiqué de 5.000 kilogrammes; elle peut contenir 26 voyageurs

2° *Frein automatique pour plans inclinés, à traction funiculaire,* exposé par M. Humbert. — Ce frein comporte, de chaque côté de la voiture, un patin à section trapézoïdale solidement fixé à la caisse, et qui, pour le serrage, s'engage dans une gouttière de même section placée le long de chaque rail, à l'intérieur de la voie. Sous la voiture est monté un arbre transversal portant en son milieu un secteur auquel est fixé le câble, et à ses deux extrémités deux cames agissant sur des leviers fixés au châssis et pressant sur les boîtes à huile. Sous l'effet de la traction du câble, les cames appuient sur les extrémités des leviers et ces derniers maintiennent la caisse de la voiture soulevée. Si le câble vient à se rompre ou à mollir, les cames cessent de presser sur les leviers, la caisse s'abaisse et les patins du frein se coincent dans les gouttières. On peut également, en produisant une diminution de la pression des cames sur les leviers, faire fonctionner ce frein à la main.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XII.

CHEMINS DE FER AÉRIENS.

La désignation de chemins de fer aériens s'applique aux lignes établies à une certaine hauteur au-dessus du niveau du sol. Nous citerons deux dispositifs de ces chemins de fer figurant à la classe 61 : le CHEMIN DE FER AÉRIEN MONORAIL, SYSTÈME LARTIGUE, et le MODÈLE DE CHEMIN DE FER AÉRIEN, SYSTÈME JULLIEN, FOURNIER ET BROCA. D'autres systèmes de chemins de fer aériens (projet Haag, etc.) figuraient en dessins (voir chapitre XIV).

I

CHEMIN DE FER AÉRIEN MONORAIL, SYSTÈME LARTIGUE.

1° *Spécimen de voie monorail (système Lartigue)*, exposé par M. LARTIGUE. — La voie forme une sorte de poutre métallique constituée par un rail unique à double champignon symétrique, un chevalet en forme d'A et une semelle métallique, le tout entretoisé par des cornières placées vers le tiers de la hauteur du chevalet et par des barres longitudinales fixées sur ces cornières et utilisées comme guides des roues horizontales placées sous les véhicules. Les deux branches du chevalet se recourbent verticalement à leur partie supérieure et supportent le champignon supérieur. L'assemblage du chevalet et du rail se fait au moyen d'un boulon. Les deux montants du chevalet sont assemblés à leur partie inférieure au moyen d'équerres avec une traverse métallique en forme d'U renversé très ouvert. Les guides latéraux sont constitués par des rails à demi-patin posés horizontalement. Les chevalets sont normalement espacés de mètre en mètre, sauf aux joints des rails, où cet écartement n'est que de 0 m. 50; les joints à éclisses sont en porte-à-faux. Les rails formant guide ne sont percés qu'aux joints d'éclissage et sont fixés à l'entretoise du chevalet au moyen d'une griffe de forme spéciale. Pour éviter le déversement du système dans le sens de la marche des trains, les chevalets sont entretoisés de distance en distance par des croix de Saint-André.

Les changements de voie sont constitués par une véritable plaque tournante sur laquelle est fixée une portion de voie en courbe de 30 mètres de rayon. Cette plaque est soutenue en son milieu par un pivot à deux galets et, à ses extrémités, par deux galets roulant sur un chemin circulaire. Le pivot est placé à l'intersection des deux tangentes extrêmes à la courbe formée par le rail mobile. L'aiguille est fixée par des verrous en face de la voie qu'elle doit desservir. Cet appareil est indiqué comme permettant, en raison de l'angle formé par les tangentes à la courbe aux points où elle

IMPRIMERIE NATIONALE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se raccorde avec les voies, de faire passer tout un train d'une quelconque des voies rayonnant autour de la plaque à aiguille sur une autre quelconque de ces voies et même de retourner ce train complètement bout pour bout, sans dételer aucun véhicule.

Des *dessins et photographies* exposés représentent l'application de ce système de voie à la ligne de Listowel à Ballybunion, en Irlande. Cette ligne a 15 kilomètres de longueur. La voie est formée de rails de 9 m. 50 de longueur et pèse 47 kilogrammes le mètre courant, chevalets et traverses compris. Les aiguillages, disposés comme il est dit plus haut, pèsent, pour la partie mobile, 750 kilogrammes.

Les dispositions adoptées pour les traversées de routes sont de deux types, suivant que c'est la ligne de rails ou la route qui est momentanément interrompue (cette dernière disposition ne se présente que pour les chemins d'exploitation agricole). Dans le premier cas, la traversée se fait au moyen de portions de voie mobile comme les aiguilles; dans le second cas, la tranchée pratiquée dans le chemin pour le passage de la ligne se ferme au moyen de ponts-levis à double volet.

2° *Voiture à voyageurs du type en service sur la ligne de Listowel à Ballybunion*, exposée par M. Lartigue. — Cette voiture est symétrique par rapport au plan longitudinal de la voie, et composée de deux caisses semblables assemblées comme des cacolets. Les roues principales, placées dans le même plan, roulent sur le rail supérieur; des galets horizontaux de guidage s'appuient sur les rails latéraux. Elle comprend un compartiment de première classe, un compartiment de deuxième classe et un compartiment à bagages. Dans les deux compartiments à voyageurs, les sièges sont disposés dos au rail. A l'une des extrémités de la voiture se trouve une plate-forme avec escaliers d'accès; cette plate-forme établit la communication entre les deux compartiments d'une même voiture et entre les véhicules d'un train.

Cette voiture est montée sur deux bogies à deux roues placées dans l'axe du rail; le ressort de suspension se trouve au droit du pivot du bogie.

3° *Dessins et photographies du matériel roulant de la ligne de Listowel à Ballybunion.* — Le matériel de cette ligne comprend des locomotives, des tenders, des voitures de deux classes, des wagons à marchandises couverts, des wagons à bétail, des wagons à chevaux, des wagons pour le transport du sable et des wagons pour longues pièces de bois, artillerie, etc.

Les locomotives sont à trois roues accouplées. Chaque locomotive comporte deux chaudières du type ordinaire disposées parallèlement de chaque côté du rail et distantes de 1 m. 60 d'axe en axe. Ces deux chaudières communiquent entre elles et fournissent la vapeur à deux cylindres placés également de chaque côté du rail et actionnant les trois galets moteurs accouplés.

Pour profiter, dans les rampes courtes, de l'adhérence du tender, ce dernier est muni de deux roues accouplées qui peuvent être actionnées par des cylindres et un mécanisme spécial.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces machines pèsent 6.500 kilogrammes en charge, les tenders environ 4.500 kilogrammes avec 910 litres d'eau et 500 kilogrammes de charbon.

Les voitures à voyageurs sont de deux modèles, suivant que les voyageurs sont assis dos au rail ou face à face, comme dans le matériel ordinaire. Ces voitures ont 4 m. 90 hors traverses; elles peuvent contenir de 20 à 24 voyageurs. Chacune d'elles est supportée par trois roues supérieures et munie de deux galets de guidage de chaque côté.

Les locomotives et les voitures à voyageurs sont munies du frein Westinghouse, dont les wagons à marchandises ne portent que les raccords. Les machines et tout le matériel roulant sont munis, au centre des traverses, d'un tampon et d'un appareil d'attelage.

4° *La voie monorail portative, système Lartigue,* était également représentée à la classe 61 par des éléments de voie, des véhicules en forme de cacolets et des dessins. Les éléments de voie portative ne comportent pas d'entretoisement et sont formés de trois pièces seulement : la semelle et les deux jambages. Les aiguillages et les passages à niveau sont remplacés par des tronçons de voie que l'on change de place, suivant les besoins. Les véhicules ou cacolets reçoivent diverses formes, suivant les usages auxquels ils sont destinés. Ils sont disposés pour la traction animale.

M. Lartigue exposait également des plans relatifs à divers projets d'application de son système de chemin de fer aérien et des dessins de matériel roulant du même système (voir chapitre XIV).

II

CHEMIN DE FER AÉRIEN SYSTÈME JULLIEN, FOURNIER ET BROCA.

Modèle à $\frac{1}{20}$ et *aquarelle* représentant un *projet d'application de leur système de chemin de fer aérien à un chemin de fer métropolitain,* exposés par MM. Jullien, Fournier et Broca.

Ce chemin de fer est à double voie. Les voies en rails Vignole sont posées sur des consoles fixées de part et d'autre d'un caisson métallique formé de deux poutres rivées ensemble et supporté par des colonnes en treillis.

Le matériel projeté se compose de voitures reposant sur deux ou sur trois essieux. Chaque essieu est pourvu de deux roues de diamètres inégaux, la roue la plus grande étant placée du côté de la poutre en treillis et la plus petite du côté extérieur. La cloison du côté de la poutre en treillis est pleine et porte des pièces en fer forgé qui embrassent, en laissant beaucoup de jeu, des fers cornières fixés sur la semelle supérieure de la poutre; ces pièces sont destinées à retenir la voiture en cas d'accident. L'autre cloison longitudinale est garnie de châssis vitrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIII.

CHEMIN DE FER GLISSANT.

Chemin de fer glissant à propulsion hydraulique, exposé par la Société de fondation des chemins de fer glissants perfectionnés. — L'idée première de ce chemin de fer est due à M. Girard qui en a fait l'essai vers 1862; M. Barre a repris l'invention et a apporté à sa conception divers perfectionnements de détails.

Le spécimen exposé à l'Esplanade des Invalides comportait un élément de voie assez long et avec forte pente, et plusieurs véhicules, le tout fonctionnant devant le public.

Les véhicules sont, en réalité, des traîneaux dont les châssis reposent, par l'intermédiaire de patins en fonte, sur des rails très élargis. Pour diminuer considérablement le coefficient de frottement, on refoule entre le patin et le rail une petite lame d'eau qui les isole complètement l'un de l'autre. Un tuyau amène au centre de chaque patin de l'eau sous pression. Cette eau tend naturellement à s'échapper entre le patin et le rail, mais des cannelures creusées dans des rebords intérieurs retardent beaucoup sa vitesse d'écoulement, et forcent l'eau à s'accumuler et à comprimer l'air qui se trouve sous le patin; le patin se soulève un peu et glisse, non plus sur le rail, mais en réalité sur la lame d'eau. Le train porte son approvisionnement d'eau sous pression, pour les petits parcours.

Le dispositif du moteur est le suivant : au milieu de la voie se trouve une ligne de tuyaux dont se détachent, de distance en distance, des ajutages dont chaque moitié est orientée dans chacun des sens de marche. Une double ligne de palettes, formant en réalité une turbine développée, est fixée de chaque côté sous la voiture, dans l'axe du train, au-dessus des ajutages dont il s'agit. Ces palettes sont également disposées de manière à agir dans les deux sens de la marche alternativement; la propulsion est effectuée par la poussée de l'eau s'échappant des ajutages sur les palettes. Le sens de la marche dépend de l'orientation des palettes et de celle des ajutages qui fonctionnent.

Une aiguille fixée sous le tender ouvre les soupapes de l'ajutage convenable, et l'eau jaillit pour agir sur les palettes. Une aiguille semblable, mais placée en sens inverse sur le dernier véhicule du train, ferme la soupape. Ces ouvertures et fermetures successives se répètent au fur et à mesure de l'avancement du train. L'impulsion est ainsi successivement donnée au train par les différents ajutages dont l'écartement est calculé convenablement.

Pour le démarrage, un dispositif spécial permet d'ouvrir les ajutages à la main.

Les patins sont disposés avec une articulation de manière à se prêter aux inégalités forcées de la voie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'étanchéité aux joints des rails est obtenue au moyen d'une garniture en caoutchouc suffisamment élastique pour ne pas gêner la dilatation.

Pour les grands parcours, le projet prévoit que l'eau d'alimentation des patins ne serait plus portée par le tender; elle s'embarquerait automatiquement en vitesse et s'emmagasinerait sous pression dans des réservoirs spéciaux placés sous chaque véhicule. A cet effet, la turbine pour chaque wagon serait divisée en trois longueurs, les deux extrêmes étant réservées à la propulsion, et celle du milieu à l'emmagasinement de l'eau de glissement. Dans ce but, les aubes de cette dernière partie, au lieu d'être circulaires comme celles de la propulsion, seraient allongées horizontalement dans le sens de l'arrivée de l'eau. Elles se prolongeraient de l'autre côté de la turbine, et seraient réunies par une tôle en forme de paraboloïde pour faire remonter l'eau des propulseurs dans les réservoirs des véhicules.

RÉSUMÉ (CHEMINS DE FER DE SYSTÈMES DIVERS).

Les chemins de fer de systèmes divers, dont quelques-uns, exposés à la classe 61, sont relatés dans la quatrième partie du présent rapport, donnent des solutions plus ou moins avantageuses pour les transports sur des points et dans des conditions exceptionnels. Certains pays ont vu et verront se développer les applications des chemins de fer à crémaillère, des chemins de fer funiculaires et des chemins de fer aériens, et déjà quelques-uns en offrent des exemples nombreux et intéressants.

Ces divers systèmes permettent de résoudre bien des problèmes de transport que le chemin de fer classique ne pourrait pas aborder ou n'aborderait qu'avec de notables inconvénients. A ce titre, ils doivent être suivis par les ingénieurs avec le plus grand intérêt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CINQUIÈME PARTIE.

OBJETS DIVERS.

CHAPITRE XIV.

DESSINS ET MODÈLES RELATIFS À DES TRACÉS, TRAVAUX D'ART ET INSTALLATIONS DE CHEMINS DE FER.

(VOIE LARGE, VOIE ÉTROITE, TRAMWAYS, CHEMINS DE FER DIVERS, ETC.).

De nombreux PLANS ET DESSINS relatifs soit à des TRACÉS ET TRAVAUX D'ART DE CHEMINS DE FER, soit à des INSTALLATIONS DE GARES, ATELIERS, DÉPÔTS, ETC., ont figuré à la classe 61; c'est dans cet ordre qu'on a relaté ci-après un certain nombre de ces dessins et qu'on a sommairement décrit les objets qu'ils représentent.

I

TRACÉS ET TRAVAUX D'ART DE CHEMINS DE FER.

Exposition de la Bolivie.

1° *Étude de chemin de fer en Bolivie,* exposée par M. BRESSON.

2° *Albums et dessins,* présentés par la COMPAGNIE DES MINES DE HUANCHACA. — La Compagnie des mines de Huanchaca, constituée en vue de l'exploitation des minerais argentifères de la province de Potosi, a fait construire un chemin de fer de 640 kilomètres de longueur reliant les mines au port d'Antofagasta, sur le Pacifique. Le village d'Huanchaca est à 4.100 mètres environ au-dessus du niveau de la mer; la pente maximum de la ligne est de 0 m. 032 par mètre. La voie a 0 m. 76 de largeur, avec rails de 18 kilogrammes par mètre courant. Le matériel roulant se compose de wagons à huit roues pouvant transporter 14 tonnes de poids utile. A Antofagasta se trouvent les ateliers de réparation du matériel et une gare maritime formée par une jetée avançant de 100 mètres dans la mer.

Parmi les ouvrages d'art, on peut citer un pont métallique de 267 mètres de longueur, et qui est élevé de 212 mètres au-dessus du niveau de la mer. En outre, un travail considérable a été entrepris pour l'alimentation d'eau; l'eau manquant à Anto-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fagasta, la Compagnie a fait établir une canalisation de 314 kilomètres, destinée à alimenter à la fois les stations de la ligne et la ville elle-même. La prise d'eau est à 3.500 mètres au-dessus du niveau de la mer; le débit prévu est de 2.500 mètres cubes par vingt-quatre heures. L'eau est conduite par des tuyaux en fonte, avec joints en caoutchouc; 32 réservoirs intermédiaires maintiennent la pression entre 10 et 12 atmosphères; les tuyaux et les réservoirs sont fournis par l'industrie française.

Exposition du Brésil.

3° *Tableaux et dessins relatifs à la construction et aux travaux de la ligne,* exposés par la Compagnie de chemin de fer et de navigation Paulista. — La ligne a 242 kilomètres de longueur, la voie a 1 m. 60 de largeur, la pente maximum est de 0 m. 02 et le rayon minimum des courbes de 300 mètres; les rails en acier, du type Vignole, pèsent 31 kilogr. 8 le mètre courant; les traverses sont en bois indigène. L'ouvrage d'art le plus important est un pont en fer en treillis, de 48 m. 80 de longueur.

4° *Photographies, tableaux, dessins et plans,* relatifs au chemin de fer don Pedro II. — Le réseau don Pedro, appartenant à l'État brésilien, comporte 725 kilomètres à voie de 1 m. 60 et 61 kilomètres à voie de 1 mètre. Les pentes maxima sont respectivement de 0 m. 018 et de 0 m. 025; les rayons minima des courbes de 180 et 100 mètres. Les rails en acier, du type Vignole, pèsent 20 et 32 kilogrammes le mètre courant. Les traverses sont en bois indigène.

L'établissement de la ligne a nécessité la construction de 11 tunnels, de murs de soutènement de 7 mètres de hauteur dans des régions vaseuses, et de ponts, tantôt en pierre, tantôt en fer, dont l'un atteint 234 mètres de longueur. Ce chemin de fer, exploité par le Gouvernement, sert d'école pour ses ingénieurs.

Exposition des États-Unis.

5° *Carte de la route directe de New-York à la Havane,* exposée par M. Plant. — Cette route porte le nom de Plant and Jacksonville, Tampa and Keywest system; établie sur l'initiative de M. Plant, en vue d'éviter le détour de l'ancienne route par Mexico, la Vera-Cruz et le golfe du Mexique, elle conduit par une voie ferrée (Nord-Sud) de New-York à Tampa (Floride), et de Tampa à la Havane par une ligne de paquebots dont un modèle était exposé.

A Tampa, se trouve un hôtel dont un tableau exposé reproduit la disposition générale.

Exposition de la France.

6° *Carte, à l'échelle de* $\frac{1}{200000}$, de la Tunisie et de la partie de l'Algérie desservie par la Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma, exposée par cette Compagnie. Les lignes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à voie de 1 m. 45 ont une longueur de 536 kilomètres; celles à voie étroite de 1 mètre ont 128 kilomètres; ensemble, 664 kilomètres.

7° *Photographies* exposées par la MÊME COMPAGNIE (BÔNE-GUELMA), représentant les points intéressants et les principaux ouvrages d'art du réseau de cette Compagnie, tels que les ponts de Duvivier, du Guide, des gorges de Béja, de la Medjerdah, le viaduc d'Hammam-Meskoutine et le mur de soutènement et le tunnel du kilomètre 144 de la ligne de Bône à Ghrardimaou.

8° *Plans et photographies des extensions et installations nouvelles de Paris à Noisy-le-Sec,* exposés par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST. — Dans ces documents figurent un grand nombre d'ouvrages d'art, parmi lesquels on peut citer : le passage supérieur de la rue Lafayette, le pont sur le canal de l'Ourcq, et le passage supérieur de la route nationale n° 3, dont les dessins étaient exposés. (Les travaux relatifs aux installations de gares, d'ateliers, de dépôts, etc., exécutés sur cette même section sont relatés page 366.)

9° *Album de ponts et charpentes métalliques et deux albums relatifs aux travaux d'établissement d'une deuxième voie sur la ligne de Gretz à Coulommiers,* exposés également par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST.

10° *Carte du réseau des chemins de fer de l'Est algérien à l'échelle de* $\frac{1}{200000}$ *et albums,* exposés par la COMPAGNIE DE L'EST ALGÉRIEN. — Les albums joints à la carte donnent des vues de divers ouvrages d'art.

La longueur totale du réseau est de 886 kilomètres, dont 92 kilomètres à voie de 1 mètre. La ligne principale, reliant Alger (Maison-Carrée) avec Constantine, a 453 kilomètres de longueur; elle traverse des parties très accidentées; aux gorges de l'Isser, on trouve un souterrain de 600 mètres de longueur; près du passage de l'Oued Djemmâa, le tracé se développe en lacet et comporte un tunnel de 930 mètres. La traversée d'un autre faîte a nécessité la construction du souterrain du Temet el Merdj, de 2.600 mètres de long. Enfin le passage des ravins et cours d'eau a nécessité la construction de nombreux ponts métalliques dont beaucoup présentent des portées de 50 mètres.

11° *Dessin du pont sur le bassin de la Liane à Boulogne-sur-Mer,* exposé par la COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD. — Le pont jeté sur la Liane, à Boulogne-sur-Mer, pour permettre à certains trains express d'éviter le rebroussement nécessité par l'arrêt dans la gare existante, présentait une difficulté d'exécution toute spéciale par suite de son voisinage avec un pont existant. La proximité des deux ouvrages, vers une des extrémités, a rendu indispensable d'orienter en ce point les nouvelles piles suivant l'axe des anciennes, bien que l'axe du nouveau pont fît un angle assez prononcé avec celui de l'ancien. L'ensemble du nouveau pont a 352 mètres de longueur, et se compose de 7 travées métalliques biaises, dont 4 travées de 44 m. 80 et 3 travées variant de 44 m. 20 à 37 m. 57. Les fondations ont été faites à l'aide de l'air comprimé.

12° *Dessins,* exposés par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST ALGÉRIEN, et se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapportant à l'un des principaux ouvrages d'art en construction, le *pont métallique sur le Saf-Saf,* en arc de 68 mètres de portée et de 6 m. 70 de flèche avec trois charnières, situé en courbe de 300 mètres, et en rampe de 0 m. 011 par mètre, ainsi que diverses photographies montrant les points difficiles du tracé des nouvelles lignes à construire.

13° *Dessins,* exposés par la Compagnie des chemins de fer du Sud de la France, et relatifs : aux *ponts métalliques avec pieux en fer et vis en fonte* pour la traversée de la plaine de Fréjus (un modèle figurait à la classe 63); au *pont mobilisable en acier* construit sur le Var, à Colomars (un modèle figurait à la classe 63); ainsi qu'aux *travaux d'art et bâtiments* construits sur diverses lignes de son réseau, notamment les *viaducs de la Siague, de Ribes, de la Pouriaque et du Rayol.*

14° *Plan du métropolitain aérien,* pour Paris, projet exposé par M. P.-E. Haag[1]. — L'idée fondamentale du projet de M. Haag est l'association de l'établissement d'un chemin de fer métropolitain avec la réalisation d'une grande opération de voirie, dans les quartiers centraux de Paris. Le tracé est partout à l'air libre, sur viaduc à arcades, sauf dans les parties élevées du sol parisien, telles que la montagne Sainte-Geneviève et le Trocadéro. Les déclivités maximum sont de 0 m. 010 par mètre; le rayon minimum des courbes est de 250 mètres. De chaque côté du viaduc, on a disposé, soit de larges rues, soit des passages latéraux couverts. Les arcades sont occupées par des boutiques.

L'artère centrale unique à quatre voies traverse Paris du Sud-Est au Nord-Ouest, en se ramifiant à ses deux extrémités : à l'extrémité Nord-Ouest, pour se relier aux gares de l'Est, du Nord et de l'Ouest (Saint-Lazare), à l'extrémité Sud-Est, pour se relier aux gares de la Bastille (Paris-Vincennes), de Lyon et d'Orléans. De cette dernière ligne de jonction se détache, au Jardin des Plantes, une ligne qui dessert la rive gauche de la Seine et remonte au Trocadéro, pour se raccorder à la ligne de Paris à Auteuil, vers la Porte-Maillot. Diverses sections additionnelles complètent le réseau.

Les choses sont disposées de telle sorte que, pour le service urbain, le métropolitain ainsi conçu fasse corps, pour ainsi dire, avec la petite Ceinture, et que, pour le service de banlieue et des grandes lignes, les trains en provenance ou à destination des différents réseaux, avec lesquels il est relié, puissent circuler sur toute son étendue dans les conditions ordinaires d'exploitation.

15° *Modèle à 1/20 d'un projet de tramway aérien et du matériel projeté,* exposé par MM. Jullien, Fournier et Broca. — Le projet comporte un viaduc pour deux voies de 0 m. 85 de largeur placé dans l'axe des avenues et des boulevards existants. Ce viaduc se compose de deux poutres de 1 m. 70 de hauteur juxtaposées et rivées sur des colonnes rectangulaires en treillis de fer, espacées de 30 à 40 mètres. Des consoles

[1] Un modèle en relief ainsi que des plans, dessins et documents étaient exposés à la classe 63.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixées sur les poutres supportent les rails Vignole de la voie. Le poids de la poutre et des supports peut être évalué à 1.000 kilogrammes environ le mètre courant.

Les voitures proposées sont de trois modèles. Les unes ont la forme d'une voiture-tramway coupée longitudinalement en deux parties. La banquette, parallèle à la voie, est adossée à la cloison fermée, située à côté de la poutre. La caisse peut contenir vingt voyageurs (douze à l'intérieur et huit sur les plates-formes). On accède à la voiture par deux plates-formes situées aux extrémités. La voiture est montée sur trois essieux et est indiquée comme pesant 3.000 kilogrammes, soit un poids mort de 150 kilogrammes par voyageur. Dans le second modèle de voiture, la disposition de la caisse et des sièges est la même que dans la voiture précédente, mais la plate-forme d'accès se trouve au milieu du véhicule qui est monté sur trois essieux. Le troisième modèle de voiture comporte deux compartiments séparés à banquettes transversales, auxquels on accède par des portières latérales, et, aux extrémités, deux plates-formes couvertes; la voiture peut contenir vingt voyageurs et est montée sur deux essieux.

Dans ces trois types de voitures, chaque essieu est pourvu de deux roues de diamètres inégaux, la roue du plus grand diamètre étant placée du côté de la poutre en treillis sous la banquette, la plus petite se trouvant sous le couloir. La cloison du côté de la poutre en treillis est fermée et porte des pièces en fer forgé qui embrassent, en laissant un certain jeu, des fers à T vissés sur la semelle supérieure de la poutre; ces pièces sont destinées à retenir la voiture en cas d'accident. L'autre cloison longitudinale est garnie de châssis vitrés mobiles.

Le projet comporte l'application de divers modes de traction, électrique, funiculaire, etc.

16° *Plans du tracé du profil, des ouvrages d'art et d'un projet de ligne monorail,* de Feurs à Panissières (Loire), et *dessins du matériel roulant projeté pour cette ligne,* exposés par M. Lartigue. — Les dispositions de la voie et des appareils de voie sont, dans leur ensemble, les mêmes que celles décrites au chapitre XII; toutefois, on a prévu la suppression des passages à niveau et leur remplacement par des traversées supérieures ou inférieures. Cette ligne comporte de nombreux ouvrages d'art, notamment des ponts et des viaducs. Parmi ces derniers, on peut citer un viaduc de 106 mètres de longueur en rampe de 0 m. 025 et en courbe et contre-courbe de 31 mètres de rayon. Ce viaduc est constitué par une poutre en treillis métallique à section triangulaire reposant sur des pilotis ou sur des blocs de maçonnerie par l'intermédiaire de piles métalliques espacées de 5 mètres à 7 mètres. Le rail est posé à la partie supérieure de la poutre en treillis.

Les locomotives (dessin exposé) projetées pour cette ligne sont du système Compound-Mallet. Elles sont à deux trains articulés comprenant chacun trois roues accouplées et un groupe de deux cylindres moteurs. Les chaudières, au nombre de deux et disposées comme celles des locomotives de la ligne d'Irlande, communiquent entre elles par un tuyau réunissant les dômes placés à l'arrière au-dessus des foyers. Les produits de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

combustion s'échappent par une cheminée unique. Les cylindres à haute pression, placés vers le milieu de la locomotive, actionnent les trois roues d'arrière. Les cylindres à basse pression, placés en avant, actionnent les trois roues d'avant. Chacun des groupes de roues motrices comprend une roue médiane sans boudin et deux roues extrêmes à gorge. L'appareil moteur est compris entre les deux chaudières. Les plates-formes pour le mécanicien et pour le chauffeur sont solidaires du train moteur d'arrière; elles sont recouvertes par un abri et communiquent par un escalier.

Cette locomotive est indiquée comme pesant à vide 9 tonnes et en service 12 tonnes.

17° *Dessins d'un projet d'application du monorail à un chemin de fer à crémaillère* projeté de Chilecito à Famatina (République Argentine), MÊME EXPOSANT (M. LARTIGUE). — La ligne à établir dans une région minière très accidentée comporte des rampes de 0 m. 330 par mètre et des courbes de 20 mètres de rayon.

La crémaillère double et horizontale est placée immédiatement au-dessous du rail, les dents sont croisées, les pleins d'un des côtés correspondent aux vides de l'autre.

Les locomotives projetées, du système Compound-Mallet, comportent quatre roues porteuses roulant sur le rail et quatre roues dentées situées deux à deux de chaque côté de la crémaillère avec laquelle elles engrènent. Deux des roues (placées en diagonale) sont motrices; les deux autres peuvent être enrayées pour servir de frein. En vue de conserver aux chaudières la position horizontale, celles-ci sont suspendues de chaque côté de la voie à une articulation du châssis. Cette disposition entraîne l'emploi de tuyaux de prise de vapeur et d'échappement avec articulation.

18° *Dessins d'un projet de chemin de fer métropolitain aérien monorail,* MÊME EXPOSANT (M. LARTIGUE). — Le projet comporte un viaduc pour une seule voie monorail, placée dans l'axe des rues et avenues existantes. Ce viaduc est composé de piliers métalliques supportant une poutre en treillis, à deux âmes croisées en X, sur laquelle est posé le rail. Des guides longitudinaux sont fixés de chaque côté à la semelle inférieure de la poutre.

Les voitures projetées sont à impériale; elles se composent de deux caisses situées de part et d'autre de la voie et reliées par un bâti en forme de cacolet. Les banquettes sont placées longitudinalement; des plates-formes avec escaliers situées aux deux extrémités permettent l'accès dans l'intérieur ou sur l'impériale. Des galets horizontaux placés sous les caisses roulent sur les guides latéraux. La traction se fait par l'électricité; à cet effet, les voitures portent un moteur électrique; l'électricité, produite au moyen de machines génératrices dans une usine centrale, est amenée à la machine réceptrice de chaque voiture par des conducteurs placés sous les ailes de la poutre et embrassés par des balais portés par le véhicule.

19° *Chemin de fer intérieur de l'Exposition* (travaux par MM. Gaillot et Gallotti et exploitation par la Société Decauville aîné). — Ce chemin de fer a été considéré comme exposé. Il se composait d'une ligne à deux voies partant de l'Esplanade des Invalides, aux abords du Ministère des affaires étrangères, longeant les quais, traversant en tran-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chée le parc du Champ de Mars, passant en face de la gare du Champ de Mars, et suivant ensuite la clôture de l'avenue de Suffren pour se terminer au pignon ouest du Palais des machines. Le tracé, d'une longueur totale de 3 kilomètres, comportait en pleine voie une courbe de 43 mètres de rayon formant un quart de cercle, et des courbes de 20 mètres de rayon dans les croisements; les déclivités atteignaient 0 m. 025 par mètre au maximum. La plate-forme, pour deux voies de 0 m. 60 de largeur, avait 5 m. 20 de largeur. Parmi les travaux d'art que l'exécution de cette ligne a nécessités, on peut citer le tunnel de 40 mètres de longueur du pont d'Iéna, et un autre de 20 mètres de longueur au droit du pont de l'Alma, l'un et l'autre avec tranchées blindées en bois aux abords. La chaussée était formée, au-dessus de ces passages, par des poutres en bois recouvertes de madriers jointifs. La longueur de la partie couverte au pont d'Iéna était portée à 106 mètres.

Des passages à niveau, installés à la traversée des avenues de la Tour-Maubourg et de Labourdonnais étaient munis de barrières roulantes en fer et gardés.

En avant des gares terminus, les deux voies se réunissaient en une seule, pour permettre de recevoir les trains sur une quelconque des voies de la gare.

20° *Dessins et modèles,* exposés par la Société générale des chemins de fer économiques, et relatifs à ses lignes, savoir :

Tracé des diverses lignes d'intérêt général et d'intérêt local, comprenant 60 kilomètres de lignes concédées et non déclarées d'utilité publique; 1.026 kilomètres de lignes concédées et déclarées d'utilité publique (dont 510 en construction et 516 en exploitation), et 55 kilomètres de lignes dont l'exploitation est affermée, parmi lesquels 49 en construction et 6 en exploitation. 296 kilomètres de ces lignes sont à voie de 1 m. 50; le reste est à voie de 1 mètre; 6 kilomètres, de Noyelles à Saint-Valery-sur-Somme, exploités pour le compte de la Compagnie du Nord, sont à quatre fils de rails;

Disposition des voies des stations. — La voie principale dans les stations est flanquée d'une voie de part et d'autre; l'une de ces voies sert pour les garages, l'autre longe le bâtiment principal et la halle à marchandises. Vers chacune des extrémités de cette dernière voie s'embranche une quatrième voie qui contourne la station en passant dans la cour d'accès, et qui sert pour les chargements directs, etc.;

Dessins des systèmes de raccordement et de pénétration dans les gares communes, et divers modèles de transbordement, pour passer du matériel de la voie étroite à celui de la voie large, et réciproquement.

21° *Dessins, tableaux et photographies,* relatifs aux travaux exécutés pour la suppression des passages à niveau sur la Ceinture (rive droite) exposés par le Syndicat des Chemins de fer de Ceinture de Paris. — Ces dessins indiquent la méthode suivie pour l'exécution très rapide de ces travaux. Les passages à niveau à supprimer étaient au nombre de dix. Pour six d'entre eux, la suppression a été obtenue par l'exhaussement de la plate-forme au-dessus du niveau des rues voisines, en maintenant l'exploitation sur le chemin de fer pendant les travaux. Pour les quatre autres, le chemin de fer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a été abaissé au-dessous des voies publiques et l'exploitation provisoire a été faite sur une déviation.

Pour la suppression des six premiers passages (XII^e et XX^e arrondissements), on a relevé la plate-forme sur 3.520 mètres, sans interrompre la circulation de 130 à 170 trains de jour et de nuit; le travail total a duré trente-deux mois. Le cube des terrassements a été de 300.000 mètres cubes environ. La traversée des voies publiques a nécessité 400 mètres de tabliers métalliques pesant 4 à 11 tonnes. Dépense, environ 8 millions de francs.

La suppression des quatre autres passages (XVII^e et XVIII^e arrondissements) a comporté, pour trois d'entre eux, l'abaissement de la plate-forme; pour le quatrième, on a fait un passage supérieur. Le travail a duré douze mois. Déblai, 230.000 m. cubes. Tabliers métalliques sur 325 mètres de longueur. Dépense, environ 9,200,000 francs.

La dépense totale a été supportée pour un tiers par l'État, pour un tiers par la Ville de Paris et pour un tiers par le Syndicat des Chemins de fer de Ceinture.

Exposition du Mexique.

22° *Plans, albums et photographies de diverses lignes de chemins de fer,* parmi lesquelles :

a. *Chemins de fer à voie de 1 m. 50.* — Chemin de fer central mexicain (Mexico à Pase-del-Norte) : longueur, 2.377 kilomètres, pente maximum, 0 m. 035 par mètre. — Chemin de fer mexicain (Mexico à Vera-Cruz) : longueur, 423 kilomètres, pente maximum, 0 m. 0425; tunnels, ponts, viaducs dont le plus important est celui de Metlac. — Chemin de fer de Sinaloa à Durango : longueur, 65 kilomètres. — Chemin de fer de Vera-Cruz à Alvarado : longueur, 72 kilomètres, etc.

b. *Chemins de fer à voie de 0 m. 914.* — Chemin de fer de Foluca à San-Juan-de-las-Huertas : longueur, 15 kilomètres. — Chemin de fer Hidalgo : longueur, 137 kilomètres, pente maximum, 0 m. 023. — Chemin de fer de Merida à Peto : longueur, 58 kilomètres. — Chemin de fer national mexicain : longueur, 1.655 kilomètres, pente maximum, 0 m. 040; cette dernière ligne envoie un tronçon de Mexico vers Manzanillo, port sur l'océan Pacifique, etc.

A ces plans viennent s'ajouter un modèle de chemin de fer pour bateaux (voir plus loin, page 433) et des photographies du chemin de fer des anciennes mines de Villa-Aldama.

Exposition de la Suisse.

23° *Plan en relief à l'échelle de* $\frac{1}{25\,000}$, exposé par la COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU SAINT-GOTHARD. — Ce plan montre le tracé de la ligne de Lucerne à Bellinzona. L'un des points les plus intéressants est le tunnel sous le Saint-Gothard avec ses abords. Le grand tunnel, construit pour deux voies, a 14.984 mètres de longueur; son portail Nord est à 1.109 mètres au-dessus du niveau de la mer, son portail Sud à 1.144 mètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et son point culminant à 1.154 mètres. La température de l'air y varie de 18 à 23 degrés centigrades. La pente du côté Nord est de 0 m. 0058, celle du côté Sud de 0 m. 002. Le travail a été exécuté du mois d'octobre 1872 à la fin de l'année 1881.

Les abords présentent des inclinaisons presque continues de 0 m. 025 à 0 m. 026 par mètre, et le relief du sol a conduit à adopter en divers points l'emploi des souterrains en hélice qui sont une des curiosités du tracé.

II

INSTALLATIONS DE GARES, ATELIERS, DÉPÔTS, ETC.

A. Installations de gares.

1° *Dessins de la gare à voyageurs,* récemment construite par l'Administration des chemins de fer de l'État français, dans la prairie au Duc, à Nantes, exposés par cette Administration. — Cette gare terminus reçoit les lignes des chemins de fer de l'État et celle de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. Elle est reliée par un raccordement spécial avec la gare de la Compagnie d'Orléans, à Nantes. Les installations comprennent : 1° pour le service des voyageurs, un bâtiment parallèle aux voies, d'une longueur de 120 mètres, et une halle, accolée à la façade sur voie de ce bâtiment, et de même longueur (120 mètres), couvrant cinq voies et trois trottoirs; 2° pour le service des messageries, une halle, des bureaux, un quai découvert et une cour de 1.200 mètres carrés; 3° divers bâtiments accessoires renfermant la lampisterie, la bouillotterie, des water-closets, etc.; 4° pour la petite vitesse, deux halles longues de 70 mètres, quatre quais découverts, un parc empierré de 14 ares avec quai spécial pour l'embarquement et le débarquement des bestiaux, des bureaux et une cour. La surface totale occupée par la nouvelle gare est de 13 hectares, dont 1.100 mètres carrés de parties couvertes.

2° *Plans et photographies des installations nouvelles de Paris à Noisy-le-Sec,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Est (les dessins relatifs aux ouvrages d'art ont été mentionnés dans le paragraphe précédent, page 360). — Le point de départ des travaux, commencés en 1888 et actuellement en cours, a été l'insuffisance du tronc commun des lignes de Paris à Avricourt et de Paris à Belfort, qui ne comportait que deux voies principales. Après l'exécution complète des travaux entrepris, il y aura six voies entre la gare des voyageurs de Paris et la gare de marchandises de la Villette, huit voies de la Villette à Bobigny et dix voies de Bobigny à Noisy-le-Sec.

Ces travaux comprennent : l'extension des services des messageries et de la douane, l'installation de nouveaux quais couverts et de l'éclairage électrique à la gare de Paris; l'agrandissement de la gare de la Villette, au moyen du transport des ateliers du matériel et de la traction à Noisy-le-Sec, et du remaniement du dépôt des loco-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

motives réservé pour les trains de voyageurs seulement; l'agrandissement des gares d'Est-Ceinture et de Pantin; la création d'une gare de triage par la gravité et d'ateliers pour l'entretien des voitures à Bobigny. Enfin, à Noisy-le-Sec, la déviation du chemin de fer de Grande-Ceinture pour l'agrandissement de la gare d'échange actuellement prévue, avec espace réservé en vue d'agrandissements ultérieurs.

Un dépôt de locomotives et des ateliers pour le service du matériel et de la traction seront installés en remplacement de ceux de la Villette.

3° *Dessins représentant les projets d'une gare destinée à remplacer la gare de Bordeaux-Saint-Jean,* dont les constructions n'ont été faites qu'à titre provisoire, exposés par la Compagnie des chemins de fer du Midi.

Cette gare est l'origine des lignes du réseau du Midi; elle est, en outre, le point d'arrivée et de départ d'un certain nombre de trains de voyageurs du réseau d'Orléans, de ou pour Paris, celui de tous les trains de voyageurs et de marchandises du réseau de l'État et des trains du chemin de jonction reliant les gares Saint-Jean et de la Bastide (gare du réseau d'Orléans).

La surface actuellement occupée par le service de la grande vitesse (bâtiments, voies et cours) est de 7 hect. 06 ares. Dans le projet d'agrandissement, cette surface est de 9 hect. 35 ares et s'étend sur tout l'espace compris entre le quai de la Garonne et le pont du Guit, d'une part, et entre les rues de la Gare et des Terres-de-Bordes, d'autre part.

La gare actuelle est du type bilatéral; les services de l'arrivée et du départ pour les réseaux d'Orléans et de l'État sont situés du côté de la ville, et celui du départ pour le Midi du côté opposé. Les bâtiments présentent les surfaces suivantes : pour l'arrivée, 1.944 mètres carrés; pour le départ, 1.492 mètres carrés; soit au total 3.436 mètres carrés.

Dans le projet, la gare nouvelle comporte un seul bâtiment du côté de la ville, sur une longueur de 300 mètres. Deux cours spéciales sont réservées, l'une au service du départ, l'autre à celui de l'arrivée; sa surface se répartit comme suit : arrivée, 1.671 mètres carrés; bâtiment intermédiaire (services communs), 425 mètres carrés; départ, 4.971 mètres carrés; soit au total 7.067 mètres carrés. Une halle métallique, de 58 mètres de portée et de 300 mètres de longueur, couvre les trottoirs et les sept voies principales destinées au service des voyageurs. Les trottoirs les plus éloignés sont reliés au bâtiment des voyageurs par des passages souterrains. Du côté de la Garonne, le pavillon extrême reçoit au rez-de-chaussée le service des postes, et aux étages le service médical, etc. Du côté opposé, à l'extrémité des bâtiments du départ, le pavillon symétrique contient un hôtel terminus (dépendances au rez-de-chaussée et environ trente chambres).

4° *Dessin des gares et installations accessoires du Bourget,* exposés par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — La gare de triage du Bourget, située à la rencontre de la ligne de Paris à Soissons avec la ligne de Grande-Ceinture, est un point d'échange

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre le réseau du Nord et ceux de l'Est, de Lyon, d'Orléans et de l'Ouest; on y a reporté les services des échanges qui fonctionnaient précédemment à la gare *extra muros* de la Plaine, dépendances de la gare *intra muros* de la Chapelle.

On a installé dans cette gare des voies de garage, des voies de triage par la gravité pour le classement des wagons; un service de transbordement comportant l'emploi de grues à vapeur ou de treuils roulants pour les colis volumineux et lourds; la manutention, soit à bras, soit à l'aide de grues Nepveu, pour les colis légers; les services annexes du matériel et de la traction (ateliers de visiteurs, dépôt de machines, etc.), et des installations accessoires (logements pour les agents, etc.).

Les leviers des nombreux appareils (aiguilles et signaux) des différentes voies de la gare (voies principales, voies de garage, voies de triage et d'échange) sont concentrés dans douze postes distincts.

5° *Plan en relief à l'échelle de 0,005 par mètre,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, représentant la gare Saint-Lazare telle qu'elle résulte des travaux qui ont été exécutés pendant ces dernières années et conduits pour être terminés au moment de l'Exposition. La gare actuelle couvre une surface de près de 11 hectares. La façade, composée d'une partie centrale et de deux grands pavillons, s'ouvre sur une rue intérieure reliant deux grandes cours (correspondant aux deux pavillons), la cour du Havre et la cour de Rome. En avant de la rue intérieure, entre les deux pavillons, s'élève un hôtel terminus. La cour et le pavillon du Havre sont affectés au service des grandes lignes. La cour et le pavillon de Rome sont affectés au service de la banlieue. Une salle des pas perdus intérieure, de 193 mètres de longueur et de 19 mètres de largeur, est commune aux deux services.

Les bâtiments en façade, tant sur les deux cours que sur la rue intérieure, et ceux qui sont en retour sur la rue de Rome et la rue d'Amsterdam sont occupés par les bureaux des services ainsi que deux pavillons placés, l'un sur la rue de Londres, et l'autre sur les rues de Rome et de Vienne. Entre la salle des pas perdus et le grand quai général de 200 mètres de longueur sont placées les salles d'attente. Le quai général est séparé des quais de départ par une grille. Les quais sont répartis en quatorze groupes : huit pour la banlieue, et six pour les grandes lignes; les quais et les voies sont couverts par cinq grandes halles de 160 mètres de longueur moyenne.

Les différents groupes de voies se réunissent en trois lignes à deux voies pour passer sous le tunnel des Batignolles. Des postes enclenchés, au nombre de trois, commandent la plus grande partie des aiguilles de la gare.

Au delà du pont est placé un service de messageries desservi, à un niveau supérieur, par des appareils hydrauliques. La gare est tout entière éclairée à l'électricité.

Les *dessins annexes,* exposés par la même Compagnie (Ouest), représentent tous les appareils de la gare desservis par les machines à comprimer l'eau, situées à Batignolles, savoir : *monte-wagons hydrauliques de 15 tonnes pour la messagerie, cabestans* et *grues manœuvrés hydrauliquement, accumulateurs, plans inclinés pour bagages avec manœuvres*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hydrauliques, chariot à plaque tournante hydraulique pour locomotives. Les travaux ont duré quatre ans et ont coûté environ 25 millions, y compris la construction de l'hôtel Terminus.

6° *Vue panoramique de la gare de triage de Villeneuve-Saint-Georges,* exposée par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS À LYON ET À LA MÉDITERRANÉE. — La gare de triage de Villeneuve-Saint-Georges est établie dans l'espace compris entre les lignes de Bourgogne et de Paris à Corbeil, qui se séparent un peu en avant de Villeneuve-Triage et se rapprochent, sans se réunir, dans la traversée de Villeneuve-Saint-Georges. Elle comporte quatre voies pour les trains de voyageurs avec raccordements sur la Grande-Ceinture, des voies de triage, un dépôt de machines, un atelier de wagonnage et une scierie, une cour de débord, un réfectoire et des bâtiments divers.

Les installations de triage comportent quatre voies de circulation pour les trains de marchandises et les machines, quarante-quatre voies de triage en deux faisceaux avec hangars de transbordement et quais découverts, enfin six voies de tiroir du côté de Paris et quatre du côté de Lyon pour les manœuvres à la machine. Toutes ces voies sont reliées par de grandes cisailles. Deux postes Saxby, de trente-cinq leviers, commandent les manœuvres.

Le dépôt des machines est une rotonde du type ordinaire avec ses annexes : ateliers de levage, quai de combustibles, etc. Il peut contenir cinquante-quatre machines.

Les ateliers de wagonnage et la scierie, employés à l'entretien et à la réparation des wagons, sont placés près de la ligne de Paris à Corbeil.

La cour de débord a été créée en réalité comme annexe de la gare de Villeneuve-Saint-Georges qui, située au milieu du pays, n'est susceptible d'aucune extension. Les installations accessoires établies pour le nombreux personnel de la gare comprennent : un réfectoire, un cabinet médical et une infirmerie de quelques lits. L'eau nécessaire à la gare est puisée en Seine et refoulée par une pompe dans un réservoir de 300 mètres cubes.

La gare occupe une surface d'environ 90 hectares; elle a coûté de premier établissement 9.500.000 francs, non compris les voies principales.

7° *Plan de la gare de triage de Perrigny,* exposé par la MÊME COMPAGNIE (P.-L.-M.). — La gare de triage de Perrigny comprend deux faisceaux : l'un de 25 voies pour le triage proprement dit, l'autre de 5 voies pour la réception des trains de marchandises.

Entre le faisceau de triage et les voies de réception sont ménagés deux quais couverts de 100 mètres de longueur chacun, sur lesquels s'effectuent les opérations de transbordement. Les tiroirs qui aboutissent aux deux têtes du faisceau sont disposés en vue du triage par la gravité; ils présentent une longueur utilisable de 500 mètres. D'un côté de la gare de triage se trouvent les installations du dépôt, de l'autre, celles des ateliers de réparation des wagons. Les voies principales de la ligne de Paris à Lyon, qui passaient précédemment au milieu du faisceau, ont été déviées sur la droite, entre le triage et les ateliers de wagonnage et rendues ainsi complètement indé-

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pendantes des manœuvres de la gare. Enfin, le niveau de ces voies a été relevé de manière à permettre de relier la gare de triage avec les ateliers de wagons, sans couper les voies principales. Les aiguilles des faisceaux de triage et de réception sont commandées, au moyen de transmission par fils, de deux postes surélevés, placés près de chacune des têtes du faisceau et mis en relation télégraphiquement avec les agents chargés du débranchement au sommet du dos d'âne du tiroir.

8° *Dessins des dispositions des stations des diverses lignes d'intérêt général et d'intérêt local,* exposés par la Société générale des chemins de fer économiques, dont il a été question précédemment (voir page 364). — Les gares de première classe comportent un pavillon central avec un étage et une annexe au rez-de-chaussée formant salle d'attente. Symétriquement se trouve une halle à marchandises suivie d'un quai découvert desservi par une rampe d'accès. La concentration de ces bâtiments a pour but de rendre la surveillance plus facile. Les stations de deuxième classe ont la même composition, mais le pavillon central ne comporte que deux pièces au rez-de-chaussée. Les haltes avec service de marchandises comprennent simplement un pavillon à étage avec halle de marchandises adossée.

On peut citer encore, parmi les dessins exposés par la même Société, les installations pour le transbordement des voyageurs et des marchandises. Les transbordements des voyageurs et des marchandises, aux gares de jonction de la voie étroite avec la voie de 1 m. 50, sont assurés par des dispositions spéciales : pour les voyageurs, les voies et les quais sont combinés de manière à amener le train de la voie étroite parallèlement au train des grandes lignes; pour les marchandises telles que houilles, pierres cassées, minerais, etc., la voie de 1 m. 50 est généralement bordée de deux voies étroites, l'une placée en fosse, l'autre élevée en estacade, et auxquelles on accède à l'aide de déclivités de 0 m. 02 par mètre. Les wagons à transborder sont réunis, pour les opérations de transbordement, à l'aide d'une coulotte en fer inclinée de 0 m. 30 à 0 m. 40.

B. Installations d'ateliers et de dépôts.

1° *Plans des ateliers de voitures et wagons de Romilly,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Ces ateliers, créés en 1855, ont aujourd'hui une grande importance. Situés près de la gare de Romilly, sur la ligne de Paris à Belfort, ils occupent une superficie de 16 hectares environ. La surface des bâtiments actuellement construits est de 29.702 mètres carrés pouvant atteindre 46.847 mètres carrés, lors des agrandissements éventuels. Les voies établies à ce jour peuvent recevoir 776 véhicules, dont 217 à couvert; ce dernier nombre sera porté à 325 par l'extension du montage.

Par suite de la forme triangulaire allongée du terrain, les voies ont été disposées en un faisceau parallèle aux voies principales, divisé en trois groupes : l'un central, pénétrant dans les ateliers pour les desservir, les deux autres extérieurs, pour le garage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des véhicules et des roues. Six chariots à niveau, dont trois à vapeur et trois à bras, ainsi que six voies transversales avec plaques tournantes, assurent les communications entre toutes les voies. De nombreuses aiguilles, en tête des trois groupes du faisceau, permettent les manœuvres à la locomotive et par trains complets.

On a installé, dans des bâtiments complètement séparés, d'une part, les machines et appareils destinés au travail du fer, et d'autre part, tous les aménagements relatifs au travail du bois. L'atelier de montage et de réparation occupe le centre de ces deux groupes de bâtiments; pour la distribution de force motrice, on a adopté seulement deux groupes de moteurs desservant, l'un les ateliers à travailler le fer, et l'autre les ateliers à travailler le bois. On a adopté, comme appareils de levage, douze transbordeurs à commande mécanique par câbles sans fin, circulant sur des chemins de roulement supérieur. Pour la manutention des bois en grume, la Compagnie emploie une grande grue à palées se déplaçant sur deux rails placés au niveau du sol et dont les divers mouvements sont obtenus par un transport de force électrique.

Deux réservoirs de 250 mètres cubes, reliés avec celui du dépôt des locomotives, permettent de disposer de 750 mètres cubes d'eau pour l'alimentation des canalisations hydrauliques.

Une usine à gaz, installée à l'extrémité du parc à roues, assure l'éclairage des ateliers et de la gare de Romilly. Le chauffage est obtenu au moyen de poêles à vapeur de diverses grandeurs (suivant le cube des locaux à chauffer), reliés aux deux groupes de générateurs par une série de conduites en fer se rendant dans les différents bâtiments.

Pour diminuer les chances d'incendie, toutes les charpentes sont en fer, portées par des supports métalliques; la couverture est en tuiles et verre. On a d'ailleurs adopté le type de charpente dit *à dents de scie* ou *à versants inégaux*.

Un bâtiment pour bureaux, placé le plus près possible du centre, pour faciliter la surveillance, est établi vis-à-vis du montage. Du côté des ateliers et magasins à bois se trouvent le magasin général et ses annexes, ainsi qu'un bâtiment contenant deux étuves pour la dessiccation des bois, et du côté opposé les maisons d'habitation pour chef, sous-chef d'atelier et chef du magasin, et un réfectoire pour les ouvriers.

2° *Plan d'ensemble des ateliers d'Hellemmes,* pour la réparation des locomotives, voitures et wagons, exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Les ateliers d'Hellemmes sont construits sur un terrain plat de 18 hectares de superficie. Les bâtiments qui les composent peuvent être divisés en trois groupes : les ateliers de locomotives, les ateliers de voitures et wagons et les magasins.

Les ateliers de locomotives comprennent six bâtiments : 1° le bâtiment du montage avec deux ailes latérales, l'une pour les machines-outils, l'autre pour la chaudronnerie; le montage, qui peut recevoir 48 locomotives, est desservi par un chariot central à vapeur; une machine Corliss de 150 chevaux met en mouvement les machines-outils, une grue roulante pour la manutention de grosses pièces et des transmissions à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cordes sans fin pour les machines-outils portatives employées notamment dans la chaudronnerie; 2° le bâtiment de la forge placé à proximité de celui des machines-outils; 3° l'atelier des roues, des essieux et des bandages, situé à côté du parc à roues; 4° la fonderie de cuivre; 5° la peinture; 6° les bureaux, les modèles et les archives.

Les ateliers de réparation des voitures et des wagons comprennent : un bâtiment principal affecté aux grandes réparations, desservi par deux chariots roulants et renfermant la forge, l'ajustage, les machines à bois avec transmission installée sous le plancher, la peinture, l'outillage, le magasin et les bureaux. La force motrice y est fournie par une machine Corliss de 75 chevaux. En dehors de ce bâtiment principal, les ateliers de réparation des voitures et wagons comprennent une série d'autres bâtiments disposés de manière à rendre aussi faciles que possible leurs relations entre eux et avec l'atelier principal, savoir : une étuve pour sécher les bois; un bâtiment renfermant la sellerie, l'ébénisterie et la ferblanterie; un petit atelier pour le broyage des couleurs; un parc aux roues avec un atelier pour la vérification des essieux; un atelier pour le rodage des coussinets et le polissage des fusées; un atelier d'apprentis ajusteurs; un atelier d'apprentis menuisiers; un magasin pour les ferrures lourdes; un hangar pour le triage des vieilles ferrailles; un atelier pour la réparation des bâches; un chantier de démolition avec fabrication de fagots d'allumage; des constructions légères pour les bureaux des contremaîtres, de petits magasins et différents petits ateliers complètent la partie consacrée aux voitures et wagons.

L'ensemble des voies extérieures se compose de voies d'arrivée disposées de manière à faciliter le triage des wagons à réparer, de voies de sortie et d'un groupe de cinq voies parallèles, dont deux couvertes par un hangar et sur lesquelles on exécute les réparations d'entretien courant qui demandent moins de douze heures de travail.

Les magasins, situés au centre, sont reliés par des voies à tous les ateliers. Le chantier des bandages, tôles, fers, etc., qui dépend du magasin, est desservi par une grue locomobile.

Ces installations sont complétées par des aménagements établis spécialement en vue du personnel ouvrier : réfectoires, magasin de denrées, maison d'habitation, etc.

3° *Plans des ateliers et du dépôt de Sotteville*, exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Cet ensemble forme le groupe le plus important parmi les établissements analogues de la Compagnie. Ces ateliers, destinés à l'entretien et à la réparation des locomotives et du matériel roulant, sont divisés en deux groupes : l'un affecté aux locomotives et l'autre aux voitures et wagons; néanmoins quelques ateliers, tels que forges, fonderie, peinture, tournage, et embattage des roues, etc., sont communs. Un grand réseau de voies à largeur normale et un autre à voie de 0 m. 50 relient et desservent les différents bâtiments. Des chariots, des transbordeurs, des grues fixes et automobiles servent au chargement et à la manutention des véhicules. Les ateliers de chaudronnerie comportent l'emploi développé des appareils de rivetage hydraulique et un éclairage mixte, électricité et gaz, des machines à percer électriques portatives, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'électricité est employée pour l'éclairage de plusieurs autres parties des ateliers. Les ateliers peuvent contenir en réparation : 60 locomotives, 50 tenders, 200 voitures, 450 wagons. Un grand magasin à trois étages, avec éclairage et monte-charges électriques, est chargé de l'approvisionnement des ateliers et d'un grand nombre de dépôts des lignes de Normandie.

A la suite des ateliers se trouve le dépôt rectangulaire de Sotteville, un des plus grands dépôts de chemins de fer de l'Europe; il peut abriter 101 machines avec leurs tenders. Les sorties des machines se font sur chacune des deux façades du dépôt par un groupe de 11 voies et, en outre, sur les côtés, par deux chariots à vapeur intermédiaires. Leur tournage est assuré par deux ponts tournants et par un triangle américain.

4° *Dessins des ateliers de peinture de Batignolles-Levallois,* exposés par la même Compagnie (Ouest). — Ces ateliers, construits en 1888, occupent une surface de 3.500 mètres carrés et peuvent contenir 70 voitures. Le bâtiment est couvert par des fermes en dents de scie et reçoit le jour par les parties du comble orientées vers le Nord; il est divisé, par une cloison perpendiculaire aux fermes, en deux parties : l'une, réservée à la peinture proprement dite, doit être maintenue, en hiver, à la température de + 10 degrés; l'autre, réservée au vernissage, et dont la température ne doit pas descendre au-dessous de + 18 degrés. Le système de chauffage employé est un système mixte, à eau chaude et vapeur combinées. La vapeur est envoyée d'un générateur Belleville, par une canalisation en fer, dans des poêles à eau composés de colonnes verticales à ailettes en fonte réunies par des culottes en fonte d'où partent des tuyaux de retour ramenant l'eau à la pompe d'alimentation. Les appareils de chauffage sont munis d'un régulateur automatique spécial, dans lequel une variation de température modifie sur place l'ouverture du robinet agissant à distance sur le débit d'un bec de gaz chauffant une tige qui commande la valve d'admission de vapeur.

Le broyage, la préparation des couleurs, la vitrerie, le vernissage des châssis de baies se font dans un atelier séparé de l'atelier de peinture par une cloison à claire-voie.

Enfin, pour réduire autant que possible les chances d'incendie, les huiles et les essences sont emmagasinées dans des réservoirs placés sous le sol et en sont extraites, à l'aide de pompes, au fur et à mesure des besoins.

C. Installations diverses.

Exposition de la France.

1° *Dessins du magasin central du matériel et de la traction,* à Batignolles, exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — La disposition générale de ce bâtiment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est la même que celle du magasin des ateliers de Sotteville dont les dessins étaient exposés par la même Compagnie.

Le rez-de-chaussée est divisé en travées transversales, groupées de part et d'autre d'une voie longitudinale permettant l'accès des wagons. Près de la porte d'entrée se trouvent une salle de réception et une salle d'expédition symétriquement placées l'une par rapport à l'autre. Chacune de ces salles possède un monte-charges électrique communiquant avec le sous-sol et les divers étages. Une salle spéciale est réservée pour la distribution aux services locaux. Les divers étages ont leur destination spéciale, savoir : rez-de-chaussée, pièces lourdes, essieux, cylindres, tôles, etc.; premier étage, pièces ouvrées pour le matériel roulant; deuxième étage, approvisionnement de quincaillerie, de tapis et autres pièces légères; en outre, à cet étage sont installés les bureaux avec escalier isolé et entrée spéciale; caves, matières qu'il convient de ne pas laisser se dessécher (cuirs, cordages), substances combustibles (vernis, essences, etc.).

Indépendamment des monte-charges dont il a été question, deux escaliers desservent les sous-sols et les divers étages; des voies de 0 m. 50 sont, à chaque étage, en relation avec les monte-charges. Un vitrage central règne sur presque toute la longueur du bâtiment, qui est éclairé la nuit par l'électricité.

La surface occupée par ce magasin est de 2.000 mètres carrés.

2° *Usine à gaz de Levallois pour la fabrication du gaz d'huile, et canalisation pour la distribution dans les gares de Saint-Lazare et de Courcelles-Ceinture,* dessins exposés par la même Compagnie (Ouest). — Le gaz riche employé pour l'éclairage des voitures de première classe des lignes de banlieue (rive droite), des voitures de première classe et d'un certain nombre de voitures de deuxième classe du Syndicat des chemins de fer de Ceinture et de véhicules divers, est fourni par l'usine à gaz riche de Levallois.

Cette usine comporte trois fours pour la distillation des huiles minérales lourdes, deux pompes pour comprimer le gaz à la pression de 11 kilogrammes, deux accumulateurs contenant chacun 6 m.c. 500 de gaz, enfin divers appareils accessoires, condenseurs, laveurs, épurateurs, etc.

Les huiles sont emmagasinées dans des cuves en tôle placées dans les caves, d'où on les extrait au moyen d'une pompe. Pour éviter les inconvénients des congélations en hiver, ces cuves sont munies de serpentins réchauffeurs à circulation de vapeur. Un photomètre permet de se rendre compte du pouvoir éclairant du gaz à tout instant de la fabrication. La vapeur nécessaire pour le fonctionnement des pompes est fournie par deux générateurs.

Une canalisation en plomb, de 3 kilomètres environ de longueur, conduit le gaz comprimé à la gare Saint-Lazare, où il est emmagasiné dans trois accumulateurs identiques avec ceux de l'usine, et distribué de là, au moyen de branchements d'un développement total de 2.000 mètres environ, sur douze quais de la gare. Le remplissage des réservoirs des voitures s'opère au moyen de 225 bouches de chargement distribuées le long de ces quais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un branchement spécial, d'une longueur de 600 mètres environ, amène le gaz à la gare de Courcelles-Ceinture, où se trouvent deux accumulateurs et cinquante bouches de chargement.

Des robinets de sectionnement avec manomètres sont établis de distance en distance sur la canalisation en tête de chaque quai, afin de permettre la recherche et la réparation rapide des fuites.

La plupart des dessins et modèles énumérés dans ce chapitre auraient pu également trouver leur place dans une autre classe (63) et, en fait, cette même classe a réuni une grande quantité de projets relatifs à des tracés, travaux et installations de chemins de fer qui, dès lors, ne se retrouvent pas dans la classe 61; ils trouveront certainement place, s'il y a lieu, dans le rapport de la classe 63; néanmoins, les documents de cette nature exposés à la classe 61 forment déjà un ensemble suffisant pour témoigner du développement acquis pendant ces dernières années par la construction de certains chemins de fer ou des établissements qu'ils comportent. Ces développements sont à relever, non seulement dans les pays déjà largement dotés de voies ferrées, mais aussi dans certaines régions qui n'en étaient pas pourvues ou dans lesquelles les réseaux n'étaient encore qu'à l'état embryonnaire. Ils sont à signaler aussi pour les lignes à voie étroite, les chemins de fer sur route, etc., qui peuvent, soit remplacer les lignes de chemins de fer ordinaires tant que le trafic n'a pas acquis une grande importance, soit servir d'affluents aux lignes du grand réseau.

A côté des documents montrant le développement des réseaux, on trouve, dans cette même partie de l'Exposition, la série des travaux, la plupart considérables, entrepris sur les réseaux existants pour mettre leurs installations en harmonie avec l'importance prise par le trafic et avec les nouvelles conditions d'exploitation : établissement de grandes gares de triage et de formation des trains; extension donnée aux gares à voyageurs et à marchandises dans certains centres importants; emploi d'engins puissants pour les manutentions et les manœuvres; perfectionnements apportés aux installations pour la réparation du matériel roulant et aux magasins; installation d'usines à gaz pour l'éclairage des voitures, etc.

Tous ces documents, qu'il a été impossible de relater ici au complet et dont on n'a pu que résumer quelques-uns, montrent que, depuis la dernière Exposition universelle de Paris, il s'est développé partout une grande activité dans les travaux de chemins de fer, soit pour établir et créer de toutes pièces, soit pour agrandir et compléter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XV.

DISPOSITIFS SPÉCIAUX POUR FACILITER LE PASSAGE DANS LES COURBES.

Les dispositifs employés en vue de faciliter le passage des véhicules dans les courbes et exposés à la classe 61 sont distingués en DISPOSITIFS POUR MACHINES-LOCOMOTIVES, DISPOSITIFS POUR VOITURES et DISPOSITIFS DIVERS.

I

DISPOSITIFS POUR MACHINES-LOCOMOTIVES.

Les principaux dispositifs exposés comme propres à faciliter le passage des machines dans les courbes sont les *bogies*, les *bissels*, les *boîtes radiales*, les *plans inclinés*, les *tampons obliques*, etc., ainsi que les *trucks moteurs articulés*.

Parmi ceux de ces dispositifs qui figuraient à la classe 61, il convient de citer les suivants :

1° *Bogie de la machine express*, à quatre roues accouplées, de la COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD FRANÇAIS, à pivot central, longerons extérieurs, avec supports latéraux pour recevoir la charge de la machine, ressorts distincts au-dessus des boîtes et sans déplacement latéral;

2° *Bogie de la machine express* à roues libres, de la COMPAGNIE DU MIDLAND RAILWAY (Grande-Bretagne), et *bogie de la machine* à quatre roues accouplées, de la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST FRANÇAIS. — Ces deux bogies, sont à longerons intérieurs, balanciers et ressorts longitudinaux, déplacement latéral réglé par des ressorts, charge sur le pivot; en outre, dans le bogie de la Compagnie de l'Ouest, le pivot est excentré de 0 m. 05 vers l'arrière pour faciliter l'inscription dans les courbes.

3° *Bogie de la machine* à quatre roues accouplées, du SOUTH EASTERN RAILWAY (Grande-Bretagne), à longerons intérieurs, ressorts distincts au-dessus des boîtes, charge au centre sur le pivot et déplacement latéral réglé par un dispositif spécial à bielles, menottes de rappel et rondelles en caoutchouc.

4° *Bogie de la machine express* à quatre roues accouplées, de la SOCIÉTÉ DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (Italie); *le bogie de la machine* à six roues accouplées, exposé par MM. MIANI, SILVESTRI et C^ie^, à Milan. — Ces deux bogies sont à longerons intérieurs, ressorts distincts au-dessus des boîtes, pivot sphérique à déplacement transversal, réglé par des menottes inclinées réunissant le bogie au longeron, charge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au centre sur le pivot et sur les côtés au moyen de tiges verticales avec ressorts en spirale.

5° *Bogie de la machine* à quatre roues accouplées, de la Société italienne des chemins de fer méridionaux, à longerons intérieurs, balanciers et ressorts longitudinaux, charge au centre et déplacement latéral réglé par des menottes.

6° *Bissel de la machine Compound,* à six roues accouplées, exposé par la Société suisse pour la construction de locomotives et de machines, à Winterthur, dans lequel l'essieu d'avant est relié en arrière à un pivot, en avant au châssis, par des bielles qui s'attachent sur l'essieu près des boîtes à graisse. En outre, l'axe du pivot présente un faible jeu longitudinal dans sa douille; il en résulte que le bissel n'est pas conduit par le pivot, mais par les bielles qui le tirent dans la marche avant et le poussent dans la marche arrière.

6° *Boîte radiale, du système E. Roy,* exposée par M. E. Roy, appliquée notamment à l'essieu d'avant de la machine Compound, à six roues accouplées, du chemin de fer du Nord français et à celui de la machine express Compound, à quatre cylindres, de cette même Compagnie, exposée par la Société alsacienne de constructions mécaniques, ainsi qu'aux locomotives de la ligne de Saint-Georges-de-Commiers à la Mure (photographies exposées par la Compagnie de Fives-Lille). La disposition de la boîte radiale comporte, pour chaque extrémité de l'essieu, deux guides rivés au longeron et inclinés d'un certain angle sur ce dernier, dans lesquels s'engage la boîte à huile de la fusée. Les faces latérales de cette dernière présentent, par rapport au longeron, la même inclinaison que les guides; un certain jeu laissé entre les guides et les joues de la boîte, correspond au déplacement latéral que l'essieu peut prendre de chaque côté de sa position médiane. Le rappel de l'essieu est déterminé par des plans inclinés placés au-dessus des boîtes.

8° *Boîte radiale, système Webb,* appliquée au modèle de la machine Dreadnought, exposée par la Compagnie du London and North Western Railway (Grande-Bretagne). — Cette boîte se compose d'un guide double circulaire en fer, disposé entre les deux longerons, auxquels il est rivé. Entre les joues de ce guide, se placent, aux extrémités de l'essieu, les boîtes dont les faces sont taillées suivant le même rayon que celui des guides. Ces boîtes sont reliées par un boulon à un ressort spiral fixé à une entretoise du guide courbe et servant à régler le déplacement latéral de l'essieu.

9° *Plans inclinés,* destinés à ramener dans leur position médiane, après le passage en courbe, les essieux pourvus de jeux latéraux : cette disposition était appliquée à l'essieu porteur d'arrière de *machine de banlieue,* à six roues accouplées, présentée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est français; aux essieux d'avant de la *machine express* à quatre roues accouplées et de la *machine* à six roues accouplées, présentées par l'Administration des chemins de fer de l'État français; aux deux essieux porteurs extrêmes de la *machine Compound express* et aux deux essieux accouplés extrêmes de la *machine Compound* à huit roues accouplées, exposées par la Compagnie des chemins de fer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DE PARIS À LYON ET À LA MÉDITERRANÉE; aux deux essieux porteurs extrêmes de la *machine express* à quatre roues accouplées et aux deux essieux extrêmes (l'un porteur, l'autre accouplé) de la *machine* à six roues accouplées, exposées par la COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DE PARIS À ORLÉANS.

1 0° *Tampons obliques, du système E. Roy,* exposés par M. E. ROY, appliqués notamment sur la machine express à quatre roues exposée par les Chemins de fer de l'État français et sur la machine à bogie de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest français. Ces tampons, établis entre machine et tender, sont en fonte. Les tampons de la machine présentent une surface de contact sphérique dont le centre est la cheville d'attelage; ceux du tender, une surface plane inclinée à 5 0 degrés environ. L'attelage au moyen de ces tampons ne comporte l'emploi d'aucun appareil élastique.

Enfin, il convient de rappeler, en ce qui concerne les locomotives, le *type de machine, système Mallet, à truck moteur articulé,* employé au service du chemin de fer intérieur de l'Exposition (ce type de locomotive a été décrit p. 2 9 4), ainsi que les *dispositifs à trucks moteurs articulés,* exposés par M. MEYER, et étudiés en vue de permettre le passage dans des courbes de très petit rayon de locomotives puissantes et de grande longueur (locomotives des chemins de fer de l'Hérault, etc. . .); ces dispositifs ont été l'objet d'une description spéciale (dessins et modèles de locomotives, p. 1 6 5).

II

DISPOSITIFS POUR VOITURES.

Parmi les dispositifs spéciaux pour faciliter le passage des voitures de grande longueur dans les courbes, exposés à la classe 6 1, on peut citer les suivants :

1° *Bogies* des voitures exposées par la COMPAGNIE INTERNATIONALE DES WAGONS-LITS, par la SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE CONSTRUCTION, à Malines, par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE BÔNE-GUELMA, par la COMPAGNIE FRANÇAISE DE MATÉRIEL DE CHEMINS DE FER, à IVRY, par l'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT FRANÇAIS, par les COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER DE PARIS À LYON ET À LA MÉDITERRANÉE et de PARIS À ORLÉANS, et par la COMPAGNIE DU MIDLAND RAILWAY. — Les bogies montés sous ces voitures présentent des dispositifs variables, suivant que l'on veut arriver à une suspension plus ou moins parfaite; ils sont à deux et quelquefois à trois essieux. La disposition des ressorts est différente suivant les cas; mais, en général, il y a double suspension; le plus souvent, les bogies sont montés sur ressorts longitudinaux à lames et la caisse repose sur la traverse du bogie par l'intermédiaire de ressorts à pincettes (voitures de la Compagnie des wagons-lits, voiture mixte de la Compagnie du Midland, voitures de l'Administration des chemins de fer de l'État français, de la Compagnie P.-L.-M., de la Compagnie française de matériel de chemins de fer); dans d'autres cas, on substitue les ressorts à boudin ou les ressorts longitudinaux à lames aux ressorts à pincettes (voiture mixte de la Compagnie Bône-Guelma, voiture de la Compagnie Paris-Orléans) ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les ressorts à boudin aux ressorts longitudinaux à lames pour la suspension du bogie (voiture de la Société des ateliers de Malines); dans ce dernier cas, les ressorts à boudin sont montés sur un balancier qui prend son point d'appui sur les boîtes des essieux.

2° *Boîte radiale du système E. Roy*[1] *et attelage à tampon central* du même inventeur, appliqués aux voitures et wagons de la ligne de Saint-Georges-de-Commiers à La Mure, *photographies exposées* par la Compagnie de Fives-Lille. — Ces véhicules sont à trois essieux; les deux essieux extrêmes sont munis de boîtes Roy.

3° *Boîte radiale, système Webb,* appliquée à la voiture-lit à huit roues exposée par la Compagnie du London and north Western railway. — Les essieux extrêmes de cette voiture sont montés dans un cadre ayant la même largeur que la voiture, portant les plaques de garde et les ressorts de suspension et indépendant du châssis. Ce cadre est muni de chaque côté, au-dessus des plaques de garde, d'un guide taillé circulairement, qui s'engage dans une rainure de même profil ménagée dans un bloc fixé à chaque longeron. Ce bloc guide l'essieu dans son déplacement latéral; ce mouvement est, en outre, réglé par un ressort en spirale. La charge de la voiture est répartie sur le cadre de l'essieu par des platines à glissement fixées sur les longerons et aux quatre angles du cadre.

4° *Dessins du dispositif, système Hanrez,* exposés par M. Hanrez. — Dans ce système, les voitures sont montées sur deux trucks à un essieu, formés chacun d'un cadre métallique et réunis au châssis de la voiture par des cercles de frottement traversés par un pivot. Dans la composition d'un train, les trucks voisins de deux voitures consécutives sont réunis par des tendeurs à vis, de manière à constituer en réalité un bogie à deux essieux et à deux pivots supportant l'extrémité de chaque voiture. Pour les voitures extrêmes, afin de rendre possible l'attelage avec les machines ordinaires ou avec des véhicules du modèle courant, les trucks sont supprimés aux extrémités extérieures et remplacés par des essieux maintenus dans des plaques de garde. Enfin, dans le cas où une voiture à trucks se trouverait isolée, il est nécessaire de rendre les essieux fixes; à cet effet, on a disposé un verrou spécial qui rend le truck solidaire du châssis. Ce verrou est commandé par une vis munie d'un volant extérieur au châssis.

5° *Disposition adoptée pour la jonction des voitures de la Compagnie du chemin de fer du Nord destinées au service des trains-tramways* et exposées dans la classe 61. — Cette disposition a été l'objet d'une description spéciale à propos de ces voitures (chapitre IV, p. 224).

III

DISPOSITIFS DIVERS.

Parmi les dispositifs divers pour faciliter le passage dans les courbes, il y a lieu de mentionner les suivants :

[1] Voir page 377, 6°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la France.

1° *Modèle de chemin de fer économique avec courbes de petit rayon* (50 mètres), exposé par M. Aubry. — Dans ce système, les roues du matériel roulant sont munies de deux bandages de diamètres différents juxtaposés, les bandages du plus petit diamètre étant placés à l'extérieur. La différence de diamètre des bandages correspond à la différence de longueur des deux fils de rails de la voie intérieure et de la voie extérieure dans la courbe adoptée; il en résulte que le tracé ne doit comporter que des courbes de même rayon. En alignement droit, ces roues roulent sur leurs bandages de plus grand diamètre. Dans les courbes, ces roues, qui suivent le rail extérieur, continuent à rouler sur leur bandage de grand diamètre, tandis que celles qui circulent sur le rail intérieur roulent sur leurs bandages de plus petit diamètre. A cet effet, dans les courbes, du côté intérieur, le rail correspondant au bandage de grand diamètre est interrompu et remplacé par un rail un peu plus élevé sur lequel s'engage le bandage de diamètre réduit. A l'entrée et à la sortie de la courbe, les deux rails sont juxtaposés sur une certaine longueur et disposés de manière que le passage de l'un à l'autre se produise sans choc.

Pour le parcours des courbes d'un rayon supérieur à 50 mètres, on décompose ces courbes, dans l'établissement de la voie, en éléments alternés en alignements et en courbes de 50 mètres de rayon.

2° *Modèle d'un système de chemin de fer à courbes dont le rayon peut être égal à la largeur des véhicules,* exposé par M. Magnat. — Dans ce système, chaque véhicule est porté sur deux essieux montés chacun dans un petit châssis à pivot central. Les roues des deux essieux roulent sur les rails de la voie. Les deux châssis se prolongent par une sorte de flèche portant une fourchette à deux galets roulant le long d'un rail central directeur. Dans les alignements, le rail directeur est au centre de la voie; dans les courbes, le tracé de sa position est un lieu géométrique déterminé de telle façon que tous les essieux soient toujours astreints à se présenter normalement à la voie.

3° *Roues convergentes système de Bange, appliquées à la locomotive de manœuvre et au truck* exposés par la Société des anciens établissements Cail. — Cette locomotive et ce truck ont été décrits dans les chapitres III et IV, 1re partie (pages 163 et 237).

Dans le système de Bange les essieux sont fixes et les roues tournent sur des fusées de forme telle que, tout en reposant sur les roues par l'intermédiaire d'un coussinet, elles permettent à celles-ci de prendre un léger mouvement de rotation autour de l'axe vertical passant par le point de contact sur le rail. L'amplitude de ce mouvement est d'ailleurs toujours très faible, mais suffisante pour que les roues soient toujours dans le plan vertical tangent au rail au point de contact. Cette disposition, combinée avec un jeu longitudinal donné aux essieux, est présentée comme permettant à un véhicule de s'inscrire dans des courbes de très petit rayon, quel que soit le nombre de ses essieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IV

RÉSUMÉ.

A l'origine des réseaux du continent européen, lorsque les lignes étaient presque toutes encore à profil facile et ne comportaient généralement que des courbes de grand rayon, lorsque la vitesse des trains était relativement peu élevée et que le matériel roulant (machines et véhicules) était léger et court, la question de la circulation dans les courbes était en quelque sorte secondaire.

Cette question a pris pour la première fois une importance notable lors de la construction du réseau américain dont les lignes non seulement ne comportaient pas, à l'origine, la solidité de la plupart de celles de l'Europe, mais encore présentaient des profils plus difficiles et des courbes plus raides. C'est alors qu'on vit apparaître divers procédés (trucks, bissels, bogies), appliqués aux machines et destinés à corriger les effets, si préjudiciables à la conservation des voies, de la rigidité des grandes bases d'appui des véhicules. Plus tard, lorsque, par suite de l'accroissement du trafic, la vitesse des trains et par suite le poids et la longueur des machines augmentèrent dans des proportions notables, on commença à se préoccuper, en Europe, de donner un surcroît de stabilité aux machines et une garantie nouvelle à la conservation des voies, en munissant les machines de certains dispositifs spéciaux, tels que plans inclinés, osselets, etc. . . . ., à côté desquels figuraient les bogies et les bissels importés d'Amérique. En outre, dans ces dernières années, par suite de l'abaissement souvent admis pour le rayon des courbes dans la construction des lignes nouvelles, l'application de ces dispositifs spéciaux a pris une nouvelle extension, pour les machines locomotives.

En ce qui concerne le matériel roulant, l'application des dispositifs avec bogie a été faite d'une manière très générale en Amérique aux voitures et aux wagons, en raison des conditions mêmes de la circulation et du trafic. En Angleterre, l'application à une partie du matériel à voyageurs de quelques compagnies a suivi celle des lignes américaines. En dehors de ces cas, et à part quelques exceptions assez rares, notamment en tant qu'applications définitives, on peut dire que les dispositions spéciales pour la circulation dans les courbes n'avaient reçu en Europe aucune application ayant quelque importance. Depuis quelques années seulement, cette question acquiert un certain intérêt en Europe, par ce fait que la construction des lignes à fortes rampes et à courbes de faible rayon est de plus en plus à l'ordre du jour et l'application de dispositifs spéciaux pour la circulation dans les courbes s'impose dans quelques cas au matériel de ces lignes.

De tous les dispositifs présentés, en est-il qu'il convienne de recommander de préférence à d'autres? Il est impossible de se prononcer sur ce point d'une manière générale et il est intéressant de rappeler ici, en terminant, l'avis émis sur cette question, en séance plénière, par le Congrès des chemins de fer, dans sa session de Paris (1889) :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines-locomotives. — L'Assemblée a examiné les moyens très divers employés sur les machines locomotives pour faciliter le passage en courbes. Elle a reconnu que, suivant les cas, on avait employé avec succès les jeux longitudinaux ou transversaux des essieux réglés ou non, l'amincissement ou même la suppression des boudins des essieux intermédiaires, l'articulation des bielles d'accouplement, les attelages spéciaux, les grandes conicités pour les roues d'avant, etc.

Elle attire l'attention sur l'emploi des tampons obliques, principalement pour les machines dont l'essieu d'avant possède de grands jeux.

Elle signale les divers dispositifs permettant la convergence des essieux, tels que boîtes radiales, train Bissel et surtout, pour les grandes vitesses, les bogies d'avant avec empattement notablement supérieur à l'écartement de la voie.

Elle regarde, d'ailleurs, comme utile l'emploi des balanciers pour assurer le maintien de la répartition de la charge sur les roues.

Enfin, elle considère les machines à un ou deux trains moteurs comme des solutions pouvant convenir dans les cas exceptionnels.

Voitures et wagons. — L'Assemblée a examiné les moyens très divers employés sur le matériel roulant pour faciliter la passage en courbes; elle a reconnu que, suivant les cas, on avait employé avec succès les jeux longitudinaux ou transversaux des essieux, les attelages spéciaux, les divers systèmes d'essieux convergents, etc...

Elle signale notamment :

1° Pour les voitures à deux essieux, l'emploi de boîtes libres (jeu dans tous les sens avec les plaques de garde et ressorts à menottes de formes diverses permettant un certain déplacement des boîtes).

2° Pour les voitures à trois essieux, l'emploi combiné de boîtes libres pour tous les essieux avec un jeu longitudinal de l'essieu du milieu dans son coussinet.

3° Pour les voitures de très grande longueur, l'usage de bogies plus ou moins complexes.

Elle a constaté, en outre, les résultats favorables obtenus sur les voitures longues par l'emploi des attelages articulés avec des tampons de largeurs plus grandes, quand l'attelage ne permet pas le déplacement transversal des tiges et que les voitures sont de grande longueur.

CHAPITRE XVI.

FREINS CONTINUS. — APPAREILS D'APPEL OU D'ARRÊT DITS D'INTERCOMMUNICATION.

I

FREINS CONTINUS.

Depuis quelques années l'application des freins continus a été considérablement développée surtout sur le matériel des trains de voyageurs; il convient donc de rendre, au moins sommairement, compte des divers systèmes présentés à l'Exposition [1].

Les systèmes de freins continus qui figuraient à la classe 61 peuvent se diviser en trois catégories :

[1] Voir également frein à ellipse Buzot, chapitre XXVI, page 447.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. Les freins à air comprimé. On doit citer, par ordre chronologique : le *système Westinghouse*, le *système Wenger*, le *système Westinghouse-Henry*, le *système Soulerin* et le *système Boyden* [1];

B. Les freins à vide ou à air raréfié. On doit citer, par ordre chronologique : le *frein du système Smith*, le *frein de la Compagnie du frein à vide automatique* et le *frein système Soulerin*;

C. Les freins fonctionnant indifféremment par le vide ou l'air comprimé. On doit citer le *frein du système Soulerin*.

Avant d'aborder les descriptions de ces divers systèmes, il est juste de mentionner l'album [2] des freins continus inventés par MM. Martin et du Tremblay. Les essais de ces inventeurs remontent à des dates déjà bien anciennes et l'on y trouve le germe des systèmes qui ont eu, à une époque plus rapprochée de nous, les plus grands succès. Il convient de rendre ici cet hommage aux travaux de MM. Martin et du Tremblay.

A. Freins à air comprimé.

1° *Frein Westinghouse ordinaire.* — Ce système de frein figurait sous les véhicules exposés par l'État belge, par l'Est et l'Ouest français, par la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée, ainsi que sur les locomotives exposées par le London Brighton and South Coast railway et par la Société suisse pour la construction de locomotives, à Winterthur. (Voir ci-dessus, chap. III et IV.)

Dans le frein Westinghouse ordinaire, l'air est comprimé par une pompe spéciale placée sur la machine, et distribué par une conduite générale dans des récipients dits *réservoirs auxiliaires*, placés sous les voitures.

D'autre part, la timonerie des freins est reliée au piston d'un cylindre à air, de telle sorte que l'introduction de l'air comprimé dans ce cylindre produise le serrage des freins.

En évacuant tout ou partie de l'air de la conduite générale, soit au moyen d'un robinet placé entre les mains du mécanicien, soit par tout autre moyen, on fait fonctionner un organe spécial dit *triple valve*, qui établit la communication entre le réservoir auxiliaire et le cylindre à frein de chaque voiture. Sous l'action de l'air comprimé venant des réservoirs auxiliaires dans les cylindres à frein, les pistons se déplacent et produisent le serrage des freins.

Pour desserrer, il suffit de rétablir dans la conduite une pression au moins égale à celle qui existait avant le serrage. L'air à la pression voulue est fourni, dans ce cas, par un réservoir spécial placé sur la machine, dans lequel la pression est maintenue à un chiffre supérieur de 1 kilogramme à celui de la pression dans la conduite principale. Les triples valves se placent alors dans une position pour laquelle l'échappement de l'air contenu dans le cylindre à frein se produit, et les freins se desserrent.

Il est facile de voir que ce frein est automatique en ce sens que, s'il se produit une

[1] Nous ignorons à quelle date remonte ce système. — [2] Cet album figurait à l'Exposition rétrospective des moyens de transport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rupture ou une fuite importante en un point quelconque de la conduite, il se fait un serrage de tous les freins du train, ou, s'il se produit une rupture d'attelage, les deux parties du train se serrent d'elles-mêmes sans intervention des agents.

Avec cette disposition, le serrage est obtenu assez rapidement sur toute la longueur d'un train de 15, 20 et même 24 voitures; mais avec un train plus long, la transmission de la dépression jusqu'à la dernière voiture du train dure trop longtemps et il peut en résulter des retards dans le serrage, et, par suite, des chocs préjudiciables à la solidité des attelages et au confort des voyageurs.

Exposition de la Grande-Bretagne.

2° *Frein Westinghouse à action rapide*, exposé par la COMPAGNIE DES FREINS WESTINGHOUSE. — Le frein Westinghouse à action rapide a été étudié en vue d'obvier aux inconvénients mentionnés ci-dessus, auxquels donne lieu le frein ordinaire pour les trains dépassant une certaine longueur.

Dans ce nouveau modèle de frein, la triple valve a été modifiée par l'addition d'organes nouveaux, de telle manière que si l'on produit brusquement une forte dépression dans la conduite, l'évacuation de l'air de la conduite, au lieu de se faire tout entière par le robinet du mécanicien (ce qui, en raison du volume à évacuer, exige un temps d'autant plus grand que le train est plus long), se fait pour une partie par le robinet du mécanicien et, pour le reste, directement sous chaque voiture dans le cylindre à frein, au moyen d'un orifice qui met ce cylindre en communication avec la conduite principale. Ce nouveau dispositif offre un léger avantage d'économie, puisque l'air contenu dans la conduite est utilisé lui-même pour le serrage.

Le desserrage se fait comme dans le cas du frein ordinaire par le rétablissement de la pression initiale dans la conduite.

Lorsqu'on ne produit qu'une dépression lente et faible dans la conduite, les organes additionnels de la triple valve à action rapide n'entrent pas en jeu et celle-ci fonctionne comme dans le cas du frein ordinaire.

La disposition du frein en vue de l'application aux trains de grande longueur comporte en outre l'addition, au robinet du mécanicien, d'une valve spéciale dite *valve égalisatrice* et d'un récipient dans lequel, lorsqu'on ferme le robinet du mécanicien, l'air de la conduite continue à se dégager en traversant la valve égalisatrice jusqu'à ce que l'équilibre de pression soit établi entre la conduite et le récipient. Cette disposition a été adoptée en vue de régler à l'arrivée l'échappement d'air et d'éviter notamment le coup de bélier qui se produirait à l'avant lors de la fermeture brusque du robinet ordinaire et aurait pour effet, par suite de l'élévation de pression qui en est la conséquence, de déterminer le desserrage du frein sur les premiers véhicules. Avec la nouvelle disposition, la manœuvre du robinet est toujours la même, quelle que soit la longueur du train.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la France.

2° *Frein Wenger ordinaire,* exposé par M. Wenger. — Dans le frein Wenger ordinaire, le cylindre à freins et le réservoir auxiliaire sont réunis en un même organe. A l'état normal, l'air comprimé de la conduite principale est admis, en traversant une valve spéciale dite *soupape d'échappement,* dans le cylindre à freins, où, par suite de la disposition des garnitures en cuir embouti du piston, il agit sur les deux faces de ce piston. En produisant une dépression dans la conduite, la valve spéciale fonctionne et laisse échapper dans l'atmosphère une partie de l'air d'un côté du piston seulement; sous l'action de l'air comprimé qui se trouve de l'autre côté, les garnitures en cuir embouti forment joint, le piston se déplace et les freins se serrent. Pour desserrer, on envoie de l'air comprimé dans la conduite, de manière à rétablir dans les cylindres, des deux côtés du piston, la pression qui existait avant le serrage.

On voit que ce frein est automatique; il était monté sous les véhicules exposés par l'Administration des chemins de fer de l'État et par les Compagnies du Midi et de Paris à Orléans.

3° *Dessin représentant les parties essentielles du frein Wenger à action rapide,* exposé par M. Wenger. — Dans cette disposition, on a ajouté aux appareils automatiques du frein ordinaire des véhicules un organe spécial dit *accélérateur,* étudié de telle manière que, lorsqu'on produit une dépression brusque, l'air comprimé de la conduite s'échappe, sous chaque voiture, directement dans un réservoir spécial, d'où il est évacué dans l'atmosphère lors du desserrage. En même temps, la soupape d'échappement a été remplacée par un distributeur plus sensible. En outre, le réservoir à air et le cylindre à frein ont été séparés. Le distributeur, placé entre ces deux appareils et relié à la conduite générale, sert, soit au remplissage du réservoir pendant la marche, soit à établir la communication entre le réservoir et le cylindre à frein dans le cas de serrage, soit enfin à produire l'évacuation de l'air du cylindre à frein dans l'atmosphère pour le desserrage.

Enfin, sur la locomotive, on a ajouté, entre le robinet de manœuvre et la conduite générale, un récipient dit *réservoir d'échappement,* auquel la conduite générale est reliée par un orifice dont les dimensions sont déterminées de telle manière que la dépression dans le réservoir soit toujours plus élevée que dans la conduite, et que, par suite, dans le cas de fermeture brusque du robinet, l'afflux d'air se continue dans le réservoir jusqu'à l'équilibre de pression et sans produire à l'avant de coup de bélier pouvant entraîner le déblocage des premières voitures. Lorsque la dépression produite dans la conduite est faible, l'accélérateur n'entre pas en jeu et le fonctionnement des organes ordinaires a seul lieu.

Pour le desserrage, on rétablit la pression dans la conduite: le distributeur se place

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alors dans la position correspondant à l'évacuation dans l'atmosphère de l'air du cylindre à frein.

4° *Frein Westinghouse-Henry,* présenté sur les véhicules exposés par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Ce frein est formé par la combinaison du frein automatique Westinghouse et d'un frein non automatique agissant sur les mêmes appareils, au moyen d'un deuxième robinet placé sur la machine, d'une seconde conduite et d'une double valve d'arrêt placée sous chaque véhicule.

A la descente de longues pentes et pour les arrêts doux dans les gares, l'air comprimé est envoyé par la seconde conduite principale directement dans les cylindres à frein des véhicules qu'il remplit successivement en produisant un serrage plus ou moins énergique suivant la quantité d'air introduite. Le desserrage est obtenu en vidant la deuxième conduite générale.

La double valve d'arrêt ajoutée à chaque véhicule est destinée à l'isolement automatique de l'une des deux conduites principales, lorsqu'on se sert de l'autre.

Avec ces appareils, lorsque le frein automatique a fonctionné d'une manière intempestive, il suffit, pour le desserrer, de faire fonctionner le frein direct comme si l'on voulait le serrer énergiquement et de le desserrer ensuite. Les réservoirs auxiliaires de tous les véhicules se vident et le frein automatique est annulé sans que le mécanicien ait à descendre de sa machine et sans occasionner un arrêt prolongé en pleine voie.

Ce frein était également monté sur la locomotive exposée par la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée.

5° *Frein Soulerin ordinaire,* exposé par la Société anonyme des freins Soulerin. — Dans le système Soulerin, de l'air, comprimé par une pompe spéciale, est emmagasiné dans un réservoir principal d'où il se rend, par l'appareil de manœuvre, la conduite principale et des appareils spéciaux dits *distributeurs,* dans des réservoirs placés sous chaque véhicule. Une dépression dans la conduite isole cette dernière des réservoirs et fait communiquer ceux-ci avec les cylindres à frein, d'où le serrage. En rétablissant la pression dans la conduite, on provoque l'échappement à l'extérieur de l'air contenu dans les cylindres à frein et le desserrage a lieu.

6° *Frein Soulerin à action rapide,* exposé par la Société anonyme des freins Soulerin. — La disposition étudiée en vue de l'action rapide des freins consiste dans une modification apportée au distributeur de manière que toute dépression brusque produise l'évacuation de l'air de la conduite directement dans l'atmosphère sous chaque véhicule au lieu que cette évacuation ait lieu tout entière par le robinet de manœuvre. Ce dernier appareil a d'ailleurs été modifié en vue d'éviter les remous qui se produisent à l'avant lors de la fermeture du robinet et les contre-pressions qui en sont la conséquence.

Dans le cas d'une faible dépression, l'orifice de vidange de la conduite dans l'atmosphère ne se découvre pas et le fonctionnement a lieu à la manière ordinaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition des États-Unis d'Amérique.

7° *Frein Boyden ordinaire,* exposé par la Boyden Power Brake Company. — Dans ce système, l'air comprimé est refoulé sous chaque voiture dans un récipient divisé en deux parties par un diaphragme auquel sont fixés, sur l'une des faces, deux ressorts en spirale et la tringle de commande des freins. L'autre face du diaphragme communique avec la conduite générale qui règne sur toute la longueur du train et dans la quelle une pompe placée sur la locomotive comprime de l'air. L'air comprimé, en refoulant le diaphragme, bande les ressorts; lorsqu'on produit une dépression dans la conduite, à l'aide du robinet de manœuvre, le diaphragme se déplace sous l'action des ressorts et les freins sont appliqués. Pour le desserrage, on rétablit la pression dans la conduite en y introduisant de l'air comprimé renfermé dans un réservoir placé sur la machine.

Ce frein est automatique. Il comporte un mécanisme spécial permettant de desserrer à la main les freins des véhicules lorsqu'ils sont isolés de la conduite générale ou lorsqu'il se produit une rupture de boyau d'accouplement ou un manque de pression dans la conduite générale.

8° *Appareils et coupes d'appareils du frein Boyden à action rapide,* exposés par la Boyden Power Brake Company. — Ce frein a également été disposé en vue de l'application aux trains de grande longueur. Aux appareils du frein ordinaire qui sont conservés, on a ajouté, sous chaque voiture, une valve spéciale de distribution que l'air comprimé traverse pour se rendre dans la capacité séparée du cylindre à frein par le diaphragme. Cette valve est disposée de telle manière que, lorsqu'on produit une dépression brusque au moyen du robinet de manœuvre, l'air renfermé dans le tronçon de conduite correspondant à chaque véhicule s'échappe dans l'atmosphère en même temps que l'air du cylindre à frein. Le desserrage se fait comme celui du frein ordinaire. Lorsqu'on ne produit qu'une faible dépression dans la conduite, la valve spéciale ne fonctionne pas et la vidange de la capacité à air du cylindre à frein se produit par la conduite, comme dans le cas du frein ordinaire.

B. Freins à vide ou à air raréfié.

Exposition de la France.

1° *Frein à vide simple du système Smith-Hardy,* présenté sur les véhicules exposés par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Ce frein comporte sous chaque voiture un récipient cylindrique renfermant un diaphragme en cuir et relié à une conduite régnant sur toute la longueur du train; à ce diaphragme est attachée la timonerie du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frein. En faisant le vide, au moyen d'un éjecteur placé sur la machine, dans la conduite générale à laquelle sont reliés tous les récipients, les diaphragmes se déplacent sous l'action de la dépression atmosphérique et les freins sont serrés.

Pour desserrer, on laisse rentrer l'air dans la conduite générale, en ouvrant la soupape de desserrage à la main du mécanicien.

2° *Frein à vide simple* exposé par la Société anonyme des freins Soulerin. — Dans ce système, le vase à diaphragme relié à la conduite générale est de forme hémisphérique et le diaphragme mobile qui a la forme d'un tronc de cône est placé à l'air libre; il est relié au moyen de plaques d'attache à la tige qui commande la timonerie. Sur la locomotive se trouvent un éjecteur, un robinet de serrage et un vase à diaphragme.

Exposition de la Grande-Bretagne.

3° *Frein à vide automatique ordinaire,* exposé par la Compagnie du frein à vide automatique (Vacuum Brake C° limited). — Le principe de l'appareil consiste à entretenir constamment, pendant la marche, un vide relatif dans la conduite principale (au moyen d'un éjecteur placé sur la machine) et des deux côtés du piston, dans le cylindre à frein (moyennant l'emploi, pour chaque mécanisme de voiture, d'une petite valve spéciale à boulet).

Pour faire fonctionner le frein, il suffit d'admettre, dans la conduite, de l'air atmosphérique au moyen d'une soupape spéciale à portée du mécanicien et du conducteur du train. En s'engouffrant dans le branchement où se trouve la valve spéciale, l'air chasse le boulet qui vient fermer l'orifice de la communication avec une des parties du cylindre à frein. L'orifice d'admission dans l'autre partie restant ouvert, l'air y pénètre et fait mouvoir le piston qui actionne la timonerie du frein et produit le serrage.

Pour obtenir le desserrage, on fait le vide dans la conduite au moyen d'un éjecteur spécial plus puissant placé sur la machine.

Ce frein comporte également l'installation dans les fourgons d'un appareil spécial dit *valve à air,* disposé de manière à permettre au conducteur qui se trouve dans ce véhicule de serrer les freins en cas de nécessité, et à fonctionner automatiquement pour laisser rentrer l'air dans la conduite, lorsque le mécanicien produit un serrage brusque en admettant l'air par le robinet placé sur la machine.

Le frein à vide automatique ordinaire était monté sur la voiture à bogies exposée par la Compagnie du Midland Railway.

4° *Frein à vide automatique à action rapide,* exposé par la Compagnie du frein à vide automatique. — La disposition adoptée pour obtenir l'action rapide comporte, sur un certain nombre de véhicules, l'addition à la valve à boulet de la valve à air, dont il a été question ci-dessus. La rentrée d'air, au lieu de se produire en un seul point (valve du mécanicien), se fait en autant de points de la conduite du train qu'il y a de valves à air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C. Freins fonctionnant indifféremment à vide ou à air comprimé.

Exposition de la France.

Frein fonctionnant à volonté par le vide ou par l'air comprimé (système Soulerin), exposé par la Société anonyme des freins Soulerin. — Ce frein, constitué par la combinaison des deux freins système Soulerin (air comprimé et vide direct) décrits plus haut, fonctionne indifféremment par le vide direct ou par l'air comprimé. Il comporte la réunion des organes de ces deux systèmes et en plus un *distributeur spécial* disposé en vue de détendre l'air comprimé à la sortie du réservoir auxiliaire avant son entrée dans le vase à diaphragme et une *double valve* qui ouvre ou ferme automatiquement les orifices convenables pour le fonctionnement de l'un ou de l'autre frein.

Le fonctionnement par le vide a lieu à la manière ordinaire, lorsqu'on fait le vide à la partie supérieure du vase à diaphragme, formé, pour ce cas spécial, d'une capacité close dans laquelle se meut le diaphragme.

Dans le fonctionnement au moyen de l'air comprimé, le réservoir auxiliaire est mis en communication avec la face inférieure du diaphragme qui fonctionne dès lors comme le piston d'un frein à air comprimé. Cette communication s'établit par l'intermédiaire du distributeur qui fonctionne en même temps comme détendeur et ramène l'air, avant son action, à une pression compatible avec la grande dimension du diaphragme.

Dans l'un et l'autre système, le desserrage s'effectue par le rétablissement de la pression initiale dans la conduite.

D. Pièces détachées de freins continus.

Avant de terminer ce qui est relatif aux freins continus, il convient de dire quelques mots des pièces et appareils isolés se rapportant à ces systèmes et présentés par divers exposants. On peut citer les suivants :

Exposition de la Belgique.

1° *Accouplements métalliques pour frein à air comprimé,* exposés par M. J.-B. Fondu, de Vilvorde-lès-Bruxelles. — Ces accouplements sont constitués par des tuyaux métalliques dont l'étanchéité est obtenue par une rondelle de caoutchouc ou de cuir serrée sur une genouillère sphérique au moyen soit d'une bague filetée, soit d'un ressort. Les joints des têtes d'accouplement sont formés par des rondelles élastiques appliquées l'une contre l'autre par la pression de l'air de la conduite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la France.

2° *Modèles du robinet spécial du mécanicien et de la triple valve,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, avec les sections permettant de comprendre le jeu des organes.

3° *Rotules pour frein à air comprimé,* exposées par MM. Legat et Herbet. — Ces rotules sont constituées, soit par une série de rondelles métalliques embouties et juxtaposées par sertissage formant un tuyau flexible en tous sens (dont l'aspect rappelle celui d'une lanterne vénitienne), soit par des tubes métalliques rigides reliés entre eux par des parties de tuyaux flexibles formés de rondelles serties comme il vient d'être dit.

4° *Type de boyau en caoutchouc,* pour accouplement entre voitures pour frein à air comprimé, exposé par M. Lebenard.

5° *Série de tuyaux d'accouplements entre voitures, pour frein Westinghouse,* exposés par la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest. — Cette exposition montre les principaux types employés ou essayés aux chemins de fer de l'Ouest depuis l'année 1878, époque de la première application des freins continus sur le matériel de cette Compagnie. Tels sont : l'*accouplement ordinaire en caoutchouc, type Westinghouse,* les *accouplements métalliques des systèmes Drummond, Kaptein* et *Serveau,* l'*accouplement en caoutchouc avec tête système Delcambre,* l'*accouplement métallique avec tête du système Landry* et *fermeture à levier,* l'*accouplement système Benoît,* l'*accouplement métallique système Lecouteux et Garnier,* l'*accouplement mixte* dit *à vertèbres* et l'*accouplement avec tête à fermeture automatique système Saillot;* enfin, l'*accouplement système Landry* formé de tuyaux rigides reliés entre eux par des joints articulés. Dans ce dernier système, l'étanchéité des articulations à axe vertical est obtenue au moyen de cônes rodés; celle des articulations à axe horizontal est obtenue au moyen de joints à rondelles plates en caoutchouc; l'*accouplement Landry modifié par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest,* dans lequel on a adopté pour toutes les articulations un joint cylindrique avec rondelle en caoutchouc emboutie; l'*accouplement en caoutchouc à spires métalliques* (système Stroudley) avec gaine goudronnée.

6° *Accouplements système Landry* des deux modèles ci-dessus également exposés par la Société des anciens établissements Cail. (Voir ci-dessus).

II

APPAREILS D'APPEL OU D'ARRÊT DITS D'INTERCOMMUNICATION.

Dans quelques pays on s'est préoccupé d'avoir un moyen d'appel entre certaines voitures à voyageurs du train et tel ou tel agent, ou encore de permettre aux voyageurs d'arrêter eux-mêmes le train en cas de danger. En France, on a été beaucoup plus loin que partout ailleurs, et l'Administration a édicté des prescriptions sur cet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

objet. Aussi est-ce exclusivement dans les expositions françaises que nous trouvons présentés divers systèmes pour réaliser ce programme.

Les systèmes exposés peuvent se ramener à deux principaux qui, classés par ordre chronologique, sont : A. Appareils d'intercommunication électrique; B. Appareils d'intercommunication pneumatique.

A. Appareils d'intercommunication électrique.

Exposition de la France.

1° *Appareils* installés dans les voitures exposées par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Dans ce système, deux fils isolés règnent dans toute la longueur du train et aboutissent, dans chaque fourgon, à une pile et à une sonnerie. La réunion des fils met la sonnerie en mouvement : 1° quand un voyageur tire le bouton d'alarme; 2° quand un conducteur manœuvre un commutateur placé dans le fourgon.

2° *Appareils* montés dans la voiture de 1re classe avec lits exposée par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Ces appareils sont du *système Prudhomme* modifié par *M. E. Sartiaux*. Ce système ne comporte qu'un seul fil isolé et un fil de terre constitué par les parties métalliques des châssis des véhicules et par les rails. Lorsqu'un voyageur tire le bouton d'alarme, un voyant extérieur apparaît qui indique au conducteur le compartiment d'où est parti l'appel. Avec ce système d'intercommunication, les sonneries placées dans les fourgons doivent fonctionner dans le cas où un attelage viendrait à être rompu.

3° *Appareils* installés dans les voitures exposées par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Ce système d'intercommunication, analogue à celui de la Compagnie du chemin de fer de l'Est, est électrique avec voyants à la hauteur du châssis.

4° *Appareils* montés dans les voitures exposées par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Ces appareils sont ceux du système Prudhomme mentionnés ci-dessus pour la Compagnie du Nord.

Il y a lieu de citer, en outre, divers appareils d'intercommunication électrique tels que :

5° Les *appareils d'alarme* exposés par M. J.-B. Fondu, de Vilvorde-lès-Bruxelles, et combinés avec une disposition spéciale qui détermine automatiquement, dans le cas de fonctionnement du signal d'alarme, le calage des serrures des portières du compartiment d'où est parti l'appel;

6° Les *appareils d'intercommunication électrique* exposés par MM. Mors frères, notamment la *sonnerie Napoli* à marteau équilibré dans le but d'éviter que les trépidations résultant de la marche des trains fassent tinter la sonnerie, et des appareils d'intercommunication système *Prudhomme*, avec voyants situés à la hauteur du châssis des véhicules.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. Appareils d'intercommunication pneumatique.

Les Compagnies de chemins de fer qui emploient les appareils d'intercommunication pneumatique ont étudié leurs appareils suivant deux programmes différents. Les unes ont cherché à obtenir des *appareils d'appel,* c'est-à-dire des appareils permettant d'appeler un agent à qui il incombe de savoir s'il doit ou non faire arrêter le train. Les autres ont cherché à mettre entre les mains des voyageurs un *appareil d'arrêt* leur permettant de produire eux-mêmes l'arrêt du train. Les deux systèmes étaient représentés sur des voitures exposées.

a. Appareils d'appel.

Exposition de la France.

1° *Appareils d'intercommunication* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Dans ce système employé par cette Compagnie depuis l'année 1881, on utilise l'air comprimé de la conduite des freins pour transmettre l'appel. En tirant le bouton d'alarme placé dans chaque compartiment, on fait échapper une partie de l'air de la conduite principale par un sifflet monté sur la voiture, et la légère dépression produite, insuffisante pour amener le blocage des freins, met en action un sifflet avertisseur monté sur la machine. Le mécanicien prévenu active la pompe à air et prévient le chef du train au moyen de la corde à timbre qui le relie au fourgon. L'agent du train reconnaît la voiture d'où est parti l'appel, par le fonctionnement du sifflet placé sur cette voiture, et le compartiment, en voyant pendre le bouton d'appel que le voyageur ne peut relever; il referme le robinet d'échappement d'air, au moyen d'une tringle extérieure à la voiture.

Si, pour une cause quelconque, l'appareil avertisseur placé sur la machine n'avait pas fonctionné, le mécanicien n'activerait pas la pompe et le robinet de la voiture ne serait pas fermé par le conducteur au bout d'un certain temps; il se ferait alors un serrage successif des freins.

b. Appareils d'arrêt.

2° *Appareils d'intercommunication* installés sur les véhicules exposés par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Ces appareils sont basés sur le même principe que les appareils d'appel, mais on a simplifié le problème en produisant l'arrêt du train à chaque appel du voyageur. Lorsque le bouton d'alarme est tiré, un voyant apparaît à l'extérieur de façon à indiquer aux agents du train de quelle voiture est venu l'arrêt. Le voyant ne peut être effacé par les voyageurs.

3° *Appareils* montés sur les voitures exposées par la Compagnie des chemins de fer du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Midi. — Ces appareils reposent sur le même principe que les précédents (2°) et fonctionnent de la même manière.

4° *Dispositif de bouton d'appel* exposé par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans, étudié en vue *d'actionner indistinctement* le système électrique et le système pneumatique. — Dans ce dispositif, les appareils pneumatiques de l'État, du Midi et de l'Ouest sont commandés par un robinet placé sur une dérivation de la conduite générale du frein à air comprimé. Ce robinet est manœuvré par l'arbre des voyants qui est actionné lui-même par le bouton d'alarme. Cette dérivation aboutit à un robinet que l'on doit ouvrir sur les réseaux du Midi et de l'État pour le fonctionnement de l'intercommunication au moyen de la valve de fuite en usage sur ces réseaux. De cette même déviation, part un branchement aboutissant au sifflet en usage sur le réseau de l'Ouest. Pour le fonctionnement sur ce dernier réseau, il faut fermer le robinet d'isolement de la valve de fuite. Les systèmes des autres compagnies sont électriques; *celui de l'Est,* qui comporte deux fils isolés, est commandé comme le *système P. O.* La commande des systèmes des Compagnies *du Nord* et *du P. L. M.* est obtenue en faisant communiquer avec la terre la partie métallique du bouton d'appel.

III

RÉSUMÉ.

L'exposé sommaire des divers systèmes de freins continus qui ont figuré à l'Exposition universelle de 1889 montre l'importance qui s'est attachée dans les vingt dernières années à la solution du problème de la continuité des freins appliqués aux trains de voyageurs, en raison des facilités que cette application procure à l'exploitation et du surcroît de garantie que ces appareils présentent au point de vue de la sécurité.

Les dispositifs présentés à l'Exposition découlent de deux principes bien distincts : l'air comprimé et l'air raréfié. En outre, parmi ces divers systèmes, les uns sont à action directe et non automatique, les autres sont à action en quelque sorte réflexe et automatique.

Le développement pris par l'application des freins continus à air comprimé ou à vide, dans les trains de voyageurs, a été considérable dans ces dix dernières années et, si l'on veut s'en rendre compte, il suffit de rapprocher du nombre de véhicules et de machines, 7.200 munis en 1878 (époque à laquelle les freins continus n'étaient en quelque sorte qu'à leur période de début), le chiffre de 1889 qui dépasse 120.000 véhicules et machines pour le seul réseau européen.

Les appareils d'appel installés dans les voitures à voyageurs ont reçu une certaine extension depuis la dernière exposition et sont d'un usage général en France. Certaines Compagnies françaises ont généralisé, en le perfectionnant, l'application de l'appa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reil électrique; d'autres, au contraire, sont entrées dans une voie nouvelle en utilisant la conduite d'air comprimé du frein, pour transmettre l'appel à des sifflets placés sur les véhicules et sur la machine elle-même. Dans ce dernier cas on s'est parfois borné à mettre l'arrêt à la disposition des voyageurs. En somme, cette question, complexe en raison des difficultés de tout ordre qu'elle soulevait, a été résolue au moyen de dispositifs ingénieux dans lesquels les voyageurs trouvent sinon une garantie contre les attentats, du moins un moyen d'appeler et de prévenir les agents des trains dans le cas d'avarie ou d'accident au matériel.

CHAPITRE XVII.

ATTELAGES AVEC MANŒUVRE COMMANDÉE DE L'EXTÉRIEUR DES VÉHICULES (AUTOMATIQUES OU AUTRES). — ATTELAGES DIVERS.

On s'est préoccupé, depuis longtemps déjà, de rechercher les moyens à employer pour éviter, dans l'opération de l'attelage des véhicules entre eux, que les agents chargés de cette opération aient à s'introduire entre les tampons. C'est en effet, un problème très intéressant au point de vue des accidents de personnes. Les appareils sont dits d'ailleurs *automatiques* ou non, suivant que l'attelage se fait ou ne se fait pas de lui-même par le seul fait du choc des véhicules entre eux.

Divers projets de systèmes d'attelage, avec manœuvre de l'extérieur des tampons, ont été exposés à la classe 61. Parmi ces systèmes, on peut citer ceux qui sont énumérés ci-après. De plus, le présent chapitre se termine par des indications sur quelques attelages divers exposés, qu'il a paru intéressant de mentionner.

Exposition de la Belgique.

1° *Attelage,* monté sur la voiture-restaurant et sur la voiture-salon exposées par la Compagnie internationale des wagons-lits. — Chacun des crochets de traction est muni d'une maille unique, portant une branche dirigée vers le bas et reliée à l'un des bras d'une équerre en forme de T, que l'on peut actionner de l'un ou de l'autre côté du véhicule au moyen de tringles. Pour faire l'attelage, on relève la maille en tirant sur l'une ou l'autre des tringles, puis on accroche les véhicules, et on fait tomber la maille dans le crochet en repoussant la tringle. Le serrage de l'attelage se fait au moyen d'une vis sans fin qui commande une roue hélicoïdale portée par un écrou à travers lequel passe la tige de traction filetée; la vis sans fin se manœuvre de l'extérieur du véhicule au moyen d'une manivelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition des États-Unis d'Amérique.

2° *Attelage,* monté sur le wagon tubulaire système Goodfellow et Cusham, exposé par M. Jefferds. — Cet appareil se compose d'une sorte d'entonnoir en fonte, fixé au milieu de la traverse de tête et percé, suivant son axe, d'un trou dans lequel est placé un verrou horizontal poussé par un ressort vers l'embouchure de l'entonnoir. En outre, l'entonnoir est percé d'un trou vertical, dans lequel s'engage une cheville d'attelage. Lorsque l'attelage est défait, cette cheville repose sur le verrou horizontal placé dans l'axe de l'entonnoir. Dans ces conditions, l'extrémité d'une maille montée sur un autre wagon, en s'engageant dans l'intérieur de l'entonnoir, chasse la tige horizontale, la cheville tombe et l'attelage est fait. Pour défaire l'attelage, on soulève l'une des chevilles, de l'extérieur, au moyen d'un levier, puis on éloigne l'un de l'autre les wagons que l'on veut séparer. Le verrou horizontal, chassé par le ressort, vient se placer sous la cheville et la maintient soulevée.

3° *Système d'accouplement,* exposé par M. Laird. — Ce système comporte l'emploi d'une boîte en fonte traversée verticalement par une cheville d'attelage. Lorsque l'attelage est défait, la cheville repose sur une équerre en fonte suspendue dans l'intérieur de la boîte, à un axe horizontal, et disposée de telle manière qu'en oscillant autour de son axe de suspension elle vient se placer par son propre poids sous le boulon, lorsqu'on soulève ce dernier. Dans ces conditions, lorsqu'une maille montée sur un véhicule voisin se présente dans la boîte, elle chasse l'équerre qui retient la cheville, celle-ci tombe, traverse la maille et la boîte, et l'attelage est fait. Pour défaire l'attelage, on soulève le boulon, de l'extérieur, au moyen d'un levier, puis on éloigne les deux véhicules que l'on veut séparer. L'équerre vient se placer d'elle-même sous le boulon et le maintient soulevé.

4° *Attelage* monté sur le wagon glacière, exposé par la Merchants despatch transportation C°. — Cet appareil, fixé à l'extrémité de la tige de traction, se compose d'une pièce en forme de V, dont l'ouverture est dirigée vers l'extérieur du véhicule; l'une des branches du V est fixe, l'autre est formée d'une came recourbée à son extrémité vers l'intérieur du V et mobile autour d'un axe vertical, lorsque le verrou qui la maintient dans la position d'attelage est soulevé. Dans ce dernier cas, lorsque deux véhicules viennent en contact, les cames respectivement chassées par les plans inclinés du wagon opposé s'engagent l'une derrière l'autre, et, dès qu'elles atteignent la position qui correspond à l'attelage, sont fixées dans cette position par les verrous qui tombent automatiquement et par leur propre poids dans leurs logements. Pour défaire l'attelage, il suffit de soulever les verrous de l'extérieur et d'éloigner les véhicules.

Exposition de la France.

5° *Attelage Berth et Lechleiter,* exposé par l'Administration des chemins de fer de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ÉTAT. — Cet appareil comporte, aux extrémités des barres de traction, un crochet à queue et à chape articulées sur le même boulon. Pour opérer l'attelage, on rabat, au moyen d'un volant que l'on manœuvre sur le côté du véhicule, la chape de chaque voiture dans le crochet de l'autre. En continuant la manœuvre du volant, on détermine, au moyen d'une vis, le déplacement d'un verrou, qui, en pressant sur l'extrémité de la queue du crochet, provoque le relèvement de ce dernier autour de son axe, et par suite le serrage de l'attelage. La manœuvre inverse amène le desserrage et le relèvement des chapes articulées. Une seule chape est tendue, l'autre moins tendue remplace les chaînes de sûreté.

6° *Attelage* présenté par M. GRUSON. — A chaque extrémité d'un véhicule sont montées, de part et d'autre de l'axe, une came articulée autour d'un axe horizontal et une mâchoire formée de deux chapes, dont une (supérieure) est mobile. Au moment du tamponnement, la tête mobile s'engage dans la chape fixe; pour compléter l'attelage de l'extérieur, on rabat la chape mobile sur la came au moyen d'une manivelle. Ce dispositif ne comporte pas le serrage des attelages.

7° *Attelage* exposé par M. GUYOT. — Dans cet appareil, un crochet dont l'ouverture est tournée vers le bas et une chape mobile sont montés sur une traverse articulée en son milieu avec la barre de traction. Au moyen d'un arbre horizontal muni d'un levier à contrepoids, on relève sur chaque véhicule la chape, de manière à l'engager dans le crochet du véhicule suivant. L'attelage de deux véhicules comporte donc deux crochets et deux chapes. Lorsque le contrepoids est abaissé, la chape se trouve relevée et l'attelage se fait automatiquement lors de l'accostage des véhicules.

8° *Attelage* exposé par M. VERLINDE. — L'appareil comporte, à l'extrémité de chaque véhicule, un crochet et une chape, disposés à la manière ordinaire dans l'axe de la barre de traction. La tête de la chape, près de l'articulation avec le crochet, est constituée par un pignon denté dans lequel engrène un autre pignon monté sur une barre transversale. En faisant tourner cette barre au moyen d'une manivelle qui se trouve à l'extérieur du véhicule, on fait mouvoir la chape pour l'engager dans le crochet ou l'en dégager. Le serrage sur les ressorts d'attelage s'obtient au moyen d'une roue dentée à écrou, commandée de l'extérieur du véhicule par une seconde manivelle, et dans laquelle s'engage l'extrémité de la barre du crochet terminée en vis. Les deux manœuvres qui viennent d'être indiquées peuvent se faire par l'un ou par l'autre des côtés du véhicule, qui portent chacun les manivelles nécessaires.

Exposition des Pays-Bas.

9° *Attelage,* de MM. CITO et FUNCK. — Cet appareil comporte, à l'extrémité de chaque barre de traction, deux flasques rivées en tôle. Sur ces deux flasques, sont articulés une chape et un crochet mobile autour d'un axe horizontal dont la tête est formée par un pignon denté. Au moyen d'un étrier fixé à un arbre horizontal que l'on ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nœuvre de l'extérieur des véhicules, on soulève la chape du tendeur au-dessus de l'horizontale et on la laisse retomber dans le crochet du véhicule à atteler. Pour serrer l'attelage, on rabat, au moyen du même arbre que l'on manœuvre en sens inverse, le crochet à pignon, de manière à faire passer la chape au delà d'une saillie dont les flasques en tôle sont munies pour former crochet.

Exposition de la Russie.

10° *Crochet automatique,* de M. Berner. — Ce crochet, mobile autour d'un axe horizontal, est compris entre deux flasques taillées en forme de V couché et se prolonge par une queue au delà de son axe de rotation. Le crochet, lorsqu'il est déclenché, tombe par son propre poids; son extrémité dégage alors les branches du V et la queue se trouve placée verticalement entre ces mêmes branches. Dans ces conditions, si une chape de tendeur est introduite entre les branches du V, elle bute contre la queue du crochet et celui-ci se relève en basculant. En même temps, une came mobile placée à la partie supérieure retombe par son poids sur la queue du crochet et la maintient abaissée, l'attelage est fait; pour le défaire, il suffit, en soulevant la came, de dégager le crochet qui retombe par son propre poids en laissant échapper le tendeur.

Attelages divers.

Ici se placent certains attelages répondant à des objets divers; tels sont les suivants :

Exposition de la Belgique.

1° *Projet d'attelage,* de M. Hanrez. — Il a pour but d'atteler à un train en marche un véhicule disposé sur une voie latérale. D'après ce projet, au moment du passage du train, un câble dont est muni ce véhicule s'accrocherait au dernier wagon du train, et en se déroulant du treuil à frein sur lequel il est enroulé mettrait progressivement en marche le véhicule à prendre. Un moteur à vapeur, placé sur la voiture, actionne le treuil et permet de rapprocher peu à peu le véhicule jusqu'à ce qu'il ait rejoint la queue du train.

Exposition de la France.

2° *Tendeur à déclenchement,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Cet appareil, en service sur cette Compagnie depuis 1878, est employé pour laisser des voitures à une gare où le train n'a pas d'arrêt. Le tendeur est monté à l'avant de la première voiture de la rame à laisser en cours de route (qui est placée à l'arrière du train). La partie antérieure de la chape de ce tendeur est formée par une traverse mobile autour d'un axe vertical et fixée par un déclic. L'attelage est fait en engageant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette traverse mobile dans le crochet du véhicule qui précède la première voiture de la rame à laisser.

Les chaînes de sûreté attelées entre la queue du train qui continue et la tête de la rame à laisser sont décrochées à la gare qui précède le point où le déclenchement doit avoir lieu. A l'approche de ce point, le conducteur ferme, au moyen de deux chaînes, les robinets d'accouplement du frein continu à air comprimé, sépare les boyaux d'accouplement, puis, au moyen d'une autre chaîne, déclenche la traverse de la chape antérieure du tendeur qui laisse alors échapper le crochet de la voiture précédente. La partie antérieure du train continue sa route; quant à la partie postérieure déclenchée, elle est arrêtée au point voulu par le conducteur qui dispose, à cet effet, des organes (réservoir et robinet à trois voies) permettant la manœuvre (serrage et desserrage) du frein continu.

CHAPITRE XVIII.

APPAREILS DE CHAUFFAGE DES VOITURES À VOYAGEURS.

Les appareils de chauffage des voitures à voyageurs figurant à la classe 61 peuvent se diviser en diverses catégories, comme suit :

I. Appareils de chauffage mobiles :
- A. *Chaufferettes à eau;*
- B. *Chaufferettes à acétate de soude.*

II. Appareils de chauffage fixes :
- A. *Appareils à eau chaude;*
- B. *Appareils à air chaud;*
- C. *Appareils à acétate de soude.*

I

APPAREILS DE CHAUFFAGE MOBILES.

A. Chaufferettes à eau.

Exposition de la France.

1° *Types divers de chaufferettes à eau chaude,* exposés par M. Gillet, constructeur à Paris, savoir : chaufferettes en tôle d'acier étamée, rivées et soudées sur le côté, terminées aux deux extrémités par des fonds en tôle rivés et soudés; chaufferettes en tôle étamée, agrafées et brasées à la soudure forte, avec fonds rivés et brasés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. Chaufferettes à acétate de soude.

Exposition de la France.

2° *Sections de chaufferettes à acétate,* exposées par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Ces appareils sont en tôle agrafée et soudée sur le côté. Les fonds sont en tôle; l'un d'eux porte le bouchon de remplissage, qui est soudé lorsque la chaufferette est pleine d'acétate. A l'intérieur se trouvent deux boulets mobiles qui ont pour but de diminuer les cas de surfusion.

A propos de ces chaufferettes, il convient de signaler *divers dessins* exposés par cette même Compagnie (Ouest), représentant les cuves à eau chaude dans lesquelles se fait le réchauffage des chaufferettes à acétate (avec la disposition par cage et poulie pour la descente et la remonte), ainsi que les cabrouets à bascule pour le transport des mêmes chaufferettes. On peut mentionner, enfin, le *dessin* représentant la courbe de refroidissement d'une chaufferette à acétate rapprochée de la courbe correspondante d'une chaufferette à eau chaude. Cette courbe met en évidence les faits suivants : la chaufferette à acétate de soude emploie environ neuf heures pour descendre de 75 ou 80 degrés à 40 degrés, tandis que, dans les mêmes conditions, la chaufferette à eau se refroidit de la même quantité en deux heures et demie environ.

Exposition des Pays-Bas.

3° *Chaufferette à acétate de soude,* exposée par M. Scholte. — Cette chaufferette est formée d'un tube de laiton complètement étanche, muni d'un bouchon spécial de rentrée d'air. Son fonctionnement repose sur le phénomène suivant : dans la chaufferette hermétiquement fermée, le sel se refroidit sans se solidifier et reste ainsi en état de surfusion; lorsqu'on ouvre le robinet de rentrée d'air, le sel commence immédiatement à se solidifier et cette solidification se continue en produisant le dégagement de la chaleur. Ce système a pour objet de permettre de conserver à l'état de surfusion des chaufferettes que l'on rend disponibles pour le chauffage, à un moment quelconque, par la simple manœuvre d'un robinet.

II

APPAREILS DE CHAUFFAGE FIXES.

A. Appareils à eau chaude.

Les appareils exposés présentent deux dispositions : dans l'une, chaque véhicule porte sa chaudière; dans l'autre, tous les véhicules du train sont desservis par une chaudière commune.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a. Appareils dans lesquels chaque véhicule porte sa chaudière.

Exposition de la France.

1° *Appareil à thermo-siphon, système Gallet,* exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Chaque voiture est pourvue de deux chaudières branchées sur le même circuit; de ces chaudières, placées transversalement sous la voiture, partent deux conduites longitudinales, l'une de distribution et l'autre de retour, reliées chacune à une extrémité de la chaufferette par des branchements. Sur le tuyau de retour d'eau est branché un vase d'expansion; au-dessus du départ d'eau chaude de chaque chaudière est fixé un tube de dégagement d'air et de vapeur qui aboutit à un vase faisant également office de vase d'expansion. Tout l'appareil communique avec l'atmosphère par ces deux récipients. Le réglage du foyer se fait en ouvrant ou fermant plus ou moins les entrées d'air placées sous la chaudière; le dégagement des gaz se fait par un évent placé à la partie supérieure. Le combustible employé est la tourbe carbonisée. Les chaufferettes, à raison d'une par compartiment, sont formées d'un faisceau tubulaire en acier et munies, à chaque extrémité, d'un tube de purge à robinet.

2° *Appareils de chauffage* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Une chaudière à double enveloppe renfermant le foyer est placée sur le côté et vers le milieu de la voiture; l'eau chaude part de cette chaudière, traverse des chaufferettes en fonte encastrées dans le plancher, revient au foyer où elle se réchauffe et parcourt à nouveau le même circuit. Le retour d'eau communique avec un vase d'expansion à l'air libre. Chaque chaufferette est munie d'un tuyau de dégagement d'air. Le foyer est chauffé avec du coke de gaz. Le tirage se règle par une cheminée munie d'un papillon. Une trémie placée dans le foyer limite la hauteur de la zone en combustion et permet de constituer une réserve de combustible.

3° *Chaufferette mixte à eau et à briquette,* exposée par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Chacune des deux chaufferettes, en saillie sur le plancher, se compose d'une enveloppe en tôle à double paroi remplie d'eau à la partie supérieure. Dans cette enveloppe, on introduit par une porte à fermeture spéciale, placée à un bout de la chaufferette dans le compartiment, une nacelle garnie de charbon de Paris. Des évents débouchant hors de la voiture permettent l'entrée d'air et l'échappement des gaz.

4° *Appareils de chauffage,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Ces appareils sont de deux modèles à l'état d'essai.

L'*un des appareils* se compose de chaufferettes occupant chacune la moitié de la longueur du compartiment (soit deux chaufferettes par compartiment) et munies chacune d'un petit foyer entouré d'eau placé à l'extérieur, sous la caisse. Le combustible employé est le charbon de Paris en briquettes. Les gaz circulent dans des carneaux à l'intérieur de la chaufferette et s'échappent par une cheminée dont on peut faire varier la section.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'*autre appareil* est un thermo-siphon qui se compose d'un petit réchauffeur placé en bout de chaque véhicule, d'une conduite de distribution et d'une conduite de retour d'eau, enfin de chaufferettes de très faible épaisseur encastrées dans le plancher et reliées chacune à un vase d'expansion. La chaudière est constituée par un serpentin en cuivre dans lequel circule l'eau. Ce serpentin entoure un panier percé de trous dans lequel brûle du charbon de Paris; un écran limite la hauteur de la zone en combustion et permet de constituer une réserve de combustible. Le tirage du foyer se règle au moyen d'un papillon placé dans la cheminée. Le vase d'expansion est toujours en communication avec l'atmosphère.

5° *Appareils de chauffage*, montés dans les voitures exposées par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Ces appareils sont de trois modèles.

Dans le *premier modèle*, applicable aux voitures à compartiments séparés, le chauffage est assuré par des chaufferettes en fonte encastrées dans le plancher de chaque compartiment; les chaufferettes de deux compartiments contigus sont desservies par la même chaudière, à laquelle elles sont reliées chacune par un circuit distinct. Le foyer de la chaudière est intérieur, muni d'une trémie, et le tirage se règle au moyen d'un papillon.

Le *second modèle*, applicable aux voitures à intercirculation, comporte, par voiture, deux appareils semblables chauffant chacun une des moitiés de la voiture. Ces appareils se composent d'une chaudière à foyer central à laquelle se relient les deux circuits formés par les tuyaux de chauffage fixés contre les parois à l'intérieur de la voiture. Le foyer est pourvu d'une trémie, et une soute à combustible est ménagée contre la chaudière placée dans un réduit spécial.

Dans le *troisième modèle*, applicable à celles des voitures à intercirculation qui ont certains compartiments munis de portières latérales, le chauffage d'une voiture est assuré par deux appareils semblables à ceux qui viennent d'être décrits, mais, en outre, une chaufferette en fonte est placée dans les compartiments munis de portières. Comme dans l'appareil précédent, le réglage est assuré par un papillon. Le combustible employé est l'anthracite.

6° *Appareil de chauffage*, exposé par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Cet appareil est analogue à celui de la Compagnie de l'Est; les chaufferettes sont munies, à chaque extrémité, de soupapes destinées à faire varier leur débit et, par suite, leur température. La voiture de première classe à bogies de cette même Compagnie (P. O.) est chauffée par deux appareils.

Exposition de la Grande-Bretagne.

7° *Appareil de chauffage installé dans la voiture-lits* exposée par la Compagnie du London and North Western Railway. — Cet appareil consiste en une canalisation régnant autour de chaque compartiment et dans laquelle circule de l'eau chauffée par un calorifère, que l'on utilise également pour la préparation des boissons chaudes, thé, café, etc.

Imprimerie nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b. Appareils dans lesquels tous les véhicules du train sont desservis par une chaudière commune.

Exposition de la Belgique.

8° *Appareils de chauffage système Belleroche,* exposés par le Chemin de fer Grand Central belge. — Le principe de ce système consiste à faire circuler un courant d'eau chaude dans les deux sens de la longueur du train; l'eau, aspirée dans le tender par un injecteur placé sur la machine et réchauffée par la vapeur employée au fonctionnement de l'injecteur, est chassée dans une conduite jusqu'à l'extrémité; elle revient à son point de départ par un tuyau de retour. Dans chaque compartiment sont disposées deux chaufferettes en fonte, indépendantes l'une de l'autre et reliées, les unes, d'un même côté du train, au tuyau d'aller, les autres, celles de l'autre côté, au tuyau de retour; l'accouplement entre les voitures se fait au moyen de boyaux en caoutchouc avec joints à ajutages coniques et vis de pression. Le circuit se ferme sur la dernière voiture. La température dans chaque compartiment correspond à la moyenne des températures des deux chaufferettes. Les appareils sont munis d'un système de purgeur permettant de vider simultanément les chaufferettes et les tuyaux de chaque véhicule quand on défait l'attelage.

La pression dans l'appareil est de 3 atmosphères. Un manomètre placé sur la machine et deux thermomètres installés l'un, sur la conduite d'aller, et l'autre sur la conduite de retour, indiquent au mécanicien la pression et la température moyenne dans le train. La conduite d'aller est munie d'une soupape de sûreté, à son orifice sur la boîte de distribution.

Exposition de la France.

9° *Projet de dispositif de chauffage,* présenté par M. Guitard. — Ce projet comporte l'installation, dans chaque compartiment, de chaufferettes remplies d'eau que l'on réchaufferait au moyen de la vapeur envoyée par la machine et passant par des tuyaux placés à l'extérieur et accouplés entre eux. Toutes les chaufferettes communiquent ensemble et avec l'atmosphère.

B. Appareils à air chaud.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

10° *Mode de chauffage,* exposé, avec l'élément de voiture, par la Compagnie du Pennsylvania Railroad. — Des conduites régnant de chaque côté de la voiture dans des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coffres installés sous les banquettes sont alimentées d'air chaud par deux poêles. Les coffres sont pourvus d'ouvertures par lesquelles l'air se répand dans la voiture.

Exposition de la France.

11° *Appareils de chauffage,* présentés par la Compagnie du chemin de fer du Nord, dans sa voiture-salon et dans les voitures des trains-tramways exposées à la classe 61.

Le chauffage est assuré par la combustion de briquettes en charbon de Paris contenues dans des nacelles placées dans des coffres en tôle. Les appareils présentent deux dispositions.

Dans l'une de ces dispositions, les nacelles sont introduites parallèlement aux brancards par des portes latérales percées à l'extérieur. Près de ces portes se trouvent des entrées d'air, les produits de la combustion suivent des carneaux (encastrés dans le plancher) qui serpentent à l'intérieur du compartiment et qui aboutissent à des cheminées masquées dans des colonnettes en laiton. Chaque compartiment est pourvu de deux foyers et de deux cheminées.

Dans l'autre disposition, les coffres en tôle sont placés sous les banquettes et pourvus, à l'une des extrémités, d'un ajutage qui traverse le plancher et sert pour la sortie des gaz; à l'autre extrémité se trouvent les portes de chargement, s'ouvrant dans les parois latérales; des trous percés à leur partie supérieure et des ajutages spéciaux servent aux rentrées de l'air nécessaire pour la combustion.

C. Appareils à acétate de soude.

Exposition des Pays-Bas.

12° *Appareils de chauffage,* présentés par M. Scholte. — Des chaufferettes fixes remplies d'acétate de soude sont placées dans les voitures à raison de deux pour chaque compartiment; ces chaufferettes peuvent être réchauffées par la vapeur qu'on fait circuler dans des tuyaux placés à l'intérieur de chacune d'elles; la vapeur est empruntée à un générateur spécial, par l'intermédiaire d'une canalisation portant des bouches, convenablement disposées par rapport aux voies de garage des trains, et que l'on peut relier à chaque chauferette par des éléments mobiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIX.

APPAREILS D'ÉCLAIRAGE DES VOITURES À VOYAGEURS.

Les appareils d'éclairage des voitures à voyageurs exposées peuvent se classer en catégories, comme suit :

I. Appareils d'éclairage à l'huile de colza à niveau constant :
   A. *Appareils à réservoir avec ajutage;*
   B. *Appareils à réservoir clos.*

II. Appareils d'éclairage à l'huile minérale.

III. Appareils d'éclairage au gaz :
   A. *Appareils au gaz riche;*
   B. *Appareils au gaz enrichi.*

IV. Appareils d'éclairage électrique.

I

APPAREILS D'ÉCLAIRAGE À L'HUILE DE COLZA, A NIVEAU CONSTANT.

A. Appareils à réservoir avec ajutage.

Les appareils à réservoir avec ajutage se composent essentiellement de cinq pièces : le réservoir à huile, la couronne, le bec, le réflecteur et la cheminée. Le réservoir est muni, à sa partie inférieure, d'un ajutage à soupape qui plonge dans la couronne quand la lampe est montée. L'huile s'écoule par cet ajutage dans le réservoir, qu'elle remplit jusqu'à ce que le niveau atteigne l'orifice de l'ajutage. Tant qu'il y a de l'huile dans le réservoir, le niveau reste constant dans la couronne. De la couronne, l'huile passe dans le bec. Le réflecteur sert à rejeter la lumière dans le compartiment. La cheminée sert au tirage et à l'évacuation des produits de la combustion.

On remarque deux types de lampes à réservoir avec ajutage : a, *lampes à bec plat;* b, *lampes à bec rond.*

a. Lampes à bec plat.

Exposition de la France.

1° *Lampes de la voiture mixte* exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Dans les lampes de ce type, le bec est plat et muni d'un porte-mèche mobile; la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mèche est alimentée par deux conducteurs à section elliptique. Le réflecteur est en deux pièces dont l'une fait partie de la couronne et dont l'autre est fixée à la cheminée. Les surfaces réfléchissantes sont en cuivre plaqué d'argent.

2° *Lampes* exposées par M. Gillet, constructeur d'appareils d'éclairage, à Paris. — Ces lampes sont du même modèle que celle décrite au 1° ci-dessus.

3° *Lampes* exposées par M. Luchaire, constructeur d'appareils d'éclairage, à Paris. — Ces lampes sont du même modèle que celle décrite au 1° ci-dessus.

b. Lampes à bec rond.

Exposition de la France.

4° *Lampe des compartiments de première classe des voitures* exposées par la Compagnie du chemin de fer du Nord.

Cette lampe est à double courant d'air. Le porte-mèche est mobile. Le bec plonge dans le compartiment et l'huile arrive à la mèche par un conducteur de section circulaire. Au-dessous du bec est fixé un godet destiné à recueillir l'huile qui peut s'écouler. Le tirage est réglé par une cheminée en verre qui est maintenue par une grille mobile autour du bec. L'orifice de l'ajutage de la bouteille par lequel s'écoule l'huile est taillé en sifflet. Le réflecteur, en tôle de nickel, a la forme d'un tore engendré par la rotation d'un arc d'ellipse.

5° *Lampe* exposée par M. Luchaire, constructeur d'appareils d'éclairage, à Paris. — Cette lampe est analogue à celle qui vient d'être décrite au 4° ci-dessus.

B. Appareils à réservoir clos.

Ces lampes comportent encore un réservoir, un bec, un réflecteur et une cheminée, mais elles n'ont plus de couronne. Le réservoir est clos et muni d'un bouchon pour le remplissage. Le bec est placé au-dessous du réservoir auquel il est relié par un ou deux conducteurs; le niveau de l'huile s'établit à l'extrémité du conducteur qui débouche dans le bec.

Ces appareils sont de deux types : a, *lampes à bec plat;* b, *lampes à bec rond.*

a. Lampes à bec plat.

Exposition de la France.

6° *Lampe* exposée par la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Dans ces lampes, le porte-mèche est mobile et le bec est au niveau du pavillon; le bouchon de remplissage se trouve à la partie supérieure du réservoir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7° *Lampe* analogue à la précédente, exposée par la Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma.

8° *Lampe des compartiments de deuxième et troisième classe de la voiture-tramway* exposée par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Dans cette lampe, le bouchon de remplissage est situé à la partie inférieure du bec. Ce dernier est relié aux réservoirs par deux conducteurs, dont l'un sert au remplissage et l'autre à l'alimentation.

9° *Lampes des voitures* exposées par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — La lampe présente cette particularité que l'huile arrive au bec par un conducteur muni d'un robinet permettant d'isoler le bec du réservoir quand la lampe est éteinte, afin d'éviter les dégorgements.

Exposition de l'Italie.

10° *Lampes de la voiture de troisième classe à compartiments séparés et des voitures à intercirculation* exposées par MM. Miani, Silvestri et Cie. — Le porte-mèche est mobile; le bec est au niveau du pavillon et le bouchon de remplissage à la partie supérieure du réservoir.

b. Lampes à bec rond.

Exposition de la France.

11° *Lampe Lafaurie et Potel,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest (voir ci-dessous, 13°).

12° *Lampe Lafaurie et Potel,* exposée par la Compagnie française de matériel de chemins de fer (voir ci-dessous, 13°).

13° *Lampe Lafaurie et Potel* exposée par M. Gillet, constructeur. — Dans la lampe Lafaurie et Potel, le bec est rond et à double courant d'air; le porte-mèche est mobile. Un godet, placé à la partie inférieure du bec, sert à recueillir l'huile qui peut s'écouler. Le liquide arrive au bec qui plonge dans le compartiment par un conducteur accolé à un conducteur d'air servant à l'alimentation intérieure du bec. Le bouchon de remplissage se trouve à la partie inférieure du réservoir. Le réflecteur est en deux parties, dont l'une fait corps avec la lampe et dont l'autre, percée en son centre d'une ouverture, est prolongée par la cheminée et sert à régler le tirage, sans le concours d'aucune cheminée en verre.

14° *Lampe Faucon,* exposée par MM. Roux, Guichard et Cie, constructeurs, à Paris.

Dans cette lampe, le bec est rond et à double courant d'air. Le porte-mèche est mobile. Le tirage se règle au moyen d'une courte cheminée en verre qui se continue dans le chapeau par une cheminée en métal. Le bouchon de remplissage est à la partie supérieure du réservoir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II

APPAREILS D'ÉCLAIRAGE À L'HUILE MINERALE.

Exposition de la France.

1° *Lampe système Shallis et Thomas,* exposée par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans (voir ci-dessous, 4°).

2° *Lampe système Shallis et Thomas,* exposée par la Compagnie des chemins de fer du Sud de la France (voir ci-dessous, 4°).

3° *Lampe système Shallis et Thomas,* exposée par la Société générale des chemins de fer économiques (voir ci-dessous, 4°).

4° *Lampe système Shallis et Thomas,* exposée par M. Luchaire, constructeur d'appareils d'éclairage. — La lampe Shallis et Thomas comporte un réservoir circulaire placé au-dessous du niveau de la flamme. Dans ce réservoir plonge la mèche dont on fait le réglage au moyen d'un pignon commandé par une vis verticale. Ce mécanisme permet d'augmenter ou de diminuer la longueur de la mèche en combustion. Le réflecteur est en tôle émaillée.

Exposition de la Grande-Bretagne.

5° *Lampe système Shallis et Thomas,* exposée par la Ridsdale's railway lamp Company limited. — Cette lampe est identique avec celle qui vient d'être décrite au 4° ci-dessus.

III

APPAREILS D'ÉCLAIRAGE AU GAZ.

Le gaz employé pour l'éclairage des voitures de chemins de fer est ou du gaz riche ou du gaz enrichi.

A. Appareils au gaz riche.

Exposition de la France.

1° *Appareils,* exposés par la Société internationale d'éclairage par le gaz d'huile. — Le système, dit *système Pintsch,* comporte pour chaque voiture : un réservoir contenant le gaz comprimé; un régulateur servant à faire passer le gaz de la pression existant dans le réservoir à celle qui doit exister au bec pour une bonne combustion; un ensemble de tuyaux amenant le gaz du régulateur aux lampes; enfin, les lampes à gaz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le gaz est emmagasiné dans les réservoirs des voitures, en général sous une pression de 7 kilogrammes par centimètre carré. Le chargement s'effectue à des bouches placées sur les trottoirs des gares, au moyen de tuyaux en caoutchouc portant un manomètre qui permet de suivre la marche de l'opération.

Le régulateur se compose en principe d'une boîte en fonte fermée à sa partie supérieure par une membrane flexible et imperméable au gaz. Au centre de cette membrane est fixée une tige qui commande une soupape par l'intermédiaire d'un levier mobile autour d'un point fixe. Cette soupape ferme plus ou moins l'arrivée du gaz suivant que la pression dans la canalisation allant aux becs est plus ou moins voisine de la pression pour laquelle le régulateur est établi. Le levier de manœuvre de la soupape est relié à un ressort qui concourt au réglage et soustrait la soupape aux chocs résultant des trépidations de la marche.

La tuyauterie comporte notamment un manomètre permettant de reconnaître la quantité de gaz restant dans la voiture, un robinet d'arrêt et souvent un robinet de mise en veilleuse. Les lampes sont à bec en stéatite à double trou convergent avec réflecteur en porcelaine.

A côté de ces dispositifs d'ensemble, la Société internationale d'éclairage par le gaz d'huile exposait ses différents modèles de lampes, robinets, raccords, etc.

2° *Appareils d'éclairage au gaz riche,* montés sur les voitures exposées par l'Administration des chemins de fer de l'État.

Les réservoirs sont montés sous les voitures parallèlement aux brancards; leur contenance varie de 285 à 302 litres. Dans les voitures-salons et dans les voitures à bogies, il y a deux réservoirs. Des manomètres sont disposés sur la tuyauterie. Les lampes sont du type Pintsch; celles des premières classes consomment par heure 25 à 26 litres de gaz riche; celles des deuxièmes et troisièmes classes, de 20 à 22 litres. Dans la voiture de première classe à bogies, les lampes ont des brûleurs intensifs, système Delmas. La mise en veilleuse se produit automatiquement par la fermeture du store.

3° *Appareils d'éclairage au gaz riche,* montés sur la voiture de première classe, exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est — Les réservoirs, au nombre de trois, sont placés sous le châssis parallèlement aux brancards, et ont une capacité totale de 845 litres. Un manomètre fixé sur chaque brancard indique la pression du gaz dans les réservoirs Le régulateur est du système Pintsch. Les lampes sont munies de brûleurs intensifs, système Delmas, à lame horizontale et à réchauffage de l'air servant à la combustion. Cet appareil, d'après les expériences, est indiqué comme augmentant le pouvoir éclairant de 40 p. 100 environ à égalité de consommation. Sa consommation est de 23 litres à l'heure.

Les lampes sont pourvues d'appareils de mise en veilleuse automatiques par la fermeture du store; un robinet de mise en veilleuse est fixé en outre sur le tuyau amenant le gaz aux lampes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° *Lampe au gaz riche,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Ces lampes sont employées pour l'éclairage des voitures de la banlieue de Paris. Ces voitures sont munies d'un réservoir de 160 litres placé sous le châssis perpendiculairement aux brancards. Un robinet de mise en veilleuse, placé à l'extérieur de la voiture, permet de mettre à la fois tous les becs en veilleuse. Un manomètre, également placé sur chaque voiture, indique à tout moment l'approvisionnement de gaz. La consommation horaire de chaque bec est de 22 litres.

5° *Appareils d'éclairage au gaz riche,* installés sur les voitures exposées par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Cette disposition comporte deux types de montage pour les réservoirs. Dans les voitures ordinaires, les réservoirs sont placés au nombre de deux sur la toiture des véhicules, parallèlement à l'axe longitudinal; la capacité de ces réservoirs varie de 350 à 770 litres. Dans les voitures à bogies, on a disposé les réservoirs à gaz sous le châssis, parallèlement aux brancards. Pour les voitures à bogies avec lanterneau, la capacité totale des réservoirs à gaz est de 2.400 litres. Pour les voitures qui n'ont pas de lanterneau, cette capacité est de 1.200 litres. Un manomètre à double cadran, placé à l'une des extrémités de chaque voiture, indique la pression dans les réservoirs. Sur le tuyau amenant le gaz du régulateur aux lampes est placé un robinet qui sert à l'extinction ou à la mise générale en veilleuse. Chaque lampe est munie d'une vis de réglage servant à augmenter ou à diminuer l'intensité de la flamme.

Dans les voitures ordinaires et dans les voitures à bogies sans lanterneau, toutes les lampes sont réglées pour une consommation de 23 litres à l'heure. Dans les voitures à bogies avec lanterneau, les lampes montées dans les plafonds des lanterneaux sont réglées pour une consommation horaire de 33 litres. La mise en veilleuse, qui s'obtient automatiquement en fermant le store, réduit les consommations ci-dessus de 28 p. 100 en moyenne.

Exposition de la Grande-Bretagne.

6° *Appareils d'éclairage au gaz riche,* installés sur la voiture exposée par la Compagnie du London and North Western railway. — Les appareils employés sont du système Pope et ne diffèrent pas sensiblement de ceux qui ont été décrits plus haut.

Exposition de l'Italie.

7° *Appareils d'éclairage au gaz riche,* installés dans les voitures de première et de deuxième classe exposées par MM. Miani, Silvestri et Cie. (Voir 8°.)

8° *Appareils d'éclairage au gaz riche* des voitures exposées par la Société italienne des chemins de fer méridionaux. — Ces appareils sont analogues à ceux qui ont été décrits plus haut. Le gaz est contenu dans des réservoirs placés sous les voitures.

9° *Appareils d'éclairage au gaz riche* des voitures exposées par la Société des chemins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DE FER DE LA MÉDITERRANÉE. — Ces appareils sont analogues à ceux qui sont mentionnés plus haut. Les réservoirs à gaz sont placés sous les voitures. En outre, les lampes sont construites de manière à pouvoir être au besoin remplacées par des lampes à huile.

B. APPAREILS AU GAZ ENRICHI.

Exposition de la Belgique.

10° *Appareils d'éclairage au gaz enrichi,* installés sur une voiture exposée par l'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE. — Les réservoirs à gaz sont placés sur un fourgon, et les voitures sont reliées à ce réservoir par des tuyaux flexibles. Chaque lampe est pourvue d'un carburateur à naphtaline composé d'un récipient placé au-dessus du réflecteur qui est percé en son centre d'une ouverture formant cheminée. La naphtaline est chauffée par les produits de la combustion qui se dégagent par cette cheminée, et se vaporise. Le gaz, qui pour se rendre au bec, traverse le récipient, entraîne cette vapeur et par suite se carbure.

Exposition de la France.

11° *Lampe de voiture à carburateur,* exposée par la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST. — Le carburateur est disposé pour enrichir le gaz ordinaire au moyen de vapeurs de naphtaline. Il se compose d'un réservoir en fer à cheval placé à l'intérieur de la lampe, dans lequel on place la naphtaline. Ce réservoir est muni d'une tubulure débouchant dans la cheminée au-dessus de la flamme. La naphtaline contenue dans cette tubulure se vaporise et est remplacée par de la naphtaline du réservoir. Pour se rendre au bec, le gaz traverse cette tubulure où il se mélange aux vapeurs carburantes. Cet appareil est seulement en expérimentation.

IV

APPAREILS D'ECLAIRAGE ÉLECTRIQUE.

Dans les applications exposées, la source d'électricité est une batterie d'accumulateurs placée dans chaque véhicule.

Exposition de la Belgique.

1° *Appareils d'éclairage électrique des voitures de la Compagnie internationale des wagons-lits.* — Les accumulateurs pesant chacun 31 kilogrammes, et au nombre de 16 par voiture, sont du modèle de la « Société du travail électrique des métaux ». Les lampes ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un pouvoir éclairant de six bougies. Un rhéostat à main (système Desruelle) est intercalé dans le circuit. Tant que le potentiel se maintient entre 25 et 26 volts (voltage des lampes), un enclenchement rend la manœuvre du rhéostat impossible. Dès que le potentiel s'abaisse, le déclenchement se produit, et on peut ôter une partie de la résistance du circuit sur lequel les lampes sont montées en dérivation.

Exposition de la Grande-Bretagne.

2° *Appareils d'éclairage électrique de la voiture de la Compagnie du Midland Railway.* — Les accumulateurs sont placés dans le compartiment à bagages de la voiture. Ces appareils, du modèle de la «Electrical Power Storage Company», sont au nombre de 18 par voiture et pèsent chacun 31 kilogrammes. Les lampes employées sont à incandescence et nécessitent un courant de 35 volts; leur pouvoir éclairant est de 8 bougies.

CHAPITRE XX.

ENGINS DE LEVAGE ET DE MANUTENTION, OUTILS D'ATELIERS, APPAREILS DIVERS.

Le présent chapitre contient des appareils de natures très diverses et que l'on a classés en trois catégories :

I. Engins de levage et de manutention;

II. Outils d'ateliers;

III. Appareils divers.

I

ENGINS DE LEVAGE ET DE MANUTENTION.

En dehors des appareils de levage et de manutention servant aux travaux de la voie, dont il a été question au chapitre Ier, on voyait figurer dans la classe 61 divers appareils de la même catégorie employés dans les gares (*grues, monte-charges, cabestans,* etc.), parmi lesquels on peut citer les suivants :

Exposition des États-Unis d'Amérique.

1° *Brouettes métalliques,* exposées par la New-York Commercial Company.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la France.

2° *Pont roulant pour le chargement des voitures et des animaux,* dans les gares où il n'y a pas de quai à marchandises; *poulain de chargement,* en tôle d'acier; *machine à charger les fûts*[1], etc., exposés par l'Administration des chemins de fer de l'État.

3° *Cabestan électrique,* exposé par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Cet appareil, destiné à la manutention des wagons, est actionné au moyen d'un accumulateur et de deux machines dynamo-électriques à un anneau, dont les arbres portent à leurs extrémités des pignons engrenant avec une roue dentée qui est montée sur l'axe du cabestan. Il est muni d'un commutateur, système de M. Hillairet, qui permet de mettre successivement en tension et en dérivation les diverses parties du circuit de la machine, afin d'obtenir graduellement l'effort et la vitesse nécessaires à la manœuvre des véhicules. L'appareil monté sur tourillons peut basculer de manière à être visité et réparé facilement.

4° *Treuil électrique,* exposé par la même Compagnie (Nord). — Ce treuil, destiné à la manutention des marchandises dans les gares, est monté sur un chariot à quatre roues, *mobile sur les rails d'un chemin de roulement;* deux moteurs électriques servent, l'un à actionner le treuil, l'autre à mouvoir le chariot.

5° *Dessins,* exposés par la même Compagnie (Nord), de la disposition *des appareils de manutention hydrauliques,* installés à la gare de la Chapelle.

L'ensemble de cette installation se compose de 8 cabestans et de 30 poupées folles desservant 37 voies reliées par deux voies transversales. La machinerie comprend : 2 machines à vapeur de 15 chevaux chacune, 2 pompes et 2 accumulateurs d'eau sous la pression de 50 kilogrammes par centimètre carré. Chaque machine à vapeur peut actionner indifféremment l'une ou l'autre des deux pompes, et chaque pompe est reliée aux deux accumulateurs. Pour éviter la gelée, les conduites ont été enterrées à 0 m. 80 de profondeur et des becs de gaz sont maintenus allumés dans les fosses des cabestans.

6° *Grue roulante à pivot sur truck,* exposée par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Cette grue roulante, qui peut s'atteler à un train, pèse 23 tonnes et a une portée de 4 m. 60, avec une hauteur sous flèche de 6 m. 85; sa force est de 6 tonnes lorsqu'elle est libre, mais on peut la caler sur le ballast au moyen de cales portatives qui sont emmagasinées sous la grue même. Lorsqu'elle est calée, sa force est de 8 tonnes. L'appareil de levage est à chaîne Galle, et le poids soulevé est équilibré au moyen d'un contrepoids mobile.

7° *Dessins,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, *représentant les appareils hydrauliques installés dans la gare Saint-Lazare pour le service des messageries.* —

[1] Cette machine est l'objet d'une description spéciale dans un autre chapitre (page 417).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les monte-wagons hydrauliques de 15.000 kilogrammes élèvent les wagons du niveau des voies de la gare à celui des voies du bâtiment des Messageries, situé à 9 m. 60 au-dessus. Ces appareils se composent d'un plateau actionné par trois pistons : un au centre et deux sur les côtés; l'eau sous pression peut être admise soit sous le piston central seul, lorsqu'il s'agit de monter des wagons vides, soit sous les deux pistons latéraux, s'il s'agit de monter une charge totale de 10 tonnes, soit enfin sous les trois pistons à la fois, si la charge à monter est de 15 tonnes. Les cabestans hydrauliques servent à la manœuvre des véhicules ou au tournage des machines; ces appareils se composent d'un tambour en fonte à deux gorges de diamètres inégaux, d'un moteur à trois cylindres actionnant un arbre vertical coudé, d'une distribution d'eau et d'une enveloppe en fonte; ils sont montés sur des tourillons horizontaux, de manière à pouvoir être retournés sens dessus dessous pour la visite et la réparation; l'eau arrive par l'un de ces tourillons et ressort par l'autre. Les accumulateurs d'eau à la pression de 52 kilogr. 500 sont en communication avec le réseau d'eau comprimée.

8° *Modèle d'une locomotive-grue,* pour voie de 2 mètres, exposée par M. Corpet. — Dans cet appareil, destiné surtout au service des ateliers et des quais de port, un pivot attaché à la chaudière porte une grue à vapeur qui permet de lever un objet et de le transporter à une certaine distance. On peut, avec cet engin, charger un wagon, puis le ranger au moyen de la machine et le remplacer par un vide.

9° *Dessins,* exposés par la Compagnie continentale d'exploitation des locomotives sans foyer, *de l'application du système Lamm et Franq à la manœuvre des chariots roulants de la gare de Sulzbach* (Allemagne). Cette application est indiquée comme faite en vue d'éviter les dangers d'incendie.

10° *Grue de levage de 6.000 kilogrammes,* type Est, exposée par MM. Le Blanc, Georgi et Cie (Société des Usines de Marquise).

11° *Pont volant,* à brancards en acier, monté sur deux roues, pesant 500 kilogrammes et destiné au *chargement des voitures et des bestiaux,* sans le secours de quai; *poulain de chargement, brouettes à bascule* destinées à faciliter le déchargement, *cabrouets, tricycles,* exposés par MM. Savary et Cie.

12° *Brouettes, cabrouets, tricycles,* etc., exposés par MM. Caillard frères.

13° *Levier pousse-wagon,* exposé par M. Choquet.

14° *Brouettes de divers modèles, brouettes à bagages, diables, cabrouets, tricycles, poulains, pont de chargement,* etc., exposés par M. Cochard.

15° *Dessins d'un levier pousse-wagon,* exposé par M. Scal.

II

OUTILS D'ATELIERS.

Parmi les outils d'ateliers exposés, on peut citer les suivants :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition des États-Unis d'Amérique.

1° *Cric,* exposé par M. Andrew Warren. — Le cric du système Andrew Warren fonctionne sans vis ni engrenage; il se compose d'un fût solide dans lequel s'engage une tige lisse embrassée par deux paires de mâchoires, l'une fixée au fût, l'autre montée dans une tête mobile sur laquelle agit le levier de manœuvre. En abaissant ce levier, on détermine le serrage de la paire de mâchoires supérieures sur la tige et le mouvement d'ascension de cette dernière; lorsqu'on relève le levier, les mâchoires supérieures abandonnent la tige qui tend à descendre, mais immédiatement cette dernière est saisie par la paire de mâchoires inférieures qui se coincent contre elle d'autant plus énergiquement que la charge est plus forte. Pour faire descendre la charge, on agit sur une pédale qui permet de diminuer à volonté l'adhérence des mâchoires inférieures sur la tige.

Exposition de la France.

2° *Machine à fraiser les tables parallèles de tiroir des cylindres intérieurs,* exposée par la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Le dressage est fait au moyen d'une fraise taillée sur la face et sur le champ, et montée sur une tête placée à l'extrémité d'un long bras que l'on introduit dans la boîte à vapeur. Ce bras peut lui-même se mouvoir sur un chariot coulissant dans un cadre rectangulaire que l'on fixe à la boîte à vapeur au moyen des goujons du joint.

3° *Machine à percer sur place les foyers et les entretoises de boîte à feu,* exposée par la même Compagnie (Nord). — Cette machine se monte sur des supports fixés au foyer lui-même. Le porte-outil est disposé de manière à pouvoir prendre un mouvement de translation et tous les mouvements d'orientation nécessaires, de telle sorte que l'outil puisse être amené au point voulu et placé normalement à la paroi à percer sans qu'il soit nécessaire de déplacer les supports.

4° *Machine à tarauder sur place les trous des foyers,* exposée par la même Compagnie (Nord). — Cette machine, disposée comme la précédente, présente cette particularité que l'on peut faire varier le diamètre de la poulie de commande, de manière à changer la vitesse suivant le diamètre du trou à tarauder.

5° *Machine à percer sur place dans les angles des foyers,* exposée par la même Compagnie (Nord). — Même principe et même disposition que les précédentes.

6° *Meule-alésoir servant à rectifier les œils, les boutons et les coulisses de distribution après la trempe,* exposée par la même Compagnie (Nord). — Cette meule est montée dans son porte-outil de telle manière que l'on puisse, au moyen d'une vis, faire décrire à son axe un cercle de 0 m. 020 de rayon, ou rendre cet axe fixe et faire simplement tourner la meule sur elle-même.

7° *Polissoir-chirotrope,* exposé par la même Compagnie (Nord). — Ce polissoir est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employé pour meuler, à l'emplacement qu'elles occupent sur des tréteaux ou sur une table, des pièces telles que glissières, bielles, etc., trop lourdes pour être présentées à la main aux polissoirs fixes.

8° *Machine à tailler et à affûter les lames des scies à métaux,* exposée par la même Compagnie (Nord).

9° *Machine à planer à l'émeri,* exposée par la même Compagnie (Nord). — Cette machine est employée pour le dressage des pièces sans les détremper au préalable. Elle se compose d'une meule à axe vertical, tournant à la vitesse de 3.000 tours à la minute. Cette meule possède en outre un mouvement de translation dans son propre plan. Les pièces à dresser sont montées sur des chariots pouvant recevoir à la main des mouvements horizontaux ou verticaux. Les meules sont constituées par des disques en bois sur lesquels l'émeri est fixé par de la colle.

10° *Machine à battre les tapis, à battre et à brosser les coussins,* exposée par la même Compagnie (Nord). — Cette machine, mise en mouvement par une transmission mécanique, se compose d'un bâti en bois sur lequel sont fixés, d'une part, à l'extrémité, des paliers à glissières mobiles supportant un tambour muni de 12 batteurs en cuir souple, et, d'autre part, un arbre transversal actionnant deux brosses circulaires. Un plancher articulé, sans fin, passant sur deux tambours tournants, sert à produire l'entraînement automatique des tapis. Chaque coussin est à la fois battu et brossé, les brosses tournant en sens inverse l'une de l'autre, la poussière est ramenée vers l'axe de la machine d'où elle est enlevée par un aspirateur Bourdon. Pour le nettoyage des tapis, les brosses ne servent pas.

Cette machine est indiquée comme permettant de nettoyer en dix heures, avec deux hommes, 300 coussins ou tapis très sales, ou 700 tapis dans l'état moyen.

11° *Balance à plateaux manométriques,* exposée par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Cette balance, destinée à régler la répartition du poids des locomotives sur les rails, se compose de deux rangées de quatre plateaux indépendants ; chaque plateau repose par l'intermédiaire d'étriers sur les extrémités de deux balanciers horizontaux dont les autres extrémités agissent sur le fond d'une cuvette. La pression est transmise par une membrane en caoutchouc dans une capacité pleine d'eau en communication avec un manomètre à mercure ouvert à l'air libre. Les deux tubes correspondant aux deux roues d'un même essieu sont placés l'un près de l'autre. Les poids par roue sont donnés par les graduations des tubes manométriques.

12° *Appareil de ripage des locomotives,* exposé par la même Compagnie (P.-O.). — Cet appareil comporte deux chariots à galets cylindriques interposés entre la poutre de levage et la traverse de la machine, et une sorte de cric, agissant horizontalement, que l'on fait porter, d'une part, sur une butée dont la poutre est munie, et d'autre part, sur l'un des chariots précités. En agissant sur une manivelle extérieure, on produit l'avancement de la vis du cric et le ripage de la machine.

13° *Bascule pour régler la répartition du poids sur les essieux des locomotives,* exposée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par M. Boyeldieu. — Cet appareil se compose d'un plateau en deux parties muni de rails, sur lequel on place successivement chacun des essieux d'une locomotive. Les pressions transmises au plateau par les roues sont mesurées par la perte de flèche de ressorts placés sous le plateau. Ces pertes de flèches sont reportées par une aiguille mobile sur un cadran gradué.

14° *Outils divers, rabots, varlopes, trusquins, mèches, cliquets, règles, équerres,* etc., exposés par M. Choquet.

15° *Divers outils,* exposés par M. Cochard, tels que : poinçonneuses à main, crics, vérins, treuils, palans, moufles, etc.

16° *Pulsomètre,* exposé par MM. Cuau aîné et Cie. — Cet appareil, dont le principe est celui de tous les pulsomètres, présente la particularité d'être muni d'ailettes en fonte qui augmentent, par leur rayonnement, la rapidité de la condensation; de ce fait résulterait une économie de vapeur. De plus, en vue de remédier à l'usure rapide du boulet ordinaire de distribution, on a remplacé ce dernier par un *tiroir plan oscillant.*

17° *Trusquins à tiges triangulaires, équerres à tiges triangulaires,* etc., exposés par M. Rous.

En dehors des outils d'ateliers figurant à la classe 61, beaucoup d'autres étaient représentés dans différentes classes de l'Exposition et ne peuvent être indiqués ici que pour mémoire; beaucoup d'entre eux trouveront d'ailleurs place, s'il y a lieu, dans les rapports des classes où ils figuraient.

III

APPAREILS DIVERS.

En dehors des outils dont il vient d'être question, il convient de mentionner ici divers appareils ou objets de petit matériel employés dans l'exploitation ou plus spécialement destinés au service des gares, à l'ameublement des bâtiments et bureaux, etc.

Exposition de l'Autriche-Hongrie.

1° *Composteur à billets,* exposé par M. Karl Danner, à Vienne, permettant, avec un seul type d'imprimé, de délivrer, sans écriture, des billets pour diverses destinations et d'en conserver un contrôle.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

2° *Articles divers d'équipement et de fourniture,* pour compagnies de chemins de fer, présentés par la New-York Commercial Company.

Exposition de la France.

3° *Divers appareils,* exposés par l'Administration des chemins de fer de l'État, savoir :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lanterne à main au pétrole; lanterne-signal d'arrière de train; plaques indicatrices de compartiments réservés; brouette en fer à claire-voie pour transport de bagages; poulain de chargement en tôle d'acier emboutie, étudié en vue de remplacer les poulains en bois qui se détériorent rapidement et peuvent, en se rompant, occasionner des accidents; *machine à charger et à décharger les fûts*, constituée par une poutre cintrée en arc de cercle à concavité tournée vers le bas, reposant d'une part sur le sol, d'autre part sur le plancher du wagon. Cette poutre est munie, suivant son arc intérieur, d'une crémaillère avec laquelle engrène le train d'engrenage d'un chariot de forme spéciale sur lequel le fût est placé. Une manivelle commande le train d'engrenage et permet de faire déplacer le chariot tout le long de la poutre, avec une vitesse variable suivant l'arbre choisi pour la commande. Un frein fonctionnant automatiquement lorsqu'on cesse d'agir sur la manivelle s'oppose à la descente intempestive du chariot.

4° *Couvre-plomb des wagons de douane*, exposé par M. Barbieux-Semal. — Cet appareil consiste en une petite boîte oblongue recouvrant le plomb. Cette boîte s'accroche par sa partie supérieure à une agrafe fixée sur la porte du wagon; à sa partie inférieure se trouve un évidement dans lequel pénètrent les pitons de fermeture des portes. Un cadenas placé dans ces pitons assure à la fois la fixité du couvre-plomb et la fermeture des portes.

5° *Divers meubles*, exposés par la Compagnie du chemin de fer du Nord, tels que :

Armoire à deux portes pour étiquettes à bagages; armoire à deux portes avec soubassement à réserve pour étiquettes à wagons; casier de distribution de billets de voyageurs, modèle tournant pouvant servir à deux receveurs pour un même guichet.

6° *Appareils d'éclairage*, exposés par M. Gillet. — Parmi ces appareils figurent ceux des types courants des Compagnies de chemins de fer français, des lanternes à main, notamment une lanterne à main à pétrole, à bec plat, système Lasky, brûlant sans verre ni cheminée et disposée en vue d'éviter autant que possible l'écoulement du liquide dans le cas de renversement de la lanterne, des lampes de divers modèles, des réflecteurs en plaqué d'argent, etc.

7° *Appareils d'éclairage*, exposés par M. Luchaire. — Cette exposition comprend des lampes et lanternes des types courants des Compagnies de chemins de fer français, telles que des lanternes d'arrière et de côté de train, au pétrole, avec bec brûlant sans verre; des lanternes de quai de halle; une lanterne intensive au pétrole, à bec plat, pour l'éclairage par transparence des damiers de bifurcation; des lampes de bureau à bec plat et au pétrole; des lanternes à main, entre autres une lanterne au pétrole brûlant sans verre, étudiée en vue d'éviter autant que possible le renversement du liquide dans les mouvements brusques ou dans le cas de renversement de la lanterne, etc.

8° *Boîtes à pétard, fourreaux à drapeaux, ceintures, ceinturons, courroies*, etc., exposés par M. Masson.

9° *Appareils d'éclairage*, exposés par MM. Roux, Guichard et Cie. — Ces appareils

Imprimerie nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comprennent les divers types de lampes et lanternes employés par les Compagnies de chemins de fer français. Parmi ceux-ci on peut citer des signaux de côté de trains, avec bec au pétrole, brûlant sans verre; des lanternes de marquises; un appareil d'éclairage des cadrans des horloges des gares au moyen de projecteurs à lentilles; des lanternes d'inspection, des lanternes à main, notamment une lanterne à main à bec plat et au pétrole, brûlant sans verre, et disposée en vue d'éviter les écoulements du liquide en cas de renversement, etc.

10° *Appareils compteurs, numéroteurs,* exposés par M. Klein. — Boîte à finance à compteur révélateur enregistrant automatiquement les nombres d'ouverture du couvercle; dans ce système, une fois que le couvercle est fermé et que le numéro de cette fermeture a été repéré sur la feuille remise à qui de droit, si l'on essaie d'ouvrir la boîte, le numéro du compteur augmente d'une unité et se trouve en désaccord avec celui qui est porté sur la feuille; machines à imprimer et à numéroter et compter les billets; compteurs-totalisateurs pour tramways et omnibus; presses à copier; machine à dater; pinces à plomber; pinces de contrôle; numéroteurs et poinçons divers.

11° *Machine pour l'impression, le numérotage, le classement, le contrôle et le comptage des billets de chemins de fer; appareils divers de précision pour numérotage, timbrage et datage,* exposés par M. Trouillet.

12° *Engins et meubles divers,* exposés par MM. Muller et fils, fabricants à Paris. — Brouettes, diables, tricycles, anspects, échelles, poulains, meubles et cartonniers pour bureaux, casiers à billets et casiers à étiquettes à bagages, boîtes pour envoi de billets, boîtes à finances avec fermeture de sûreté, boîtes de secours, etc.

13° *Paniers pour conducteurs,* exposés par M. Savoie.

Exposition de la Grande-Bretagne.

14° *Coffres-forts en acier; coffres-forts munis d'un appareil d'alarme électrique et de pênes diagonaux; boîtes à titres et à valeurs; serrures à délateurs,* etc., exposés par la Chubb and son's lock and safe Company.

15° *Divers appareils d'éclairage,* fixes et portatifs, pour gares, quais, etc., présentés par MM. Sugg et Cie.

Exposition de la Suisse.

16° *Casiers à billets,* exposés par M. Wambold.

En terminant, il convient de mentionner pour mémoire des appareils divers très nombreux figurant dans les différentes classes de l'Exposition, par exemple, les appareils d'horlogerie exposés par M. Chateau, par M. Garnier et par M. Lepaute, qui trouveront vraisemblablement leur place dans le rapport de la classe où ils figuraient.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXI.

APPAREILS D'ESSAI ET DE MESURE.

L'industrie des chemins de fer comporte l'emploi d'un grand nombre d'appareils de précision tels que : appareils d'essai pour les machines, appareils de mesure des efforts, des vitesses, etc. Plusieurs appareils de ce genre figuraient à la classe 61. On distinguera ci-après :

I. Appareils d'essai pour les matières (huiles, métaux, etc.).

II. Appareils servant à relever les diverses circonstances de la marche des trains et des machines.

III. Appareils pour le contrôle de l'état des voies.

I

APPAREILS D'ESSAI POUR LES MATIÈRES (HUILES, MÉTAUX, ETC.).

Nous mentionnerons :

Exposition de la France.

1° *Machine à essayer les huiles,* exposée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Cette machine repose sur le principe suivant : le pouvoir lubrifiant d'une huile est, à pression et à vitesse égales, inversement proportionnel à la résistance tangentielle développée à la circonférence de la fusée par le glissement de celle-ci sur la surface du coussinet. La question de l'appréciation du pouvoir lubrifiant revient donc à la mesure et à l'enregistrement de cette résistance tangentielle.

L'appareil est disposé de telle sorte que les expériences soient faites dans des conditions reproduisant, aussi exactement que possible, celles qui se présentent dans la pratique, notamment comme nature et dimensions des surfaces en contact, mode de graissage, intensité des pressions, température, etc. A cet effet, l'organe de frottement est constitué par un arbre en acier de mêmes dimensions, de même forme et de même fabrication que les essieux de voitures et wagons, et par un coussinet ordinaire de voitures ou de wagons; le récipient à huile est disposé comme les dessous ordinaires de boîtes à huile, avec un tampon graisseur du type courant monté de la même manière que dans les boîtes en service. L'arbre est creux, de sorte qu'on peut faire varier sa température au moyen d'un courant d'eau; il est mis en mouvement au moyen de poulies reliées à une transmission par des courroies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La pression convenable sur les surfaces frottantes est donnée par une traverse horizontale qui appuie sur le milieu du coussinet; cette traverse est reliée par deux tiges verticales à une autre traverse également horizontale sur laquelle repose le fond d'une cuve manométrique à eau. Un manomètre système Richard enregistre d'une manière continue, à un dixième de kilogramme près, les variations de pression pendant toute la durée de l'expérience.

Pour permettre de mesurer les forces de frottement, on a fixé au coussinet un levier horizontal; le poids de ce levier, ainsi que celui des pièces qui y sont fixées, est équilibré au repos par un contrepoids. Sous l'action tangentielle du frottement, le levier tend à être entraîné dans le sens de la rotation, mais il est retenu par deux butées, et ne peut se déplacer que d'un demi-millimètre de part et d'autre de sa position d'équilibre. A l'extrémité de ce levier est fixé un ressort à spirale attaché par son autre extrémité à un secteur animé d'un mouvement alternatif de rotation qui, à chacune de ses oscillations, détermine dans le ressort une tension variant de o jusqu'à une valeur correspondant à l'allongement du ressort résultant de la course du secteur. Le levier, appuyé contre la butée supérieure par le coussinet qui l'entraîne, se détache de cette butée au moment où la tension du ressort équilibre la force d'entraînement. Il suffit donc de mesurer cette tension ou, ce qui revient au même, l'allongement du ressort au moment où le levier se sépare de la butée. Cette mesure est donnée par la machine et l'enregistrement en est fait sur un papier. La température déterminée par le frottement est relevée au moyen d'un thermomètre plongé dans un bain de mercure placé sur le coussinet; un thermomètre plongé dans le récipient à huile donne sa température. On peut d'ailleurs faire varier la température de cette huile au moyen d'un réfrigérant.

Cette machine permet d'étudier l'influence exercée sur le frottement par la pression, la vitesse, la température, la nature de l'huile, etc.

2° *Ixomètre Barbey,* exposé par la MÊME COMPAGNIE (EST). — Cet appareil permet de mesurer la viscosité des huiles à température, pression et durée d'expérience constantes; il se compose essentiellement d'un gros tube vertical surmonté d'un entonnoir, d'un autre tube percé d'une ouverture à sa partie supérieure et d'un déversoir. Dans ce dernier tube, on introduit une tige cylindrique, bien calibrée et exactement centrée au moyen de deux bouchons fermant le tube. Les deux tubes sont réunis à leur partie inférieure par un conduit horizontal. Le tout est placé dans un bain-marie à température constante. L'huile versée dans l'entonnoir descend dans le gros tube et remonte dans le tube qui renferme la tige, puis se déverse à la partie supérieure. On recueille, dans un tube gradué, la quantité d'huile qui s'écoule pendant la durée constante de l'expérience. On plonge le tube gradué dans le bain-marie de l'appareil et l'on n'a plus qu'à faire la lecture qui donne directement la fluidité de l'huile, la graduation étant faite en conséquence.

3° *Dessin d'une machine à essayer les métaux au choc en long,* exposé par la COMPAGNIE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DES CHEMINS DE FER DE PARIS À LYON ET À LA MÉDITERRANÉE. — Le principe de l'appareil est le suivant : la pièce à essayer étant fixée par son extrémité supérieure à un mouton, on suspend à son extrémité inférieure une masse d'un poids déterminé et on laisse tomber le tout (le mouton étant guidé) d'une certaine hauteur. Le mouton est arrêté brusquement dans sa chute par une chabotte percée d'un trou dans lequel s'engage librement la masse inférieure et la pièce à essayer est alors soumise à un choc par traction dans le sens de sa longueur. Le travail correspondant est donné par le poids et la hauteur de chute.

4° *Dessin d'une machine à essayer les essieux et les bandages par flexion et par compression, sous une pression pouvant aller jusqu'à 200 tonnes,* exposé par la MÊME COMPAGNIE (P.-L.-M.). — Les bandages à essayer sont posés horizontalement et à plat. Un piston hydraulique agit soit à l'intérieur du bandage pour produire l'ouverture, soit à l'extérieur pour produire l'aplatissement. Dans les essais d'essieux, on relie les fusées au bâti de la presse au moyen de bielles spéciales, et le piston hydraulique agit sur le milieu de l'essieu pour produire la déformation de la pièce.

5° *Appareil* dit *élasticimètre enregistreur,* exposé par la MÊME COMPAGNIE (P.-L.-M.). — Cet appareil est destiné à la mesure et à l'enregistrement automatique des allongements des barreaux d'épreuves soumis à un effort de traction. Sur les deux faces (ou aux deux extrémités d'un diamètre) du barreau à essayer sont fixées, au moyen de vis de pression, deux lames élastiques parallèles au barreau, mais maintenues éloignées de ce dernier par deux rouleaux. Ces lames supportent, dans un plan situé à une distance de leur point d'attache égale à la partie utile de l'éprouvette, deux étriers, l'un, fixé au barreau par deux vis formant axe de rotation, l'autre, fixé à un axe articulé sur le premier étrier, et portant une longue aiguille. Lorsque le barreau s'allonge, les deux étriers se déplacent l'un par rapport à l'autre, l'aiguille s'abaisse, et l'amplitude de son mouvement est l'amplitude moyenne des mouvements qu'elle prendrait si elle était liée à l'une ou à l'autre des deux faces, c'est-à-dire qu'elle correspond à l'allongement moyen. Les déplacements s'inscrivent sur une plaque de verre enduite de noir de fumée. A chaque modification de la charge, le cadre se déplace et l'aiguille marque un cran. On a, dès lors, les allongements du barreau sous les charges successives. On fixe le tracé sur la plaque de verre au moyen d'un vernis.

6° *Dynamomètres hydrauliques,* exposés par la MÊME COMPAGNIE (P.-L.-M.). — Ces dynamomètres permettent de mesurer, l'un, des efforts de traction jusqu'à 20 tonnes, l'autre, des efforts de compression jusqu'à 85 tonnes. Le principe de ces instruments est le suivant : une cuvette remplie d'eau glycérinée et en communication avec un manomètre est fermée par un diaphragme sur lequel s'applique un piston. Tout effort sur le piston (traction ou compression) engendre sur le diaphragme une pression qui est accusée par le manomètre dont la graduation donne l'effort réel. La graduation est faite expérimentalement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II

APPAREILS SERVANT À RELEVER LES DIVERSES CIRCONSTANCES DE LA MARCHE DES TRAINS ET DES MACHINES.

Dans ces appareils nous distinguerons :

a. Les appareils qui se placent sur les machines ou dans les trains;

b. Les appareils qui se placent sur la voie;

c. Les appareils de poche.

a. Appareils qui se placent sur les machines ou dans les trains.

Exposition de la France.

1° *Dynamomètre d'inertie*, imaginé par M. Desdouits, pour la mesure de la résultante des efforts moteurs et résistants développés dans la traction d'un train, exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cet appareil est établi sur ce principe, qu'un pendule fixé en un point du train est dévié de la verticale d'un angle proportionnel à l'accélération, accélération qui est elle-même proportionnelle à la résultante des efforts moteurs et résistants.

Le pendule employé par M. Desdouits est constitué par un secteur à deux flasques entre lesquelles est suspendu un poids que l'on peut déplacer suivant la verticale, de manière à faire varier la sensibilité de l'appareil. Ce secteur roule sur un chemin de roulement horizontal orienté suivant la direction du mouvement. Les déplacements sont enregistrés au moyen d'un crayon relié à la masse qui constitue le pendule. Ce crayon décrit une courbe dentelée sinueuse sur une bande de papier qui se déroule d'un mouvement uniforme. L'appareil se place sur un véhicule quelconque du train. La quadrature de la courbe des accélérations sert à donner la courbe des vitesses dont la quadrature donne à son tour les espaces parcourus. L'appareil est donc présenté comme un dynamomètre, un tachymètre et un stadiomètre.

2° *Appareil pour mesurer et enregistrer les dépressions produites par l'échappement dans la boîte à fumée des locomotives*, exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Cet appareil se compose essentiellement d'un manomètre métallique formé de deux membranes circulaires en laiton à ondulations concentriques. Sur l'une des parois est branché un tube qui permet, au moyen d'un robinet, de mettre le manomètre en communication, soit avec la capacité où l'on veut mesurer la dépression, soit avec l'atmosphère. Sous l'action des dépressions, les membranes subissent des déformations qui sont enregistrées par un style sur une bande de papier qui se déroule.

Les abscisses de la courbe sont proportionnelles au temps, et les ordonnées aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dépressions. Les temps sont marqués sur la bande par un batteur de secondes électrique, combiné avec le mouvement d'horlogerie qui produit le déroulement du papier.

3° *Chronotachymètre, système Pouget,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. (Voir la description ci-après, 6°.)

4° *Chronotachymètre, système P.-L.-M.,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Cet appareil est analogue au précédent sous divers rapports, mais il en diffère très notablement d'abord en ce que les marteaux sont actionnés par un mécanisme qui est mis en marche par une manivelle faisant un nombre de tours égal à celui des roues motrices; en outre, l'appareil comprend quatre marteaux, deux fonctionnant en marche avant et les deux autres en marche arrière. Les premier et quatrième marteaux impriment un trait pour quatre tours de roue, les deuxième et quatrième, un signe triangulaire pour cent soixante tours. Les traits et signes correspondant à la marche avant sont au-dessus de la ligne hélicoïdale imprimée d'avance sur le papier, les autres au-dessous.

On peut donner au papier deux vitesses, dont l'une sert pour les trains express et la deuxième, quadruple de l'autre, sert pour les trains de marchandises.

5° *Ensemble des appareils dynamométriques et divers,* exposés par M. Digeon, constructeur à Paris, dans le fourgon d'expériences déjà décrit comme véhicule (voir page 236) présenté par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — L'ensemble des appareils dont il s'agit a été établi en vue des recherches suivantes : la mesure et l'enregistrement des efforts; l'enregistrement du travail totalisé; l'enregistrement de la vitesse au moyen d'un tachymètre spécial; le pointage du nombre de tours de roue, par unités et dizaines; l'enregistrement du temps, toutes les dix secondes, au moyen d'une horloge à contacts électriques; le pointage des kilomètres ou de tout autre point intéressant sur le parcours. Ces trois derniers éléments servent à la vérification des résultats fournis par le totalisateur et par le tachymètre.

La mesure et l'enregistrement des efforts sont faits au moyen d'un dynamomètre composé de deux groupes de lames élastiques dont les extrémités sont conjuguées par des bielles. La chape antérieure du dynamomètre est reliée à la barre d'attelage du côté de la machine; la chape postérieure est fixée à une traverse du châssis du véhicule. La chape antérieure, mobile sous l'action des efforts de la machine, est reliée au chariot soigneusement guidé qui porte les colonnes du porte-style. Ce dernier enregistre les efforts de traction sur une bande de papier qui se déroule proportionnellement aux espaces parcourus. Le ressort dynamométrique complet permet la mesure des efforts jusqu'à un maximum de 6.500 kilogrammes.

L'appareil enregistre, en outre, le travail totalisé par un totalisateur composé d'un plateau horizontal dont la vitesse est proportionnelle à celle de l'essieu, et d'une molette en contact avec ce plateau et qui, portée par un prolongement de la tige du crayon enregisteur, fait, suivant sa distance au centre du plateau, un nombre de tours proportionnel au travail développé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'enregistrement du nombre de tours de la molette, au moyen d'un compteur, donne, à chaque instant, le travail exprimé en kilogrammètres. En outre, une disposition spéciale permet d'enregistrer d'une manière continue sur la bande de papier le travail développé pendant toute la durée de l'expérience, sous forme d'une sorte de sinusoïde dont les ordonnées des sommets correspondent à 10.000 kilogrammètres et les ordonnées intermédiaires à des fractions de ce nombre.

L'enregistrement de la vitesse se fait au moyen d'un appareil spécial qui présente l'avantage de donner des indications proportionnelles à la vitesse réelle du train et dont le principe est le suivant : sur une vis qui reçoit son mouvement de l'essieu par une série d'engrenages réducteurs, est montée une molette à écrou maintenue constamment au contact d'un plateau horizontal auquel un mécanisme d'horlogerie imprime un mouvement uniforme de rotation. Sous l'action combinée des mouvements de la vis et du plateau, la molette se place à chaque instant en un point du plateau tel qu'il y ait équilibre entre sa vitesse de rotation et celle de la vis. La distance de ce point au centre du plateau est proportionnelle à la vitesse du train. Un crayon, relié par une tige à la molette, enregistre les vitesses sur la bande de papier.

Les nombres de tours de roue sont enregistrés sur la bande de papier au moyen d'un crayon actionné par un électro-aimant dans lequel un commutateur monté sur l'arbre principal de l'appareil envoie un courant à chaque tour de la roue. Moyennant un déplacement de l'électro-aimant qui ne se produit que tous les dix tours, le même crayon pointe les dizaines de tours par un cran distinct des crans des unités.

L'enregistrement du temps est fait sur la bande de papier par une horloge électrique qui, toutes les dix secondes, envoie un courant dans un électro-aimant qui actionne un crayon.

Enfin, les kilomètres et autres points intéressants sont repérés au moyen d'un crayon actionné par des courants envoyés dans un électro-aimant, par un observateur, au moyen de boutons électriques placés sur les parois du véhicule.

Des crayons fixes, dont on peut régler la position à volonté, tracent, sur la bande de papier, des lignes d'origine pour les efforts et pour les vitesses.

La transmission du mouvement de l'essieu à l'appareil est faite au moyen d'une vis sans fin montée sur l'essieu, qui actionne une roue hélicoïdale commandant l'arbre de renvoi de mouvement; moyennant l'emploi d'un encliquetage Dobo, on conserve aux appareils le même sens de rotation et au papier le même sens de déroulement, quel que soit le sens de la marche du train. On peut embrayer et débrayer à volonté la prise de mouvement sur l'essieu, de l'intérieur du véhicule. En outre, l'attelage possède une disposition spéciale qui permet de soustraire le dynamomètre à l'action des efforts de traction dans les parties du trajet où il n'y a pas d'expériences à faire. Enfin, pour permettre d'amener les tampons en contact lors de l'attelage et d'éliminer toutefois l'influence des courbes, les tiges de tampons sont conjuguées par un balancier transversal dont le centre s'appuie sur un groupe de rondelles Belleville.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6° *Chronotachymètre, système Pouget,* exposé par M. Paul Garnier. — Cet appareil donne, à chaque instant, la vitesse et le sens de la marche du train. Une feuille de papier enroulée sur un cylindre se déplace d'un mouvement hélicoïdal uniforme sous l'action d'un mouvement d'horlogerie; des génératrices, dont l'espacement correspond à une minute, sont tracées sur le papier. Trois marteaux sont actionnés par un mécanisme spécial mis en marche par un galet qui roule constamment sur le bandage de la roue motrice; ces trois marteaux impriment sur le papier : le premier, un trait tous les 25 mètres | | | | |; le deuxième, un signe triangulaire tous les kilomètres ▼; et enfin le troisième, un pointillé continu, mais seulement quand la machine recule. La vitesse est déduite facilement du nombre d'intervalles de traits (de 25 mètres) enregistrés en une minute ou de la distance qui sépare deux signes kilométriques comparée à celle qui correspond à l'unité de temps (1′). Le double pointage permet donc d'étudier la marche soit à grande, soit à petite vitesse, et même les mouvements de manœuvre. L'indication complémentaire du sens de la marche est fournie par le pointillé qui indique la marche arrière.

7° *Dynamomètre d'inertie, système Desdouits,* exposé par M. Paul Garnier. (Voir la description page 422, 1°).

8° *Contrôleur automoteur de la marche des trains,* exposé par MM. Guebhard et Tronchon. — Cet appareil se compose d'une bande de papier enroulée autour d'un cylindre animé d'un mouvement uniforme de rotation par un appareil d'horlogerie. Ce papier est divisé en ordonnées également distantes les unes des autres. Sur ce papier s'appuie un crayon qui trace un trait à peine visible lorsque l'appareil est au repos et très marqué au contraire lorsque l'appareil est soumis aux secousses de la marche. On a donc, ainsi, un tracé indiquant les périodes de marche et les périodes d'arrêt du train. La vitesse de déroulement du papier étant connue, on peut déduire du tracé la vitesse moyenne du train entre les points d'arrêt. Le crayon, entraîné par un couteau qui est mû par une vis hélicoïdale, se déplace de manière à tracer une hélice, et, de la sorte, les tours ne se superposent pas; au développement de la feuille, on trouve une série de lignes droites parallèles.

Ce contrôleur peut être placé dans le train pour vérifier sa marche, ou bien être installé à demeure auprès d'une voie pour indiquer les heures de passage des trains.

Un bouton sur lequel on peut appuyer de l'extérieur produit sur le papier une marque spéciale qui enregistre l'heure à laquelle on a appuyé sur le bouton.

9° *Contrôleur de vitesse, système Hipp,* exposé par MM. Mons frères. — Dans cet appareil, un rochet qui reçoit son mouvement de l'essieu de la machine par l'intermédiaire d'une tringle et d'un levier fait, à chaque tour de l'essieu, tourner une roue dentée. Cette roue en tournant bande un ressort spiral dont une extrémité est reliée à un arbre qui porte un équipage de roues dentées avec échappement pendulaire. La bande prise par le ressort est d'autant plus forte que le nombre d'oscillations du rochet dans l'unité de temps est plus élevé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sous l'action de la bande du ressort, l'équipage de roues dentées se met en mouvement en même temps que le châssis qui le supporte tourne d'un certain angle variable avec la tension du ressort. Il y a donc une position de l'équipage variable avec le mouvement imprimé à la roue à rochet telle que le système est en équilibre sous l'action des forces qui le sollicitent. L'échappement pendulaire sert à régulariser le mouvement de l'équipage de roues dentées. On conçoit dès lors qu'une aiguille fixée au châssis de l'équipage mobile indique sur un cadran la vitesse de marche au mécanicien.

Dans l'appareil, cette vitesse est, en outre, enregistrée au moyen du dispositif suivant : sur le châssis de l'équipage mobile est fixée une came qui actionne un levier portant une pointe métallique à son extrémité. Cette pointe s'éloigne de sa position d'équilibre d'une quantité variable avec le déplacement de la came. A intervalles fixes (tous les n tours de roues), un marteau, déclenché par le mécanisme, frappe sur l'extrémité du levier et imprime un trou dans une bande de papier qui se déroule d'un mouvement uniforme. L'ordonnée de ce trou mesure la vitesse à l'instant considéré. D'autre part, un levier actionné directement par la prise de mouvement commande une seconde pointe qui, après un nombre déterminé de tours de roues, marque un trou dans le papier. Le papier étant divisé en minutes, et chaque point correspondant à un parcours déterminé, le nombre de points compris entre les deux ordonnées d'une minute permet de calculer la vitesse; on a donc un élément de vérification.

Exposition de la Suisse.

1 0° *Appareil Hausshalter installé sur la locomotive,* exposée par la Société suisse pour la construction de locomotives et de machines, à Winterthur (Suisse). — L'indicateur Hausshalter, est à la fois un indicateur, un enregistreur et un contrôleur de la marche du train. Le mécanicien lit sur un cadran la vitesse; celle-ci est en même temps enregistrée sur une bande de papier; en outre, les vitesses exagérées sont annoncées par le son d'un timbre.

L'appareil se compose essentiellement d'un tambour cylindrique fileté animé, au moyen d'un appareil d'horlogerie, d'un mouvement uniforme de rotation autour d'un axe vertical, et, en outre, d'un mouvement rectiligne vertical au moyen d'un pignon denté, dont la vitesse est proportionnelle à celle du train. Les filets du tambour cylindrique étant interrompus par une rainure parallèle aux génératrices, lorsque cette rainure vient en regard du pignon denté, le tambour qui s'était élevé à une hauteur proportionnelle à la vitesse du train retombe, puis, recommence son mouvement ascensionnel après s'être engrené de nouveau avec le pignon denté. On règle l'appareil d'horlogerie, de façon que le tambour fasse un tour complet toutes les douze secondes.

La vitesse est indiquée sur un cadran et enregistrée. L'indication sur le cadran

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'obtient en faisant commander par le tambour un secteur denté qui porte une aiguille décrivant un angle d'autant plus grand que le tambour s'élève davantage. Cette aiguille est ramenée au zéro pendant le mouvement descendant du tambour au moyen d'une vis à pas très long, qui a le même axe que le tambour et qui vient mordre sur une languette fixée au secteur denté. L'aiguille est donc ramenée au zéro toutes les douze secondes. L'enregistrement de la vitesse se fait sur une bande de papier qui se déroule d'un mouvement uniforme et sur laquelle une pointe métallique, dont les déplacements verticaux sont les mêmes que ceux du tambour cylindrique, vient percer un trou lorsque le ressort qui la pousse arrive en regard d'une rainure pratiquée dans l'axe du tambour. On a ainsi un point de la courbe des vitesses toutes les douze secondes; pour faciliter la lecture du diagramme, une autre marque s'imprime sur le papier de trois en trois minutes, soit à des intervalles de 0 m. 006 (le papier étant animé d'une vitesse de 0 m. 002 par minute).

Enfin, l'appareil comporte un organe de contrôle; lorsque le tambour dépasse une certaine hauteur correspondant à une vitesse maximum imposée, il actionne un levier portant un marteau qui frappe sur un timbre; c'est ce qui constitue l'appareil avertisseur.

b. Appareils placés sur la voie.

Parmi les appareils présentés, on peut citer les suivants :

Exposition de la Belgique.

11° *Dromoscope, système Le Boulangé,* exposé par M. Jaspar. — Un cadran vertical, installé à demeure en un point de la voie, porte un index fixé à un tambour qui tourne sous l'action d'un poids tombant en chute libre. Ce poids, enclenché normalement par un levier à came, est déclenché par un déclic relié à une pédale actionnée par le passage du train, puis enclenché de nouveau par un second déclic sur lequel agit une deuxième pédale située à une distance fixe de la première. L'angle, dont l'index a tourné, indique sur un cadran, dont la graduation a été établie en conséquence, la vitesse du train en kilomètres à l'heure. En outre, une pointe fixée à l'index enregistre, sur une plaque de zinc, le déplacement de l'index. L'indication de la vitesse persiste sur le cadran jusqu'à ce qu'un agent l'ait fait disparaître. Un dispositif spécial empêche l'index de faire plus d'un tour complet, afin d'éviter toute confusion dans la graduation.

12° *Dromo-pétard Le Boulangé,* également exposé par M. Jaspar. — Cet appareil se compose d'un pendule à lame d'acier flexible, battant la seconde, dont le plan d'oscillation est perpendiculaire au rail. Il est maintenu écarté de la verticale par l'extrémité d'un levier dont l'autre extrémité dépasse légèrement le niveau du rail. Un porte-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pétard est monté au bout d'un levier d'équerre à axe horizontal, dont l'autre extrémité est reliée à une tige horizontale munie d'un ressort. Pour mettre les pétards sur le rail, on bande ce ressort et on le maintient bandé au moyen d'un doigt dont le déclenchement éloigne les pétards du rail. Au passage d'un train, la première roue déclenche le pendule; celui-ci, à la fin de son oscillation, déclenche le ressort et le pétard est écarté du rail une seconde après que le pendule a été déclenché par la roue du train. Si donc l'on règle la distance entre le pétard et le levier sur la vitesse imposée comme maximum, le pétard sera écrasé toutes les fois que cette vitesse sera dépassée.

Exposition de la France.

13° *Contrôleur de vitesse,* exposé par l'Administration des chemins de fer de l'État. — Cet appareil comporte deux pédales placées le long des rails à une distance de 200 mètres l'une de l'autre. Ces pédales envoient dans un inverseur, la première, un courant qui déclenche un récepteur Morse, la seconde, un courant qui arrête ce récepteur. En outre, lorsque le morse est déclenché, l'inverseur ferme le circuit d'une pile qui actionne l'imprimeur de l'appareil. La longueur du trait tracé sur le papier du morse, qui se déroule d'une vitesse uniforme, permet de calculer le temps écoulé entre les deux passages du train sur les pédales, et, par suite, la vitesse.

14° *Enregistreur de la vitesse des trains système Hubou,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Cet appareil se compose d'un cylindre horizontal mû par un mouvement d'horlogerie et faisant un tour complet en vingt-quatre heures et d'une vis parallèle au cylindre sur laquelle peut se déplacer un écrou chariot. La vis constamment sollicitée à tourner par un mouvement d'horlogerie à contrepoids est maintenue au repos par un doigt commandé par un électro-aimant. L'appareil est installé dans le circuit de deux transmetteurs placés sur la voie à 50 mètres l'un de l'autre. Au moment du passage de la première roue d'un train, la vis déclenchée tourne et met en mouvement le chariot, dont le crayon trace un trait suivant une génératrice du cylindre. Lorsque le train atteint le second transmetteur, le crayon est relevé par l'électro-aimant et le trait est interrompu. Le chariot continue, achève sa course, le crayon relevé, puis revient à son point de départ et s'enclenche à nouveau. Au repos, le crayon trace une section droite du cylindre, ligne donnant les heures du passage des trains, et, au moment de ce passage, une portion de génératrice dont la longueur est proportionnelle à la vitesse du train dans l'intervalle des deux transmetteurs.

15° *Appareil portatif avec sablier au mercure* (système de M. Burguion), exposé par la même Compagnie (Est). — Cet appareil donne automatiquement la vitesse d'un train au moyen du temps que ce train met à franchir un espace de 50 mètres. Il se compose essentiellement d'un sablier à mercure à deux boules communiquant (dont une pleine de mercure et l'autre vide, terminée par un tube gradué), monté sur une planchette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

horizontale au repos. Deux pédales à ressort placées à 50 mètres de distance et actionnées par les trains sont reliées au sablier par des fils de transmission. Au passage de la première roue de la machine sur la première pédale, le sablier bascule autour d'un axe horizontal parallèle à la planchette, la communication entre les deux vases est établie et le mercure s'écoule dans celui qui porte le tube gradué; au passage sur la seconde pédale, le sablier bascule autour d'un axe horizontal normal à la planchette, les deux vases sont isolés et le mercure écoulé pendant le temps que le train a mis à parcourir l'intervalle qui sépare les deux pédales se trouve rassemblé dans le tube gradué; la graduation donne la vitesse.

16° *Appareil enregistreur de la vitesse des trains, système Rabier et Leroy,* exposé par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. — Cet appareil se compose d'un pendule battant la seconde et entraînant un cadran sur lequel un crayon trace un trait. Le pendule est enclenché, puis arrêté par deux pédales distantes de 100 mètres; la longueur du trait tracé par le crayon indique le temps employé à parcourir la distance qui sépare les deux pédales et permet dès lors de calculer la vitesse.

17° *Appareil de M. Sabouret,* exposé par la même Compagnie (P.-O.). — Le principe de cet appareil réside dans le comptage du nombre des vibrations d'un diapason, enregistrées sur une bande de papier enfumé, pendant que le train parcourt un espace de 6 mètres. Cet appareil fonctionne de la manière suivante : quatre pédales à bouchon, disposées contre le rail, sont actionnées successivement par la première roue du train, et, en s'abaissant, compriment de l'air dans des conduites auxquelles elles sont reliées. Au passage du train, la première déclenche le cylindre et fait vibrer le diapason; les trois autres servent à marquer, au moyen d'un style, trois repères sur le tracé des vibrations du diapason. Le second et le quatrième bouchon étant distants de 6 mètres, il suffit de compter le nombre des vibrations comprises entre le premier et le troisième repère marqués sur le papier enfumé pour avoir la vitesse. Le second repère marqué par le troisième bouchon, qui est placé à égale distance du deuxième et du quatrième, doit, à titre de vérification, se trouver à égale distance des deux repères extrêmes. Cet appareil s'installe en un point quelconque de la voie.

18° *Deux modèles de contrôleurs de vitesse,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Dans ces deux systèmes, des appareils chronométriques fixes font dérouler proportionnellement au temps une feuille de papier sur laquelle des marqueurs mus par des électro-aimants viennent pointer l'instant du passage de la première roue du train sur différentes pédales à contacts électriques disposées le long de la voie. La distance de deux traits mesure le temps employé par le train à parcourir la distance des pédales.

Dans le premier type d'appareil, le cylindre est animé d'un mouvement hélicoïdal au moyen d'une vis, et les distances des traits tracés sur un papier chimique par les marteaux sont mesurées sur les spires que trace un stylet fixe.

Dans le deuxième type d'appareil, six plumes correspondant à six pédales tracent, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'encre, des traits continus sur une feuille de papier qui se déroule d'un mouvement uniforme comme dans un télégraphe Morse. Au passage d'un train sur une pédale, la plume correspondante est déplacée par un électro-aimant et marque un cran dans le trait qu'elle trace.

19° *Contrôleur automoteur de la marche des trains*, exposé par MM. Guébhard et Tronchon. — Cet appareil dont la description a été donnée ci-dessus, page 425, peut être installé à demeure auprès d'une voie pour indiquer les heures de passage des trains.

c. Appareils de poche.

Exposition de la France.

Il convient, à propos des appareils de mesure de la vitesse, de signaler les appareils portatifs suivants :

20° *Divers appareils portatifs* exposés par M. P. Garnier : compte-secondes à pointage, dans lequel l'aiguille porte à son extrémité une petite lame encrée qui trace un point sur le cadran lorsqu'on appuie sur un bouton; *tachymètre* système Garnier et *tachymètre* système Marié : ces deux appareils sont des compte-secondes disposés pour la mesure des temps employés à parcourir des distances déterminées, kilomètres ou hectomètres.

III

APPAREILS POUR LE CONTRÔLE DE L'ÉTAT DES VOIES.

Exposition de la France.

1° *Appareils destinés à enregistrer, pendant la marche, le mouvement du tablier de la locomotive par rapport à la bride de l'un des ressorts de suspension (notamment de l'un des ressorts d'avant)*, exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Un levier est relié par l'une de ses extrémités à la bride et porte, à l'autre bout, un style qui trace, sur un disque en zinc enduit de vernis, et mû par un mouvement d'horlogerie, une série de traits représentant les amplitudes des oscillations de la bride. Un deuxième style, manœuvré de la plate-forme de la machine, permet de pointer les kilomètres et autres points intéressants du parcours. On déduit facilement de ce pointage la vitesse de la machine. Le disque métallique est ensuite soumis à l'action de l'acide et les points que le style a mis à découvert sont attaqués; on obtient de la sorte, après un lavage, une plaque prête pour le tirage des diagrammes.

Cette même Compagnie (Ouest) exposait un *appareil à cylindre* construit pour le même objet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet appareil est semblable au précédent en ce qui concerne la transmission des oscillations, mais celles-ci sont inscrites sur un tambour cylindrique horizontal au lieu de l'être sur un disque vertical. Le tambour est mû d'un mouvement hélicoïdal par des roues à rochets et des engrenages commandés par le levier qui actionne le style enregistreur, de telle sorte que, pour chaque oscillation atteignant 0 m. 004, le cylindre tourne d'un angle correspondant à un arc de 3/10 de millimètre. Les kilomètres sont pointés par un crayon mû de la plate-forme, et on voit que les points seront d'autant plus écartés que le nombre des oscillations atteignant 0 m. 004 aura été plus grand dans le parcours considéré.

2° *Appareil, système Couard, pouvant servir à mesurer, soit les mouvements des rails et des traverses au passage des trains, soit la vitesse des trains,* exposé par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Cet appareil se compose d'un premier soufflet qui se fixe contre le rail ou contre la traverse dont on veut relever les mouvements, et d'un second soufflet communiquant avec le premier au moyen d'un tube en caoutchouc. Les vibrations imprimées au premier soufflet par les mouvements du rail ou de la traverse se transmettent au second soufflet, qui les enregistre au moyen d'un style sur un papier noirci enroulé autour d'un cylindre animé d'un mouvement de rotation uniforme.

On a étudié, au moyen de cet appareil, les mouvements verticaux des traverses, les déversements latéraux des rails et leur flexion latérale au passage des machines et des tenders.

Pour transformer cet appareil en contrôleur de la vitesse des trains, on le complète par un électro-diapason dont les vibrations s'inscrivent sur le cylindre. Cet électro-diapason est en relation avec une pédale qui est abaissée par chaque roue lors du passage d'un train et qui interrompt à chaque mouvement le courant qui fait vibrer l'électro-diapason.

IV

RÉSUMÉ.

Il est à peine besoin de mentionner ici la cause du développement et des progrès incessants des divers appareils d'essai et de mesure. Les matériaux employés dans la construction du matériel ou dans l'exploitation des chemins de fer doivent remplir certaines conditions inscrites dans des cahiers des charges et destinées à donner aux compagnies toutes les garanties désirables. Ces garanties sont données tantôt par l'analyse chimique, tantôt par des expériences physiques (mesure des densités, etc.), soit enfin, notamment en ce qui concerne la résistance des métaux ou certaines propriétés inhérentes aux huiles de graissage, par des observations nécessitant l'emploi d'appareils spécialement étudiés et construits pour chaque genre d'essai. Les épreuves que l'on fait au moyen de ces divers appareils offrent d'ailleurs, en dehors de l'intérêt qu'elles pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sentent pour les compagnies de chemins de fer, un autre avantage, celui de fournir à l'industrie des indications précieuses, qui la guident dans la direction à donner à la fabrication, et de provoquer des améliorations successives des produits livrés.

Quant aux appareils servant à relever les diverses circonstances de la marche des trains et l'état des voies, ils sont, à un autre point de vue, d'une importance considérable, tant par les indications qu'ils fournissent sur le fonctionnement des services que par le surcroît de garanties qu'ils donnent relativement à l'exécution des prescriptions réglementaires. Il est donc tout naturel de voir se multiplier et se perfectionner incessamment des appareils pour la plupart très ingénieux et qui touchent essentiellement au côté technique d'une industrie dans laquelle la recherche de la sécurité occupe une si large place.

CHAPITRE XXII

TRANSPORT DES NAVIRES PAR CHEMIN DE FER.

Il y a lieu de mentionner, parmi les projets de transport de navires présentés à l'Exposition dans la classe 61 :

1° Ceux qui concernent des navires de faible tonnage transportables sur les voies ferrées ordinaires;

2° Ceux qui concernent des navires dont les dimensions et le poids nécessitent l'établissement de voies spéciales.

I

TRANSPORT DE NAVIRES DE FAIBLE TONNAGE.

Exposition de la France.

Tableau et modèle d'un train porte-torpilleur, exposé par M. Partiot, inspecteur général des ponts et chaussées. — Le tableau et le modèle exposés représentent les dispositions adoptées par M. Partiot pour le transport, qui a été effectué sur les voies ferrées ordinaires, d'un torpilleur de 33 mètres de longueur, pesant environ 40 tonnes, après enlèvement de quelques pièces accessoires.

Le matériel employé au transport se composait de deux trucks métalliques à trois essieux chacun, munis de deux lisoirs ou bers porte-torpilleur également métalliques placés sur les bogies d'un wagon spécial évidé pour recevoir la crosse de l'étambot du torpilleur, et de deux flèches d'attelage. Chaque lisoir reposait sur le bogie par l'intermédiaire de portions de sphères en bronze glissant sur la surface huilée de quatre supports elliptiques de même métal fixés au plancher du truck. Les longerons des trucks

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étaient abaissés entre les essieux, de manière à diminuer la hauteur du torpilleur au-dessus des rails, et l'un des essieux extrêmes était muni de boîtes radiales pour faciliter le passage dans les courbes.

Pour effectuer le chargement sur trucks, le torpilleur, consolidé intérieurement à l'aide de croix de Saint-André, a été entouré de ceintures en cordages passant sur une basse vergue de vaisseau disposée au-dessus du torpilleur, parallèlement à son axe, et reliée par des câbles en fil de fer aux crochets d'une grue hydraulique. Dans chaque ceinture en cordages se trouvait placée une entretoise destinée à éviter les pressions sur les côtés du torpilleur. Ces ceintures ont été mises en place par des scaphandriers. Le torpilleur a été placé sur les trucks de telle manière que la charge fût également répartie sur les deux véhicules; dans ces conditions, le porte-à-faux était de 13 m. 07.

Le train employé à l'expérience de transport [1] se composait d'une machine et son tender, du fourgon du chef de train, d'un wagon de matériel, de deux voitures pour le personnel, de deux wagons à plates-formes, sans rebords, placés sous l'avant du bateau, des deux trucks porte-torpilleur, du véhicule protecteur de l'étambot, d'un wagon de matériel et d'un fourgon à vigie.

Le déchargement et la mise à l'eau du torpilleur ont eu lieu par les mêmes procédés que ceux décrits ci-dessus à propos du chargement.

M. Partiot a signalé que les études nécessitées par le transport des torpilleurs avaient démontré pour lui la possibilité d'augmenter la largeur des gabarits de chargement des chemins de fer français à voie normale.

II

TRANSPORT DE NAVIRES DE FORT TONNAGE.

Exposition des États-Unis d'Amérique.

Projet de transport de navires par voies ferrées à travers l'isthme de Tehuantepec (Amérique centrale), exposé par le capitaine Eads. — D'après ce projet, le navire à transporter doit être amené dans un bassin et soulevé hors de l'eau au moyen d'un ponton à cloisons étanches qu'on commence par immerger en le remplissant partiellement d'eau, de façon à pouvoir l'introduire sous la quille du navire, et qu'on vide ensuite au moyen de pompes jusqu'au moment où le niveau voulu est atteint, ce qui a lieu lorsque les rails d'un chariot placé sur le ponton et supportant le navire sont venus au niveau des rails des voies de la terre ferme. Le long des flancs du navire vient s'appliquer une série de plateaux revêtus de caoutchouc et reliés par des joints universels (de manière

[1] Avant de procéder au transport du torpilleur, on a fait passer sur tout l'itinéraire à suivre un gabarit en planches bordées de lamelles de plomb, afin de s'assurer que l'opération du transport était possible au point de vue de la circulation sous les ouvrages d'art, moyennant quelques travaux de peu d'importance.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à épouser toutes les inclinaisons de la coque) à des tiges de pistons hydrauliques mus par une pompe très puissante et qui traversent les poutres constituant le chariot. Les plateaux une fois mis en place, on fixe les tiges des pistons aux poutres du chariot en agissant sur les volants à écrou montés sur l'extrémité filetée de ces tiges; on ouvre les valves de l'appareil hydraulique, les pistons s'abaissent et le navire repose dès lors complètement sur le chariot par l'intermédiaire des plateaux. Le chariot est porté sur 6 files de roues (chaque file comportant 250 roues) circulant sur 3 voies ferrées parallèles à écartement normal de 1 m. 45. Le transport est prévu par 6 locomotives, 3 tirant en avant et 3 poussant en arrière. Le poids total remorqué est indiqué comme pouvant s'élever à 12.000 tonnes, savoir : 9.000 tonnes pour le poids du navire et 3.000 tonnes pour le poids du truck.

CHAPITRE XXIII.

TRANSPORT DES BLESSÉS.

Il ne peut être question dans le présent rapport que des dispositifs qui ont été exposés à la classe 61; ceux qui étaient présentés dans d'autres classes, notamment par les Sociétés de secours aux blessés, figureront vraisemblablement dans d'autres rapports.

Les dispositifs qui ont figuré à la classe 61 se rapportent soit aux TRAINS SANITAIRES IMPROVISÉS, soit aux TRAINS SANITAIRES PERMANENTS.

I

TRAINS SANITAIRES IMPROVISÉS.

Les trains sanitaires improvisés sont prévus comme devant être composés avec les wagons à marchandises couverts de toutes les Compagnies qui auront transporté les troupes et les approvisionnements. Ces wagons, au nombre de plusieurs milliers dans chaque Compagnie, sont dès maintenant préparés [1] pour recevoir soit les appareils militaires, soit les appareils improvisés des Sociétés de secours. Les trains sanitaires improvisés peuvent donc être formés et aménagés, à proximité des champs de bataille, avec des véhicules nombreux et bien installés pour recevoir le maximum de blessés couchés; ils constituent un moyen rapide d'évacuation sur les hôpitaux rapprochés des lignes d'opérations.

Parmi ceux de ces dispositifs figurant à la classe 61, nous citerons les suivants :

[1] Certains appareils peuvent même se placer dans des wagons n'ayant reçu aucun arrangement préparatoire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition de la France.

1° *Dessins représentant le dispositif pour le transport des blessés,* exposé par M. le docteur Bouloumié[1]. — Ce dispositif est étudié en vue d'utiliser, pour le transport des blessés, les wagons à marchandises, en construisant des brancards avec les éléments que l'on a immédiatement sous la main et en les installant dans les véhicules avec les mêmes moyens. La suspension des brancards est disposée sur deux étages de chaque côté des ouvertures des portes; elle se compose essentiellement : 1° de huit rondins en bois de 1 m. 25 environ de longueur formant montants; 2° de quatre cordes tendues longitudinalemennt sur la longueur du wagon, formant ressorts de suspension; 3° de huit perches en bois de 2 m. 40 environ de longueur, formant traverses de suspension de brancards. Les montants sont disposés verticalement contre les parois latérales du wagon : un près de chaque angle du véhicule, et un de chaque côté des portes. Ils sont fixés aux parois au moyen de cordes passant dans les trous ménagés pour les appareils Bry, et maintenus au dehors par une cheville en bois. Les cordes formant ressort de suspension sont attachées l'une à la partie supérieure, l'autre à la base des montants; les cordes supérieures sont en outre attachées aux anneaux de poitrail. Enfin, ces cordes sont réunies par d'autres cordes tendues transversalement près des ouvertures des portes. Les traverses supports des brancards placées transversalement sont attachées : celles de tête, aux cordes de suspension, du côté du fond du véhicule; celles des pieds, près des portes. Chaque étage peut recevoir trois brancards de blessés, soit, en tout, douze blessés dans un wagon de dimensions ordinaires.

2° *Dessins d'un wagon pour train sanitaire improvisé,* exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest[2]. — Les dessins exposés représentent l'installation, dans un wagon couvert, des appareils Bry modifiés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, appareils adoptés depuis l'année 1888 par l'Administration militaire. La modification apportée aux appareils Bry permet de disposer les brancards sur deux étages, de chaque côté du wagon, et, par suite, de transporter dans chaque véhicule douze hommes couchés au lieu de six. Les traverses supports des brancards sont suspendues à des ressorts superposés deux à deux, attachés aux parois du wagon par l'intermédiaire de montants en fer plat fixés chacun par deux boulons, l'un de ces boulons ayant sa position déterminée à l'avance par la plaque indicatrice fixée à demeure sur tous les wagons à marchandises propres au transport des blessés. Les traverses de tête sont munies, à chacune de leurs extrémités, d'un guide formé d'un piton à vis, dont l'œil s'engage sur une tige verticale rivée sur le montant fixé à la paroi du wagon; la saillie des pitons sur la traverse est réglée suivant la largeur du wagon, au

[1] Ce dispositif était également exposé à l'Esplanade des Invalides par M. le docteur Bouloumié.

[2] Un wagon portant les appareils de suspension pour douze blessés était exposé par le Ministère de la guerre à l'Esplanade des Invalides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen du pas de vis. Les pitons servent, en outre, d'attaches de sécurité pour le cas où les tiges de suspension des traverses de tête, qui supportent la plus grande partie du poids des brancards, viendraient à se rompre. Les traverses de tête et les traverses de pied sont entretoisées par les brancards dont les pieds s'engagent dans les étriers fixés sur les traverses. Toutes les courroies de brelage sont supprimées.

3° *Appareil à ressort compensateur pour suspension de brancards,* exposé par M. le docteur Desprez. — Cet appareil, étudié en vue du transport des blessés dans les wagons à marchandises et dans les véhicules divers, voitures, charrettes, etc., se compose d'un tube dans lequel se meut un piston dont la tige est terminée par un crochet destiné à supporter la hampe du brancard; le tube est en outre muni, à l'intérieur, de deux ressorts à boudin agissant chacun sur l'une des faces du piston, et, à l'extérieur, au bout opposé au crochet, d'une chaînette Vaucanson dans les maillons de laquelle s'adapte un crochet destiné à suspendre l'appareil aux parois du wagon ou aux ridelles de la charrette. Le ressort supérieur a pour but d'atténuer le choc qui peut se produire lorsque le ressort inférieur arrive à bout de course; à ce moment, dans la disposition présentée, le ressort supérieur est déjà entré en jeu.

II

TRAINS SANITAIRES PERMANENTS.

Les trains sanitaires permanents sont organisés avec leur personnel complet de médecins et d'infirmiers, leur matériel et des approvisionnements importants de toutes sortes (médicaments, vivres, etc.); ils permettent de transporter les grands blessés et les malades gravement atteints depuis les hôpitaux jusqu'aux points éloignés du territoire. L'encombrement des hôpitaux prés du lieu de la guerre est ainsi diminué et un champ étendu fourni à l'action du service de santé civil et des sociétés de secours. Parmi les installations exposées, nous citerons les suivantes :

Exposition de la France.

Dessins des véhicules du train sanitaire permanent N° 1 Ouest, exposés par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest[1]. — L'organisation des trains sanitaires comporte l'aménagement en temps de guerre de véhicules utilisés en temps normal par les Compagnies pour le trafic ordinaire. Ces dispositions ont été adoptées après une étude faite de concert entre le Service de santé au Ministère de la guerre et le Service du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, qui a construit en 1886-1887 le train spécimen.

[1] Quatre véhicules de ce train : fourgon pour blessés, fourgon pour chirurgie, pharmacie, lingerie, fourgon pour cuisine et fourgon allège de la cuisine, étaient exposés par le Ministère de la guerre à l'Esplanade des Invalides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le train sanitaire permanent N° 1 Ouest se compose de vingt-trois véhicules, dont seize véhicules aménagés pour le transport des blessés et sept autres affectés à des usages spéciaux, savoir : un fourgon pour les médecins; un pour les infirmiers; un pour la chirurgie, pharmacie, lingerie; un pour la cuisine; un pour allège de la cuisine; un pour les provisions; un pour le linge sale et le combustible.

Les principaux caractères des véhicules proprement dits sont les suivants : caisse en bois avec panneaux en tôle à l'extérieur; châssis à brancards métalliques; porte roulante installée sur chaque face, au milieu de la longueur; et, à chaque extrémité du véhicule, porte avec passerelle et garde-corps établissant la communication entre les véhicules pour le service des médecins et des infirmiers; en outre, pour les cinq véhicules spéciaux aux médecins, aux infirmiers, à la pharmacie, à la cuisine et à l'allège de la cuisine, on a disposé, à chaque extrémité, une plate-forme avec marchepied d'accès de chaque côté. Les toitures de ces véhicules sont surmontées d'un lanterneau central; les portes de bout sont munies d'un vasistas et les portes latérales d'un châssis de glace mobile. Le plancher est recouvert de linoleum et muni d'une trappe de vidange. Tous les véhicules sont pourvus d'un frein à huit sabots actionné par l'air comprimé; en outre, les freins des cinq fourgons à plate-forme peuvent être manœuvrés directement à la main au moyen d'une vis de commande.

Le fourgon à linge sale et le fourgon à provisions sont constitués par des fourgons à bagages du modèle de la Compagnie de l'Ouest, aménagés à cet effet.

Les dispositions spéciales à l'aménagement intérieur de chaque véhicule sont les suivantes :

Fourgons de blessés. — Dans chaque angle, deux lits superposés, soit huit lits au total; ces lits sont formés de brancards garnis de matelas, couvertures, etc., reposant sur un chevalet en bois; des filets sont fixés au pavillon, un poêle est installé au milieu de la longueur sur l'un des côtés.

Fourgons de médecins. — Trois lits en fer avec matelas et rideaux, une toilette avec portemanteau, un bureau, un water-closet, un poêle, quatre sièges.

Fourgon des infirmiers. — Même installation que celle des fourgons de blessés, et en sus, un bureau et un portemanteau, un water-closet, cinq sièges.

Fourgon pour chirurgie, pharmacie, lingerie. — Une table-bureau avec casiers, une table de laboratoire, douze armoires avec tiroirs, boîtes à chirurgie, flacons, etc., un poêle, deux sièges.

Cuisine. — Un grand fourneau avec four, bain-marie, etc, et tous les ustensiles nécessaires à la préparation des aliments, des tisanes, etc., de grands réservoirs aux quatre angles, une pompe de remplissage, un siège, etc.

Allège de la cuisine. — Tables et meubles pour la préparation de la nourriture, la conservation des provisions du jour, etc., filtre à charbon, vin en fût et en bouteilles,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un chevalet pour deux couchettes destinées au repos du personnel de la cuisine, deux sièges, etc.

Fourgon à provisions — Armoires spéciales pour la fruiterie, l'épicerie, la boucherie, la réserve de pain, etc.

Fourgon à combustible et à linge sale. — Le combustible en sacs est placé dans les niches à chiens, le linge sale dans des paniers dont l'intérieur est complètement garni de zinc.

La construction du train sanitaire a comporté l'établissement de véhicules de rechange pouvant recevoir une adaptation quelconque.

Les véhicules de ce train sont affectés, en temps de paix, au transport des marchandises à grande vitesse; leur aménagement en vue du transport des blessés nécessite le remplacement des ressorts de suspension par d'autres plus flexibles, l'ouverture des portes de bout préparées à l'avance, l'installation des passerelles, la pose des chevalets à brancards, des meubles, etc... Cet aménagement se fait dans un court délai.

Exposition de l'Italie.

Les trois voitures de la Société des chemins de fer de la Méditerranée (décrites première partie, chapitre I), exposées par MM. Miani, Silvestri et Cie, de Milan, sont construites et aménagées de manière à permettre leur transformation rapide en véhicules pour le transport des blessés et des malades. A l'intérieur, il n'existe aucune cloison séparative; les sièges, indépendants des parois, sont disposés de manière à pouvoir être enlevés rapidement pour laisser complètement libre tout l'intérieur des voitures et permettre l'installation des lits et du matériel sanitaire. Dans les cloisons de bout sont ménagées des portes avec deux battants dont l'un est fixe en service courant; chaque porte s'ouvre sur une plate-forme couverte, munie d'un garde-corps et de portillons, et d'escaliers permettant l'accès par chaque côté de la voiture; une passerelle attenant à la plate-forme établit la communication entre les véhicules contigus. Sur la toiture est installé un lanterneau contribuant à la ventilation conjointement avec les baies de côté qui sont toutes munies de glaces et de persiennes. En vue de faciliter l'assainissement, l'intérieur (même pour les voitures de première classe) est en bois, sans aucune garniture; pour le même objet le plancher est entièrement recouvert d'une toile cirée.

III

RÉSUME.

En résumé, la question du transport des blessés militaires par chemin de fer est une question d'une importance capitale qui a toujours et à juste titre préoccupé les administrations militaires, le monde médical et l'opinion publique; cette question a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donné lieu à des études et à des recherches nombreuses qui ont abouti à des installations à la fois très intéressantes et très satisfaisantes, eu égard aux conditions toutes spéciales à remplir pour les transports de cette nature. Sans parler des expositions présentées par les sociétés de secours internationales et par les autres sociétés constituées dans un but humanitaire analogue, non plus que de l'exposition de l'Administration française de la Guerre qui ressortissent à une autre classe, on peut se rendre compte, par les spécimens présentés à la classe 61, des sérieux progrès réalisés dans ces dernières années, et constater que les moyens dont on dispose actuellement pour le transport et l'évacuation des blessés se sont considérablement améliorés et développés.

Il est très important d'observer que, dans certains pays, les trains sanitaires permanents, comme les trains sanitaires improvisés, sont composés au dernier moment avec du matériel en service normal sur les réseaux, en sorte que le bon fonctionnement des véhicules est assuré dès le début de leur mise en marche.

CHAPITRE XXIV.

VOITURES MÉCANIQUES.

Les voitures mécaniques étaient représentées à la classe 61 par divers appareils dont les dispositions générales sont indiquées ci-après :

Exposition de la France.

1° *Locomotive routière à vapeur,* exposée par M. Flamery, mécanicien à Fontainebleau. — Ce moteur, qui ne transporte que son conducteur, est destiné à remorquer un véhicule pouvant contenir 20 voyageurs. Il est porté par quatre roues, deux directrices et deux motrices; les roues de direction sont très rapprochées des roues motrices afin de permettre le tournage du véhicule dans un rayon très court. La vapeur est produite par une chaudière verticale. Les cylindres sont verticaux; le mécanisme est double, de sorte que la locomotive peut, en cas d'avarie de l'un des mouvements, fonctionner avec l'autre. Cette locomotive est munie d'un changement de vitesse, pour le cas de fortes rampes à gravir, et d'une disposition qui permet de la transformer, en cas de besoin, en locomobile.

2° *Voiture automobile à vapeur,* exposée par M. Mérelle. — Ce moteur est, suivant sa capacité, à trois roues (1 motrice et 2 directrices) ou à quatre roues (2 motrices et 2 directrices). Dans ce dernier cas (celui du véhicule exposé) les roues motrices sont indépendantes et actionnées chacune par un moteur Compound formé de deux cylindres en tandem. Les roues de direction pivotent chacune autour d'un axe vertical, comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le ferait la roue directrice d'un tricycle. Un système de bielles réunit les ferrures des pivots, de manière à assurer la déviation simultanée des deux roues. La voiture est indiquée comme pouvant tourner dans un cercle de 7 mètres de diamètre.

La vapeur est fournie par une chaudière à circulation du système de MM. de Dion, Bouton et Trépardoux. Ce système de chaudière comporte une lame d'eau disposée en couronne, réunie par une série de tubes inclinés et rayonnant à un cylindre central dont la partie supérieure forme réservoir de vapeur. Les produits de la combustion lèchent la paroi interne de la couronne, la paroi externe du cylindre central et tous les tubes. La chaudière du véhicule exposé a une surface de chauffe de 1 m.q. 41 et une surface de grille de 0 m.q. 11, et un réservoir de vapeur de 16 litres; elle est indiquée comme pesant 80 kilogrammes, y compris 10 kilogrammes d'eau, et comme produisant 180 kilogrammes de vapeur à l'heure. Le chauffage se fait avec du coke de gaz introduit par la partie supérieure. Une charge suffit pour un parcours de 20 kilomètres.

La provision de combustible est de 100 kilogrammes, elle permet de faire 70 à 100 kilomètres selon l'état des routes. La bâche à eau contient 130 litres qui suffisent pour un parcours de 25 à 40 kilomètres, suivant les cas. Le poids du véhicule, y compris les voyageurs (à 75 kilogrammes l'un) et tous les approvisionnements, est de 1.000 kilogrammes. La force développée est d'environ 5 chevaux, et la vitesse varie, paraît-il, suivant les rampes, de 8 à 45 kilomètres à l'heure.

3° *Tricycle électrique,* exposé par M. Millet. — Ce tricycle a deux roues porteuses et une roue motrice à l'avant; il est mû par l'électricité. Il est muni de deux sièges placés entre la roue motrice et le groupe des roues d'arrière, celui d'avant étant destiné au conducteur du tricycle. Il convient de signaler la disposition spéciale de la roue motrice formée d'un bandage souple en cuir maintenu par des ressorts à une certaine distance d'un second cercle intérieur constituant, avec les rais, le corps de roue.

4° *Voiture à vapeur,* exposée par MM. Mors frères, à Paris. — La voiture, à deux places, a l'aspect et les dimensions d'un petit dog-cart. Elle est portée par trois roues dont deux motrices et une porteuse à l'avant.

Le moteur, situé à l'arrière, a une puissance de 1 cheval 1/2; il est à deux cylindres fonctionnant tous deux à pleine pression, soit à 6 kilogrammes. Ce moteur est alimenté par une chaudière tubulaire à 18 tubes verticaux, de 0 m. 40 de hauteur; à la base de chaque tube est un bec brûlant du pétrole contenu dans un réservoir inférieur; on évite, dans le réservoir, l'échauffement du pétrole tant au moyen d'une plaque d'amiante garnissant la partie supérieure de l'intérieur de ce réservoir, qu'en le faisant traverser par des conduites amenant l'air froid dans les tubes de la chaudière. Une crémaillère permet de régler simultanément les mèches des 18 becs.

Le réservoir de pétrole contient 10 litres. La consommation est de 1 litre par heure. La dépense d'eau et de 10 kilogrammes par heure; l'alimentation s'effectue au moyen d'une petite pompe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5° *Tricycle électrique*, exposé par M. Silland.

6° *Tricycle à vapeur*, exposé par la Société des générateurs à vaporisation instantanée (système Serpollet). — Ce tricycle est à deux places et porte à l'arrière une chaudière du système Serpollet.

La chaudière consiste essentiellement en un long tube aplati de manière à présenter une section intérieure excessivement réduite; ce tube, contourné en hélice, est placé au-dessus du foyer qui le chauffe très énergiquement; l'eau est injectée par une des extrémités du tube au moyen d'une pompe, elle sort par l'autre extrémité à l'état de vapeur. La chaudière est timbrée à 94 kilogrammes.

L'alimentation de combustible est automatique, de sorte que le voyageur, une fois l'allumage fait et la voiture en marche, n'a plus qu'à s'occuper de la direction et de la vitesse; il est maître de l'orientation au moyen de la barre de direction et de la vitesse au moyen d'un mouvement de rotation de cette même barre autour de son axe, mouvement qui règle le degré d'ouverture du robinet d'injection d'eau dans le serpentin, de manière à produire le retour à la bâche d'une partie de l'eau refoulée par la pompe alimentaire. Le tricycle exposé permet d'emporter 60 kilogrammes de combustible, soit la quantité nécessaire pour six heures de marche au moins, et un approvisionnement d'eau de 40 litres.

La vitesse moyenne pratique est indiquée de 25 kilomètres à l'heure et la dépense par heure de 8 à 10 kilogrammes de combustible.

En résumé, des efforts sérieux ont été faits, depuis un certain nombre d'années, pour obtenir ce que l'on peut appeler la voiture mécanique; ces efforts n'ont pas été sans succès; ceux qui ont vu fonctionner, en dehors de l'Exposition, les appareils ci-dessus décrits affirment que certains d'entre eux donnent déjà une solution convenable du problème et pourraient, avec certains perfectionnements, procurer, dans la plupart des cas, une circulation sûre et rapide sur les routes ordinaires.

CHAPITRE XXV.

PUBLICATIONS DIVERSES.

Les publications exposées à la classe 61 peuvent se subdiviser en plusieurs catégories :

I. Publications techniques.

II. Publications relatives à la législation des chemins de fer.

III. Publications relatives à la statistique.

IV. Publications relatives aux horaires, aux tarifs, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I

PUBLICATIONS TECHNIQUES.

Dans la catégorie des publications techniques, on peut citer les suivantes :

1° *Collection d'ouvrages* (brochures, photographies et dessins), exposés par l'Association amicale des ingénieurs anciens élèves de l'École des ponts et chaussées de France, savoir :

Brochures de MM. G. Blum, ingénieur du Chemin de fer du Nord de la France, *sur le calcul rapide des terrassements;* de M. C. Switkowski, ingénieur civil, à Sniatyn (Autriche), *sur la détermination des surfaces emprises et talus des profils de terrassement;* et de M. L. P. Woyciechowski, ingénieur civil, à Paris, *sur le calcul exact des aires de déblai et de remblai; brochures et photographies,* présentées par M. A.-L.-S. de Carvalho, directeur de la construction des Chemins de fer du Minho et du Douro (Portugal), *concernant les travaux d'art exécutés sur les lignes de cette Compagnie; album des travaux de construction du Chemin de fer de Salamanca à la frontière portugaise,* exposé par M. C.-L. Chiesa, ingénieur en chef de la construction de cette ligne; *photographies de ponts et viaducs, et étude sur les chemins de fer à voie étroite,* présentées par M. X. Cordeiro, ingénieur en chef de la construction de la Compagnie royale des Chemins de fer portugais; *brochure traitant de la relation qui existe entre le choix des tracés et le prix d'exploitation suivant les divers modes de traction,* présentée par M. P. Cornaglia, inspecteur général du génie civil au Ministère des travaux publics, à Rome; *étude élémentaire de la locomotive,* à l'usage des débutants dans le service de la traction, présentée par M. H. Daviot, ingénieur civil, à Gueugnon (Saône-et-Loire); *notice sur le transport des minerais,* présentée par M. H. Frontault, ingénieur à Paris; *brochures traitant des voies de communication en Cochinchine, de la traversée des Alpes,* et, en particulier, *de celle projetée par le Simplon,* et une *étude d'un chemin de fer à voie étroite en Espagne,* présentées par M. R. Gentilini, ingénieur civil à Paris; *rapport sur la voie et le matériel des chemins de fer à l'Exposition de 1867,* publié en collaboration avec M. Eugène Flachat, par M. Goldschmidt, ingénieur civil, à Vienne (Autriche); *plans et photographies de travaux de chemins de fer et mémoires relatifs au même sujet,* présentés par M. V. Guerreiro de Castanheirinho, ingénieur en chef du Gouvernement portugais; *brochures traitant de l'exploitation des chemins de fer par l'État et de l'introduction d'une nouvelle locomotive,* par M. A. Kramer, ingénieur civil à Buda-Pesth (Hongrie); *albums montrant un block-system à courants alternatifs* et *un signal d'intercommunication à l'usage des trains,* présentés par M. J. Lazarus, ingénieur de la Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État, à Vienne; *ouvrage rendant compte de la situation des chemins de fer français en 1880;* et *ouvrage* en deux volumes *donnant des procédés de calcul nouveaux,* et *les bases qui ont servi à l'établissement d'un règlement nouveau pour la détermination des dimensions des ponts métalliques pour chemins de fer en Autriche,* présenté par M. de Leber, inspecteur du contrôle des chemins de fer d'Autriche, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vienne; *ouvrage* en deux volumes avec deux *atlas*, publié par M. E. Pontzen, ingénieur civil, à Paris, en collaboration avec M. E. Lavoine, *sur les chemins de fer en Amérique, ouvrage traitant de la construction du matériel et de l'exploitation des chemins de fer; étude comparative sur les avantages et les inconvénients des deux moyens de franchir des chaînes de montagnes, passage par-dessus ou longs tunnels; brochure sur le chemin de fer de l'Arlberg; brochures sur la question des chemins de fer économiques*, et *notice sur le chemin de fer métropolitain sous arcades, projeté à New-York*, également présentées par M. E. Pontzen; *notice*, présentée par M. A.-W. de Serres, directeur de la Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État, à Vienne (Autriche), *sur le système de voie métallique* imaginé par cet ingénieur, en collaboration avec M. Battig; *collection de photographies et d'autographies* également présentée par M. de Serres, montrant des ouvrages très importants (notamment les dessins de la gare de Budapesth) exécutés sur les lignes de la Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État, et les types adoptés pour la construction et le matériel des lignes de ce réseau; *ouvrage* de M. E. Vignes, ingénieur adjoint à l'ingénieur en chef de l'entretien et de la surveillance des Chemins de fer de l'Ouest, à Paris, comprenant un volume et un atlas, *sur les chemins de fer à voie étroite en Angleterre*, notamment sur celui de Festiniog, qui est étudié tant au point de vue de la construction qu'à celui de l'exploitation.

2° *Collection des volumes parus*, exposés par le GÉNIE CIVIL, revue générale hebdomadaire des industries françaises et étrangères.

3° *Collection des 22 volumes parus de la Revue générale des chemins de fer*, publication mensuelle traitant spécialement des questions relatives à l'étude, à la construction et à l'exploitation des voies ferrées.

4° *Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer*, ouvrage en 5 volumes et 3 atlas, exposé par M. GOSCHLER.

5° *Ouvrages divers relatifs aux travaux publics et notamment aux chemins de fer*, exposés par M. ROTHSCHILD, éditeur à Paris, tels que : *L'Australie*, par M. Journet, ingénieur des ponts et chaussées; les *Causeries scientifiques* de M. de Parville, parmi lesquelles quelques-unes ont trait à l'exploitation des voies ferrées; *Les Travaux publics de la France*, ouvrage publié sous la direction de M. Léonce Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, et dans lequel la partie relative aux chemins de fer a été traitée par M. E. Collignon.

II

PUBLICATIONS RELATIVES À LA LÉGISLATION DES CHEMINS DE FER.

Parmi les publications relatives à la législation et à la jurisprudence de l'exploitation des voies ferrées, il y a lieu de citer :

1° *Les ouvrages de M. A. Picard, président de section au Conseil d'État, sur les chemins de fer français*, exposés par M. ROTHSCHILD, éditeur à Paris, savoir :

Les chemins de fer français, étude historique en 6 volumes, sur la constitution et le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

régime du réseau français. L'ouvrage est divisé en périodes. Le premier volume correspond à la période d'essai et d'enfantement du réseau jusqu'en 1848. Le second volume s'étend de 1852 à 1870, il comporte la période de concentration du réseau entre les mains d'un petit nombre de Compagnies, et les conventions de 1859, 1863 et 1868. Le troisième volume est consacré à la période de 1870 à 1879. Le quatrième volume est un résumé des documents, lois, actes, conventions, décrets, qui régissent les chemins de fer d'intérêt général et d'intérêt local. Les cinquième et sixième volumes comprennent la période de 1879 à la fin de 1883, dans laquelle se placent les conventions de 1883 actuellement en vigueur.

Traité des chemins de fer. — Le premier volume donne un aperçu historique sur la formation du réseau et un aperçu économique sur les résultats généraux de l'ouverture des chemins de fer; il traite de la concurrence des voies ferrées entre elles et avec la navigation, de la construction et de l'exploitation par l'État ou par les Compagnies. Le deuxième volume est consacré au classement des chemins de fer, aux études, déclarations d'utilité publique, concessions, concours financier de l'État et des localités, comptes, impôts, etc. Le troisième volume traite de l'organisation intérieure et du personnel des Compagnies ou Administrations de chemins de fer, de l'organisation du contrôle, de l'exploitation technique, du prix de revient des transports, etc. Le quatrième volume traite de l'exploitation commerciale des transports des voyageurs et des marchandises, des obligations des concessionnaires pour les services publics et des recettes de l'exploitation.

2° *Le répertoire méthodique de la législation des chemins de fer français,* présenté dans l'EXPOSITION COLLECTIVE DES SERVICES DU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

Cet ouvrage en un volume a pour objet de faciliter les recherches dans la collection du *Bulletin des lois.* Il donne la date et le sommaire des lois, arrêtés, ordonnances et décrets, rendus par les pouvoirs publics; ce sommaire est suivi d'un renvoi au *Bulletin des lois.*

3° *Divers ouvrages,* exposés par l'IMPRIMERIE CHAIX, notamment :

Code annoté des chemins de fer en exploitation, par Lamé-Fleury; *Bulletin annoté des chemins de fer en exploitation,* par le même auteur; *Traité du contrat de transport par terre,* par M. Ch. Duverdy; *Traité pratique et juridique de l'application des tarifs,* par M. Ch. Duverdy; *Litiges et réclamations en matières de transport,* par E. Protat; *Législation et jurisprudence sur le transport des marchandises par chemin de fer,* par A. Sarrut; *Manuel du commissaire de surveillance administrative,* par Émile Grayer-Fabre, etc.

III

PUBLICATIONS RELATIVES À LA STATISTIQUE.

Diverses publications relatives à la statistique figuraient dans l'exposition collective du Ministère des travaux publics; parmi ces publications, on peut citer les suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° *Situation des chemins de fer français au 31 décembre des années 1877 à 1886* (5 volumes).

Cet ouvrage donne pour la France européenne, l'Algérie, les colonies et les pays de protectorat, la longueur des chemins de fer en exploitation avec l'indication des compagnies qui les exploitent et des départements du territoire qu'ils desservent, les relevés chronologiques des concessions, déclarations d'utilité publique, classement, mises à l'étude et ouvertures des chemins de fer d'intérêt général, d'intérêt local, industriels et divers. Il contient, en outre, les cartes des chemins de fer de la France et de l'Algérie.

2° *Documents statistiques relatifs aux chemins de fer français, pour la période de 1878 à 1886.*

Chaque volume annuel est divisé en deux parties, l'une pour les lignes d'intérêt général, l'autre pour les lignes d'intérêt local. Chaque partie contient les tableaux ci-après : conditions principales des concessions; situation financière; conditions techniques d'établissement (voie, ouvrages d'art, stations); état du matériel roulant; état du personnel; mouvement des voyageurs et du matériel; tarifs (voyageurs et marchandises); recettes; accidents; situation des caisses de pension et de secours; mouvement des voyageurs et des marchandises dans les gares de Paris.

3° *Statistique des chemins de fer français,* documents principaux, situation au 31 décembre 1887.

Cet ouvrage donne : la situation générale du réseau des chemins de fer français; la situation détaillée des chemins de fer appartenant ou devant faire retour à l'État; la situation détaillée des chemins de fer d'intérêt local; 16 tableaux contenant les chiffres relatifs à la situation financière des Compagnies, à l'effectif de leur matériel et à la situation des caisses de pension et de secours établies en faveur de leurs agents; la situation des chemins de fer algériens, coloniaux, et des pays soumis au protectorat de la France; la situation financière des chemins de fer d'Algérie et de Tunisie, l'effectif de leur matériel et la situation de leurs caisses de pension et de secours.

IV

PUBLICATIONS RELATIVES AUX HORAIRES, AUX TARIFS, ETC.

Parmi ces publications spéciales, on peut citer les documents ci-après, savoir :

1° *Recueils, livrets,* etc., exposés par l'Imprimerie Chaix :

Livret Chaix, continental mensuel, créé en 1846; *Indicateur Chaix, hebdomadaire,* fondé en 1849; *Express rapide, hebdomadaire; Livrets spéciaux des réseaux français; livret spécial des chemins de fer de l'Algérie et de la Tunisie; Livrets spéciaux des voyages circulaires; Recueil général des tarifs des chemins de fer français et internationaux*, créé en 1858 (trimestriel); *Recueils spéciaux des tarifs des réseaux; Tarifs communs; Recueil Chaix des tarifs de transports sur les chemins de fer de l'Algérie et de la Tunisie,* créé en 1888; *Indi-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cateur des expéditions par grande et petite vitesse; Bulletin des propositions de tarifs soumises à l'homologation (hebdomadaire); etc.

2° *Journal des transports* (hebdomadaire). — Ce journal traite les questions d'intérêt général à l'ordre du jour, de l'application des tarifs, du contentieux en matière de transport, des délibérations des Chambres de commerce et Syndicats relatives aux transports, etc.

3° *Carte des Chemins de fer de l'Europe,* à l'échelle de $\frac{1}{2400000}$, et *carte du réseau français,* à l'échelle de $\frac{1}{800000}$, exposées par l'Imprimerie Chaix.

CHAPITRE XXVI.

DIVERS.

Dans ce chapitre ont été réunies diverses expositions n'ayant pu trouver place, en raison de leur caractère, dans les autres chapitres, ou qui, tout en trouvant une application dans les chemins de fer, ne sont pas exclusivement relatives à cette branche de l'industrie des transports; telles sont les suivantes :

Exposition du Brésil.

1° *Modèle d'un appareil destiné à l'échange des dépêches pendant la marche des trains,* exposé par M. Martins.

Exposition de la France.

2° *Spécimens de dessins reproduits en autographie, autophotographie, autopolygraphie, photolithographie et phototypie,* présentés par MM. Aost et Gentil, imprimeurs lithographes.

3° *Procédé de levé des terrains,* présenté par M. Civiale. Ce procédé a pour objet de donner à grande échelle, au moyen de la photographie, les détails des reliefs et des formes du sol. Le principe de cette méthode est le suivant : une fois une série de stations choisies, on prend à chacune d'elles, au moyen d'un appareil photographique installé bien de niveau, un nombre de clichés tel que les vues successives se soudent les unes aux autres. En traçant une ligne droite au milieu de la feuille formée par la réunion des épreuves, on a l'horizon du spectateur; les distances à cette droite des points du tableau (distances mesurées au compas) donnent les altitudes ou les dépressions de ces divers points par rapport à l'horizon. L'altitude de cet horizon ayant été déterminée par une observation barométrique ou autre, on obtient les cotes absolues des points considérés en mètres au moyen de leurs distances au point d'observation fournies en mètres par les cartes d'état-major.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une application de ce procédé a été faite par M. Civiale à l'exécution d'une représentation des Alpes [1].

4° *Études et projets divers pour chemins de fer,* par M. A. Clémencet, tels que : plans généraux, profils en long et en travers, ouvrages d'art, ponts métalliques, bâtiments, métrés, devis, détails estimatifs, préparation des dessins d'exécution, etc., et un album présenté par le même exposant et intitulé *Guide du rédacteur de projets,* recueil d'ouvrages d'art exécutés, destiné, dans l'esprit de l'auteur, à fournir aux personnes chargées d'étudier des travaux de chemins de fer les renseignements et documents nécessaires. C'est dans ces conditions qu'ont été exécutés les projets d'un certain nombre de lignes du réseau construit par l'État.

5° *Appareils de sécurité pour voyageurs,* exposé par M. Briet. — Cet appareil est étudié en vue de produire le verrouillage des portières (dont l'ouverture n'est possible qu'après l'arrêt du train), lorsque le frein continu est mis en action soit par le mécanicien, soit par les voyageurs.

6° *Modèle d'un frein à ellipse,* exposé par M. Buzot. — Ce frein est présenté comme frein continu. Un piston à vapeur placé sur la machine agit sur une tringle reliée sur toute la longueur du train et actionnant une came de forme elliptique, qui manœuvre la timonerie du train.

7° *Appareils pour l'échange des dépêches pendant la marche des trains,* exposés par M. Groniez, l'un à crémaillère latérale inclinée, l'autre à prise par la partie supérieure du wagon.

8° *Indicateur automatique des gares de chemins de fer,* exposé par MM. Hogdson et Porcher. — Cet appareil, placé à l'intérieur de chaque compartiment, a pour but d'indiquer aux voyageurs, sur un tableau, les noms des gares traversées par le train. L'appareil se compose essentiellement d'une tige verticale qui se déplace d'un certain angle sous l'action de taquets placés sur la voie aux abords de chaque gare. Cette tige entraîne une bille mobile qui se place dans la case correspondant à la station dont le train s'approche. Les taquets sont disposés sur la voie de manière à produire des avancements successifs de la tige de commande.

9° *Modèle de l'installation des cadres de publicité dans un compartiment de seconde classe de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest,* exposé par MM. Paul Waller et Cie. — Ces annonces ne comportent, en général, ni dessins, ni figures, mais seulement l'indication du produit, le nom et l'adresse du producteur; elles sont exécutées en litho-peinture sur tôle et sont fixées sur la partie de cloison comprise entre le dossier de la banquette et le filet à bagages, au moyen de cadres en bronze nickelé, à charnières, maintenus par des vis à têtes de forme spéciale permettant un démontage rapide, mais nécessitant toutefois l'emploi d'outils spéciaux.

10° *Procédés d'épuration des eaux d'alimentation des chaudières.* — Des divers systèmes

[1] La description très sommaire ci-dessus n'est donnée que pour mémoire, cette question trouvant vraisemblablement sa place dans un autre rapport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'épuration des eaux destinées à l'alimentation des chaudières qui ont figuré à l'Exposition universelle (systèmes Dervaux, Desrumeaux, Gaillet, Howatson, Maignen, etc.) le procédé de M. Howatson et celui de M. Maignen ont seuls été présentés au jury de la classe 61.

Dans ces deux systèmes, le principe de l'épuration réside : 1° dans la transformation en sels insolubles au moyen de réactifs, des sels dissous dans l'eau, 2° dans la décantation et l'évacuation des précipités ainsi formés.

Procédé et appareil Howatson. — L'appareil se compose de deux réservoirs superposés et d'un récipient intermédiaire divisé par deux cloisons. Le réservoir supérieur, dont le volume doit être égal au dixième du volume d'eau à épurer, reçoit, chaque jour, la quantité de réactifs nécessaires pour précipiter le carbonate et le sulfate de chaux contenus dans l'eau d'alimentation. Le récipient intermédiaire joue le rôle de distributeur de l'eau à épurer et du réactif. Dans le réservoir inférieur, se font la réaction et la décantation. L'eau à épurer et la dissolution contenant les réactifs se déversent dans le réservoir intermédiaire, l'un d'un côté de la cloison, l'autre de l'autre côté et s'écoulent par deux robinets, dont on règle le débit pour chaque nature d'eau, dans une capacité ménagée par une cloison verticale dans le réservoir inférieur. Dans cette capacité, la réaction se fait et les dépôts les plus lourds tombent dans le fond du décanteur. Passant ensuite au-dessous de la cloison verticale, le liquide s'élève dans la capacité voisine en traversant une série de chicanes formées de lames inclinées à 45 degrés environ, sur lesquelles une partie des sels solides se dépose. L'eau passe enfin à travers un filtre formé de copeaux de bois destinés à arrêter le reste du précipité. Un robinet placé à la base de l'appareil permet de purger chaque jour le réservoir inférieur et d'enlever les dépôts qui se sont formés au fond.

Procédé et appareil de M. Maignen. — Des réactifs en poudre sont employés pour produire la précipitation des sels en dissolution dans les eaux d'alimentation, afin d'éviter l'entartrement des chaudières. Le réactif préparé par l'inventeur, formé d'un mélange, dans des proportions déterminées, de chaux, de carbonate de soude et d'alun, ne comporte que deux compositions, l'une, pour les eaux contenant surtout du carbonate de chaux, l'autre, pour les eaux séléniteuses. L'appareil dans lequel se fait l'épuration se compose de deux réservoirs cylindriques contenant chacun un cône intérieur et communiquant par un tuyau à leur partie supérieure. L'eau à épurer est déversée à la partie supérieure de l'un des réservoirs. On mélange à cette eau, pendant son déversement et d'une manière continue, les réactifs en poudre nécessaires pour produire la précipitation des sels, de la manière suivante : en sortant du tuyau de refoulement, l'eau se déverse sur une petite roue qu'elle fait tourner et le mouvement de rotation de cette roue fait sortir d'un récipient placé sur le réservoir une quantité d'anti-calcaire proportionnelle à la quantité d'eau déversée. L'eau se mélange avec l'anti-calcaire dans le cône placé à l'intérieur de ce réservoir, remonte à la partie supérieure et se rend dans le second réservoir où, après la réaction, la précipitation des sels et la décantation ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lieu de la manière suivante : le courant descendant abandonne une partie des dépôts à la base du réservoir, puis, l'eau passant à travers une série de cônes superposés et placés dans le grand cône intérieur, abandonne des dépôts dans les parties calmes, c'est-à-dire autour des cônes et sur la base. Pour l'extraction des dépôts, chaque réservoir est muni d'un robinet à sa partie supérieure. Dans le cas où les quantités à épurer ne sont pas considérables, on peut, au lieu d'attendre la décantation qui exige de deux à trois heures, employer les filtres à grand débit du système Maignen en toile d'amiante.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPENDICE.

COMPTE RENDU SOMMAIRE

DES RECETTES ET DÉPENSES D'INSTALLATION DE LA CLASSE 61.

EMPLACEMENTS ATTRIBUÉS À LA CLASSE 61 (CHAMP DE MARS).

Les emplacements attribués à la classe 61 étaient situés à l'angle Nord-Ouest du Palais des machines. Ils comprenaient :

1° En plein air, le long du pignon faisant face à l'avenue de Suffren, entre ce pignon et le chemin de fer intérieur (Decauville), une surface de.	4.344^{m2}10
2° Au rez-de-chaussée du Palais des machines, sous la tribune extrême (côté de l'avenue de Suffren), une surface couverte de.....	4.664 80
3° Au niveau du rez-de-chaussée, dans une annexe construite entre le Palais des machines et les galeries des industries diverses, une surface couverte de.....	5.000 80
4° Au premier étage, sur la tribune du Palais des machines, une surface de.....	2.347 55
SOIT, en tout, une surface horizontale, chemins non déduits, de...	16.357 25

Les emplacements couverts ne donnant, comme surfaces murales pouvant être utilisées dans la galerie des machines, que les espaces compris entre les baies éclairant la tribune, on a été obligé d'installer sur cette tribune de grands panneaux verticaux permettant de recevoir, sur les deux faces, des tableaux, des dessins ou d'autres objets présentant peu de saillie. On est ainsi arrivé à disposer d'une surface verticale totale de 859 m. q. 58.

En comptant, au point de vue du prix à payer par les exposants, 2 mètres carrés de surface verticale par mètre carré de surface horizontale, on a obtenu, en totalité, une surface, chemins non déduits, de 16.787 m. q. 04 qui a été distribuée de la manière suivante entre les divers pays :

Autriche-Hongrie.....	7^{m2}34
Belgique.....	1.911 84
Espagne.....	3 62
États-Unis.....	705 05
France.....	11.870 77
Grande-Bretagne.....	912 60
Italie.....	1.035 05
Luxembourg.....	7 52
Pays-Bas.....	3 09
Suisse.....	350 16
TOTAL.....	16.787 04

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En dehors des emplacements affectés spécialement à la classe 61, figuraient, dans des installations particulières, les expositions du Ministère des travaux publics et celles de plusieurs constructeurs français et de divers exposants étrangers.

Les explications qui suivent n'ont trait qu'aux installations faites sur les emplacements concédés spécialement à la classe 61.

UTILISATION ET RÉPARTITION DES SURFACES.

Dans l'espace en plein air, on a placé ce qui concernait en général le matériel fixe de voie : les rails, les aiguillages, les enclenchements, les cabines de signaux, les ponts tournants, etc., et quelques véhicules à marchandises. La surface couverte du rez-de-chaussée, soit dans le palais des machines, soit dans l'annexe, a été affectée plus spécialement au matériel roulant et aussi à des expositions diverses, notamment à celles des divers systèmes de freins continus. Quant à la tribune du premier étage, elle a été réservée aux installations se rapportant à l'exploitation, aux dessins et modèles relatifs à la construction des chemins de fer, et enfin aux expositions de divers fournisseurs pour chemins de fer (ferrures, draps, galons, bâches, caoutchouc, lanternes, etc.), aux traverses métalliques, etc. Le bureau de la classe était placé dans l'angle Sud-Ouest de cet étage.

Ces emplacements ont été répartis comme il suit entre les exposants français et étrangers.

PAYS.	REZ-DE-CHAUSSÉE A DÉCOUVERT.	REZ-DE-CHAUSSÉE COUVERT.		1er ÉTAGE.		TOTAUX. (En comptant au 1er étage 2 mètres carrés de surface verticale pour 1 mètre carré de surface horizontale.)
		Matériel roulant 3 m. carrés par mètre linéaire de voie.	Objets divers.	Surface horizontale.	Surface verticale.	
Autriche-Hongrie	//	//	//	//	8 12	4 06
Belgique	175 00	804 30	78 24	//	//	1.057 54
Espagne	//	//	//	2 00	//	2 00
États-Unis	//	390 00	//	//	//	390 00
France	2.234 59	2.748 54	368 47	798 60	832 30	6.566 35
Grande-Bretagne	42 25	325 50	117 44	19 02	1 20	504 81
Italie	108 00	455 91	//	0 63	16 00	572 54
Luxembourg	//	//	4 16	//	//	4 16
Pays-Pas	//	//	1 71	//	//	1 71
Suisse	//	142 80	16 60	22 25	1 96	182 63
TOTAUX	2.559 84	4.867 05	586 62	842 50	859 58	//
SURFACE TOTALE UTILISÉE						9.285m2 80

Soit 55,32 p. o/o de la surface concédée, les chemins et passages occupant 44,68 p. o/o de cette surface.

TRAVAUX EXÉCUTÉS POUR LES INSTALLATIONS GÉNÉRALES.

Les travaux exécutés par les soins du Comité n'ont consisté que dans l'appropriation générale des emplacements concédés à la classe; les exposants ont dû pourvoir eux-mêmes, et à leurs frais, à la confection et à la pose des tables, vitrines ou installations spéciales dont ils pouvaient avoir besoin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les travaux exécutés par le Comité ont été notamment les suivants :

Au rez-de-chaussée : dressage de la plate-forme à l'extérieur et à l'intérieur du Palais des machines; pose de voies d'accès provisoires, de deux ponts tournants de 17 et 14 mètres et de trois plaques de 6 m. 70 de diamètre, destinés à amener et à manutentionner le matériel roulant et les colis reçus par chemin de fer; pose de voies définitives destinées à recevoir les machines-locomotives, voitures et wagons exposés; bitumage des entrevoies; installation de prises d'eau, etc.

Au premier étage : établissement du plancher de la tribune du Palais des machines, peinture au lait de chaux des verrières; construction de grands panneaux en menuiserie placés normalement à la galerie et destinés à suppléer à l'insuffisance des surfaces murales, installation d'un bureau pour l'ingénieur de la classe avec salle de travail pour le public.

Ces divers travaux d'aménagements ont été exécutés à l'entreprise, sauf des ouvrages de peu d'importance dont l'exécution a été faite en régie. Les rails, le petit matériel de voie, le pont tournant de 17 mètres et les plaques ont été loués aux administrations de chemins de fer français. La Compagnie du Nord a établi à ses frais le pont tournant de 14 mètres qu'elle exposait et la Compagnie d'Orléans a pris à sa charge la moitié des dépenses de fondation du pont tournant de 17 mètres qu'elle exposait. Ces deux appareils ont été utilisés pour les manutentions à l'entrée et à la sortie.

TRAVAUX INCOMBANT AUX EXPOSANTS.

Les exposants ont eu, non seulement à se charger des installations propres aux objets qu'ils exposaient, mais ils ont dû également, à leurs frais, amener à pied-d'œuvre ces objets, les monter et les enlever à la fin de l'Exposition.

Toutefois, pour le matériel roulant, comme il aurait été extrêmement coûteux et, pour ainsi dire impossible aux exposants de faire eux-mêmes la mise en place de leurs locomotives, voitures et wagons, le Comité avait traité à forfait cette manutention dans des conditions avantageuses pour eux, tout en leur laissant la faculté d'opérer individuellement. La plupart des exposants ont usé de la combinaison préparée par le Comité pour l'arrivée au Champ de Mars et pour le départ à la clôture de l'Exposition. Les prix de cette manutention avaient été établis suivant la nature des véhicules, et les avances faites par le Comité pour les dépenses afférentes à cette manutention ont été prélevées sur les remboursements à faire aux exposants. (Voir ci-après.)

COTISATIONS VERSÉES PAR LES EXPOSANTS.

Préalablement à leur admission définitive, les exposants ont eu à verser une cotisation représentant la part contributive qui devait incomber à chacun d'eux dans les dépenses générales d'installation et de gardiennage, suivant une évaluation approximative.

En présence des aléas qui pouvaient exister dans les travaux à exécuter, le Comité avait dû être très prudent dans cette évaluation et la part contributive avait été fixée provisoirement à :

12 fr. 50 par mètre carré de surface découverte au rez-de-chaussée;

25 francs par mètre carré de surface couverte au rez-de-chaussée.

30 francs par mètre carré de surface horizontale au premier étage.

15 francs par mètre carré de surface verticale au premier étage.

Ceux des exposants dont les produits, se rapportant à la classe 61, figuraient dans d'autres classes, ont versé un droit pour inscription au catalogue.

De plus, il avait été entendu que le montant des cotisations ne serait définitivement arrêté qu'après l'Exposition, alors que le compte des dépenses aurait pu être liquidé.

Les recettes réalisées d'après les bases ci-dessus indiquées ont été les suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rez-de-chaussée — pour surface découverte	31.997f	95
Rez-de-chaussée — pour matériel roulant	108.176	00 (1)
Rez-de-chaussée — pour objets divers	15.665	40 (1)
Premier étage	38.168	45
Inscriptions au catalogue. (Voir ci-dessus.)	1.760	00
TOTAL	195.767	80

Les sommes encaissées ont été déposées temporairement au Crédit Lyonnais au fur et à mesure de leur réception, et ont produit des intérêts qui sont venus s'ajouter aux recettes. Les payements ont été effectués au moyen de chèques tirés sur cette Société et revêtus de deux signatures.

DÉPENSES FAITES PAR LE COMITÉ ET PRIX DE REVIENT DES EMPLACEMENTS.

Les dépenses d'installations générales faites par le Comité ont consisté :

D'une part, dans l'exécution des travaux d'aménagement des emplacements désignés ci-dessus ;

D'autre part, dans des frais généraux relatifs aux dépenses de mobilier, d'entretien, de bureau et de personnel.

De notables réductions sur les prévisions ont pu être réalisées, tant par la stricte économie et l'ordre qui ont présidé à l'exécution des travaux et installations que par le concours apporté par les administrations de chemins de fer, notamment en ce qui concerne la surveillance.

Dans ces conditions, les dépenses ne se sont élevées qu'à 70.256 fr. 11 ; elles se sont réparties de la manière suivante entre les emplacements du rez-de-chaussée et du premier étage, frais généraux compris :

Rez-de-chaussée — surface découverte		3.628f	53
Rez-de-chaussée — surface couverte — matériel roulant		48.037	73
Rez-de-chaussée — surface couverte — objets divers		4.994	31
Premier étage		13.595	54
TOTAL		70.256	11

Par suite, les prix de revient du mètre se sont élevés, savoir :

Pour surface découverte au rez-de-chaussée, à 1 fr. 42 le mètre carré (au lieu de 12 fr. 50);

Pour surface couverte au rez-de-chaussée, matériel roulant, à 33 fr. 31 le mètre linéaire de voie (au lieu de 75 francs).

Pour surface couverte au rez-de-chaussée, objets divers, à 7 fr. 97 le mètre carré (au lieu de 25 francs).

Pour surface au premier étage, à 10 fr. 60 le mètre carré (au lieu de 30 francs); pour établir ce dernier prix, on a compté 2 mètres carrés de surface verticale pour 1 mètre de surface horizontale.

REMBOURSEMENTS FAITS AUX EXPOSANTS.

Le montant des cotisations étant de	195.767f	80
Celui des dépenses de	70.256	11
Le boni a été de	125.511	69

(1) La Belgique ayant fait elle-même, à ses frais, la pose de ses voies définitives n'a eu à payer à la classe que les frais généraux pour l'espace occupé par son matériel roulant dans la galerie des machines (sous la tribune). Les deux chiffres ci-dessus ne correspondent donc pas à ceux qui résulteraient de l'application des parts contributives aux surfaces indiquées dans le tableau de répartition de ces dernières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A ce boni sont venus s'ajouter les intérêts des sommes déposées temporairement au Crédit Lyonnais. En définitive, la proportion des remboursements faits aux exposants s'est élevée à 65,43 p. 100 en moyenne des cotisations qu'ils avaient versées.

En répartissant le boni suivant les quatre catégories de surface dont il vient d'être question, la proportion des économies réalisées aux cotisations réclamées aux exposants a été, en nombres ronds, de :

91,14 p. 100 pour les espaces découverts du rez-de-chaussée ;

57,03 p. 100 pour les espaces couverts du rez-de-chaussée, matériel roulant ;

70,04 p. 100 pour les espaces couverts du rez-de-chaussée, objets divers ;

65,88 p. 100 pour le premier étage.

Telles ont été, par suite, les proportions suivant lesquelles les exposants ont été remboursés des parts contributives qu'ils avaient versées, à titre de provision, lors de leur admission ; quant aux exposants qui n'avaient versé qu'un droit déterminé pour inscription au catalogue, ils ont été remboursés de 64 p. 100 de leurs cotisations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

Composition du jury. 86
Introduction 87

PREMIÈRE PARTIE.

CHEMINS DE FER À VOIE NORMALE.

Chapitre I. — Voie. 89

I. Parties constitutives de la voie (rails, traverses, coussinets, éclisses, etc). 89
A. Spécimens de voie complète. 89
B. Éléments isolés de voie 92
a. Rails. 92
b. Traverses 92
§ 1. Traverses en bois. 93
§ 2. Traverses métalliques. 93
c. Joints, éclisses, boulons, tirefonds, etc. 96
C. Appareils divers se rapportant aux rails. 98

II. Appareils de voie. 99
A. Changements de voie. 99
B. Appareils de manœuvre, de verrouillage et de contrôle des aiguilles. 100
C. Chariots à machines ou à véhicules 104
D. Ponts tournants, plaques, etc. 105
E. Bascules, gabarits, barrières, etc. 106
F. Appareils divers se rapportant à la voie. 108

III. Résumé voie (voie normale). 109

Chapitre II. — Appareils de sécurité de la voie et de l'exploitation. 111

I. Appareils constituant un système de protection. 111
A. Cantonnements manœuvrés par des agents spéciaux 112
B. Cantonnements à manœuvre automatique 118

II. Appareils isolés ou éléments constitutifs. 119
A. Appareils de manœuvre des signaux 120
a. Appareils de manœuvre mécanique. 120
b. Appareils de manœuvre électrique. 123
B. Appareils de contrôle du fonctionnement des signaux. 125
C. Appareils d'enclenchement. 126
a. Enclenchements à verrous 127
b. Enclenchements à grils 128
c. Enclenchements divers. 129

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D. Signaux proprement dits (construction, éclairage, etc)..... 131
a. Signaux fixes..... 132
§ 1. Signaux optiques..... 132
§ 2. Signaux acoustiques..... 134
b. Signaux mobiles..... 134
E. Appareils divers..... 135
III. Résumé appareils de sécurité (voie normale)..... 137

CHAPITRE III. — Machines-locomotives (voie normale)..... 139
I. Machines-locomotives..... 139
A. Locomotives pour trains express..... 139
B. Locomotives pour trains de voyageurs sur lignes à profil accidenté, ou pour trains de marchandises sur lignes à profil facile..... 151
C. Locomotives pour trains de marchandises..... 156
D. Locomotives pour trains de banlieue ou pour lignes d'embranchement..... 160
E. Locomotives pour manœuvres..... 163
II. Dessins et modèles de locomotives..... 164
A. Dessins..... 164
B. Modèles..... 167
III. Pièces détachées de locomotives..... 169
A. Pièces appartenant au châssis..... 170
B. Pièces appartenant à la chaudière..... 171
C. Pièces appartenant au mécanisme..... 173
D. Pièces accessoires..... 177
IV. Résumé machines-locomotives (voie normale)..... 179
Tableaux..... 183

CHAPITRE IV. — Voitures et wagons (voie normale)..... 204
I. Voitures et wagons..... 204
A. Matériel à voyageurs..... 204
a. Voitures de 1re classe et de luxe..... 204
§ 1. Voitures de 1re classe et de luxe à compartiments séparés..... 205
§ 2. Voitures de 1re classe et de luxe à intercirculation..... 208
§ 3. Voitures avec lits, salons ou restaurants..... 213
b. Voitures mixtes et de 2e classe..... 219
§ 1. Voitures mixtes et de 2e classe à compartiments séparés..... 219
§ 2. Voitures mixtes et de 2e classe à intercirculation..... 222
c. Voitures de 3e classe..... 226
§ 1. Voitures de 3e classe à compartiments séparés..... 226
§ 2. Voitures de 3e classe à intercirculation..... 228
B. Matériel à marchandises..... 229
a. Fourgons et wagons couverts..... 229
b. Wagons plats..... 231
c. Wagons à dispositions particulières pour le déchargement..... 233
d. Véhicules spéciaux..... 235

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II. Dessins et modèles de voitures et wagons. 238
III. Pièces détachées de voitures et wagons. 240
A. Pièces du châssis. 240
B. Pièces de la caisse. 242
C. Accessoires, toiles, etc. 244
IV. Résumé voitures et wagons (voie normale). 244
Tableaux. 247

DEUXIÈME PARTIE.

CHEMINS DE FER À VOIE ÉTROITE.

CHAPITRE V. — Voie. 284
I. Parties constitutives de la voie (rails, traverses, etc.). 284
II. Appareils de voie (croisements, aiguilles, etc.). 286
III. Résumé voie (voie étroite). 288

CHAPITRE VI. — Machines-locomotives (voie étroite). 288
I. Locomotives 289
II. Dessins et modèles de locomotives. 295
III. Résumé machines-locomotives (voie étroite). 298
Tableaux. 299

CHAPITRE VII. — Voitures et wagons (voie étroite). 308
I. Matériel à voyageurs. 308
II. Matériel à marchandises. 315
III. Résumé voitures et wagons (voie étroite). 318
Tableaux. 320

TROISIÈME PARTIE.

TRAMWAYS.

CHAPITRE VIII. — Voie. 332
I. Types de voie courante. 332
II. Appareils de voie. 333
III. Résumé (voie de tramways). 334

CHAPITRE IX. — Matériel roulant des tramways. 335
I. Moteurs. 335
A. Moteurs électriques (voir cl. 62). 335
B. Moteurs mécaniques. 335
a. Moteurs à eau chaude. 336
b. Moteurs à air comprimé. 338

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II. Voitures 339
III. Appareils divers et dessins 341
IV. Résumé (matériel roulant des tramways) 344

QUATRIÈME PARTIE.

CHEMINS DE FER DE SYSTÈMES DIVERS.

CHAPITRE X. — Chemins de fer à crémaillère 345
CHAPITRE XI. — Chemins de fer funiculaires 351
CHAPITRE XII. — Chemins de fer aériens 353
I. Chemin de fer aérien monorail, système Lartigue 353
II. Chemin de fer aérien, système Jullien, Fournier et Broca 355
CHAPITRE XIII. — Chemin de fer glissant 356
Résumé (chemins de fer de systèmes divers) 357

CINQUIÈME PARTIE.

OBJETS DIVERS.

CHAPITRE XIV. — Dessins et modèles relatifs à des tracés, travaux d'art et installations de chemins de fer (voie large, voie étroite, tramways, chemins de fer divers). 358
I. Tracés et travaux d'art de chemins de fer 358
II. Installations de gares, ateliers, dépôts, etc. 366
A. Installations de gares 366
B. Installations d'ateliers et de dépôts 370
C. Installations diverses 373
CHAPITRE XV. — Dispositifs spéciaux pour faciliter le passage dans les courbes 376
I. Dispositifs pour machines-locomotives 376
II. Dispositifs pour voitures 378
III. Dispositifs divers 379
IV. Résumé 380
CHAPITRE XVI. — Freins continus. — Appareils d'appel ou d'arrêt *dits* d'intercommunication. 382
I. Freins continus 382
A. Freins à air comprimé 383
B. Freins à vide ou à air raréfié 387
C. Freins fonctionnant indifféremment par le vide ou par l'air comprimé 389
D. Pièces détachées de freins continus 389
II. Appareils d'appel ou d'arrêt *dits* d'intercommunication 390
A. Appareils d'intercommunication électrique 391
B. Appareils d'intercommunication pneumatique 392

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a. Appareils d'appel 392
b. Appareils d'arrêt 392
III. Résumé 393

CHAPITRE XVII. — Attelages avec manœuvre commandée de l'extérieur des véhicules (automatiques ou autres). — Attelages divers 394

CHAPITRE XVIII. — Appareils de chauffage des voitures à voyageurs 398

I. Appareils de chauffage mobiles 398
A. Chaufferettes à eau 398
B. Chaufferettes à acétate de soude 399

II. Appareils de chauffage fixes 399
A. Appareils à eau chaude 399
a. Appareils dans lesquels chaque véhicule porte sa chaudière 400
b. Appareils dans lesquels tous les véhicules du train sont desservis par une chaudière commune 402
B. Appareils à air chaud 402
C. Appareils fixes à acétate de soude 403

CHAPITRE XIX. — Appareils d'éclairage des voitures à voyageurs 404

I. Appareils d'éclairage à l'huile de colza à niveau constant 404
A. Appareils à réservoir avec ajutage 404
a. Lampes à bec plat 404
b. Lampes à bec rond 405
B. Appareils à réservoir clos 405
a. Lampes à bec plat 405
b. Lampes à bec rond 406

II. Appareils d'éclairage à l'huile minérale 407

III. Appareils d'éclairage au gaz 407
A. Appareils au gaz riche 407
B. Appareils au gaz enrichi 410

IV. Appareils d'éclairage électrique 410

CHAPITRE XX. — Engins de levage et de manutention, outils d'ateliers, appareils divers 411

I. Engins de levage et de manutention 411

II. Outils d'ateliers 414

III. Appareils divers 416

CHAPITRE XXI. — Appareils d'essai et de mesure 419

I. Appareils d'essai pour les matières (huiles, métaux, etc.) 419

II. Appareils servant à relever les diverses circonstances de la marche des trains et des machines 422
a. Appareils qui se placent sur les machines ou dans les trains 422
b. Appareils placés sur la voie 427
c. Appareils de poche 430

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

III. Appareils pour le contrôle de l'état des voies 430
IV. Résumé 431

CHAPITRE XXII. — Transport des navires par chemin de fer 432
I. Transport de navires de faible tonnage 432
II. Transport de navires de fort tonnage 433

CHAPITRE XXIII. — Transport des blessés 434
I. Trains sanitaires improvisés 434
II. Trains sanitaires permanents 436
III. Résumé 438

CHAPITRE XXIV. — Voitures mécaniques 439

CHAPITRE XXV. — Publications diverses 441
I. Publications techniques 442
II. Publications relatives à la législation des chemins de fer 443
III. Publications relatives à la statistique 444
IV. Publications relatives aux horaires, aux tarifs, etc 445

CHAPITRE XXVI. — Divers 446

APPENDICE. — Compte rendu sommaire des recettes et dépenses d'installation de la classe 61 .. 450

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 62

Électricité

RAPPORT DU JURY INTERNATIONAL

PAR

M. POTIER

INGÉNIEUR EN CHEF AU CORPS DES MINES
PROFESSEUR À L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES
ET À L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPOSITION DU JURY.

MM. Mascart, *Président*, membre de l'Institut, professeur au Collège de France, membre du jury des récompenses à l'Exposition de Paris en 1878. . . .	France.
Preece (W.-H.), *Vice-Président*, membre de la Société royale de Londres, électricien en chef du télégraphe de l'État, membre du conseil d'administration de l'Institut des ingénieurs civils.	Grande-Bretagne.
Potier, *Rapporteur*, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École nationale supérieure des mines et à l'École polytechnique.	France.
Turettini (le colonel), président du Conseil administratif de la ville de Genève, *Secrétaire*.	Suisse.
Rousseau (E.), professeur et ancien recteur de l'Université de Bruxelles, membre du jury à l'exposition internationale d'électricité de Paris en 1881.	Belgique.
Hering (Carl).	États-Unis.
Abdank-Abakanovicz (B.).	États-Unis.
Deprez (Marcel), membre de l'Institut.	France.
Fontaine (Hippolyte), administrateur de la Société Gramme.	France.
Fribourg, directeur du matériel et de la construction à la Direction générale des postes et télégraphes.	France.
Huet, inspecteur général des ponts et chaussées, sous-directeur des travaux de la ville de Paris.	France.
Postel-Vinay (A.), constructeur électricien, médaille d'argent à l'Exposition de Paris en 1878.	France.
Sciama (Gaston), ingénieur civil, directeur de la maison Bréguet, médaille d'or à l'Exposition de Paris en 1878.	France.
Sebert (le colonel), directeur du laboratoire central de la marine.	France.
Trotin, ingénieur, chef du service de vérification et de réception à la Direction générale des postes et télégraphes	France.
Gody (Léon), *suppléant*, capitaine commandant d'artillerie, professeur à l'École militaire et à l'École de guerre, membre du jury à l'Exposition internationale d'électricité de Paris en 1881.	Belgique.
Aylmer (J.), *suppléant*, ingénieur civil, secrétaire délégué en France de l'Institut des ingénieurs électriciens de Londres.	Grande-Bretagne.
Jousselin, *suppléant*, ingénieur, chef de la 3e division de l'exploitation à la Compagnie P.-L.-M.	France.
Rau, *suppléant*, administrateur délégué de la Société Edison.	France.
Sautter, *suppléant*, de la maison Sautter-Lemonnier, constructeur de phares, mécanicien-constructeur électricien	France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉLECTRICITÉ.

INTRODUCTION.

La classe 62 avait pour titre *Électricité* et comprenait les générateurs de courants : piles, accumulateurs et machines; les applications de l'électricité à l'éclairage, au transport de l'énergie, à la galvanoplastie, à la transmission des signaux (télégraphie et téléphonie), à la médecine et les applications domestiques; les appareils de mesure, les conducteurs et matières employées dans les industries électriques; on y avait adjoint des appareils tels que le phonographe et le graphophone, et même du matériel des postes, bien que ces objets n'aient pas de rapport avec l'électricité.

Dans cette même classe étaient exposés un certain nombre d'ouvrages, les uns par leurs auteurs, les autres par des éditeurs. Le jury n'a pas cru devoir attribuer de récompenses à cette classe d'objets, parmi lesquels il tient cependant à signaler le remarquable *Traité de télégraphie sous-marine,* de M. Wunschendorff; l'intéressante collection de livres américains relatifs à l'électricité et à ses applications, exposée par M. W. Johnston, de New-York, et la *Revue internationale de l'électricité,* de M. G. Carré.

Le jury a décidé également de n'accorder de récompenses qu'aux inventeurs ou constructeurs d'appareils, et non aux personnes faisant simplement commerce des objets exposés. Il n'a pas cru devoir se borner à l'examen des inventions ou applications nouvelles réalisées depuis 1878. Il a considéré que la perfection de la construction mécanique, la simplification d'appareils anciens ou une meilleure appropriation de leurs organes, une amélioration du prix de revient, une exécution plus soignée ou plus artistique étaient autant de progrès ou de services rendus aux industries électriques. Le jury a été amené ainsi à proposer des récompenses de même ordre pour des exposants entre lesquels aucune comparaison ne saurait être établie. La variété infinie des applications actuelles de l'électricité devait nécessairement conduire à ce résultat.

Le jury a pu procéder à quelques expériences sur les machines, lampes, piles et accumulateurs soumis à son examen; il a été heureux de trouver dans le personnel du laboratoire de la Société internationale des électriciens un concours aussi dévoué qu'éclairé; il a désiré que le rapporteur exprimât sa gratitude envers **M. de Nerville,** directeur de ce laboratoire, et **MM. Bary, Cadet de Vaux** et **Margaine,** qui ont collaboré à ces expériences. M. le Ministre du commerce avait bien voulu autoriser

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Thomas et Belugou, ingénieurs des télégraphes, à rassembler des notes qui ont facilité au jury l'accomplissement de sa mission, en ce qui concerne la télégraphie et la téléphonie.

Le présent rapport renferme une description sommaire des appareils ou procédés inventés ou perfectionnés depuis l'Exposition de 1878; il est divisé en deux parties : l'une consacrée à l'électricité industrielle proprement dite, l'autre à la transmission des signaux et de la parole.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PREMIÈRE PARTIE.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE.

Le caractère le plus saillant de l'Exposition de 1889, comparée à ses devancières, est le rôle prédominant qu'a joué l'électricité dans l'éclairage des palais, galeries et jardins, et qu'elle n'aurait pu remplir aux expositions antérieures. La faiblesse des machines génératrices de courant, les difficultés qu'on éprouvait à alimenter plusieurs lampes à arc dans le même circuit, n'auraient pas permis de réaliser un éclairage aussi puissant sans avoir à mettre en mouvement un nombre de dynamos dix fois plus grand que celui qui a suffi; et, sans les lampes à incandescence, on n'aurait pas pu réaliser la variété d'effets qu'ont admirée les visiteurs de l'Exposition; si la lampe à arc doit être pour longtemps encore l'appareil le mieux approprié à un éclairage industriel, elle est impropre à l'éclairage privé, et parmi tous les services rendus par Edison à ses contemporains, il en est peu d'aussi considérables que l'introduction de la lampe à incandescence dans le vide et la conception de stations centrales distribuant, comme l'eau et le gaz, le courant électrique sous une forme appropriée aux éclairages les plus divers. C'est en 1882 seulement que la première station centrale fut élevée à New-York, et l'exemple donné a été suivi dans l'ancien continent, moins rapidement toutefois qu'en Amérique; en dehors de ces grandes usines électriques, un nombre considérable d'installations privées, d'importance sans cesse croissante, a été fait des deux côtés de l'Océan, et pour satisfaire à ces besoins on a dû substituer aux modestes machines de Gramme et de Siemens des dynamos de puissance de plus en plus élevée; telles étaient, parmi les machines fonctionnant sous les yeux du public, les dynamos Gramme, de 900 ampères et de 120 volts; Edison (Compagnie continentale), de 800 ampères; et Siemens (construite par la Société alsacienne), de 1,000 ampères, absorbant des puissances de 120 à 150 chevaux-vapeur; et une machine Ferranti à courants alternatifs de même puissance; près d'une machine Farcot, de 1,000 chevaux, on voyait aussi une dynamo de M. Marcel Deprez, qui n'a pas fonctionné, construite pour absorber 500 chevaux.

Une autre application importante de l'électricité, dont la Société Gramme n'a pas cessé d'exposer des exemples depuis 1873, exige aussi des machines puissantes. Il s'agit de ce que l'on a appelé *transport de la force par l'électricité*, ou de l'emploi des dynamos comme machines motrices. Ces transmissions se sont faites d'abord à petite distance et pour de petites forces; un certain nombre d'ateliers commandent les machines-outils par des dynamos. Presque tous les constructeurs, la Société Gramme, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Compagnie électrique, MM. Sautter et Lemonnier, la Société de l'éclairage électrique, la Compagnie continentale Edison, la Société pour la transmission de la force, M. Dulait, la Compagnie Thomson-Houston, exposaient des dynamos faisant mouvoir divers outils à des distances variables de la dynamo génératrice de courants. Deux compagnies américaines, l'Elektron Manufacturing C° et la C and C motor C°, n'exposaient même que des petits moteurs de force inférieure à un cheval et enroulés pour être employés sur les distributions Edison à 100 volts. Dans la plupart de ces applications le rendement des machines n'a pas une très grande importance; il n'en est plus de même pour les transmissions à grande distance de grandes puissances; si ce problème ne présente qu'un médiocre intérêt dans les pays de plaine où le combustible peut être obtenu à un prix modéré, il en est autrement dans le voisinage des montagnes où la force motrice, malgré l'aménagement des chutes d'eau, l'établissement de deux dynamos et la perte qu'entraîne la longueur du circuit, peut être produite à meilleur marché que par une machine à vapeur.

La **Société pour la transmission de la force** et, surtout, la maison **Cuenod Sautter,** de Genève, et les **Ateliers d'Œrlikon,** ont réalisé de semblables transmissions dans des conditions absolument industrielles. Les Ateliers d'Œrlikon avaient exposé deux machines de **M. Brown,** spécialement destinées à cet usage : la dynamo génératrice, d'une puissance de 300 chevaux; la réceptrice, de 200 chevaux.

L'électro-métallurgie, qui n'était pas représentée dans la classe 62, demande également des machines très puissantes. **M. Crompton** et les **Ateliers d'Œrlikon** ont construit des machines dont le débit s'élève à 6,000 ampères pour la fabrication de l'aluminium et de ses alliages.

Ces exemples, et d'autres plus fréquents qu'on pourrait recueillir en dehors de l'Exposition, suffisent pour prouver que la dynamo est entrée dans la grande industrie et que les éléments de sa construction méritent d'être étudiés avec autant de soin que ceux des machines à vapeur. Ces éléments sont de deux sortes : les uns mécaniques, les autres électriques ou magnétiques; jusqu'en 1878 aucune règle, autre que des règles purement empiriques, ne permettait la détermination préalable des éléments magnétiques, sections des fers, nombre des tours de fil sur les inducteurs et l'induit; si aujourd'hui cette détermination peut se faire avec une approximation suffisante, c'est surtout aux travaux théoriques et expérimentaux de MM. Marcel Deprez, Hopkinson et Kapp que les ingénieurs le doivent; c'est en grande partie à leur influence qu'on peut attribuer les progrès constatés par les diverses expositions qui se sont succédé depuis 1881, dans l'utilisation du fer et du cuivre, en vue des résultats à obtenir.

L'Exposition présentait une lacune regrettable en ce qui concerne les machines à courants alternatifs. Depuis que l'attention publique a été ramenée par les remarquables expériences de Gaulard, à l'exposition de Turin, sur la facilité avec laquelle les courants alternatifs se prêtent à la transformation, on a songé à en profiter pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

établir des transmissions de force à grande distance, en envoyant sur la ligne un courant de faible intensité, transformé dans le voisinage de la machine réceptrice de manière à ne plus offrir de tensions inacceptables. L'utilisation de ces courants est subordonnée à la découverte d'un moteur à courants alternatifs aussi facile à mettre en marche que les moteurs à courants continus; la solution complète de ce problème ne paraît pas encore trouvée, mais des solutions approximatives en ont été données qu'il eût été intéressant de voir fonctionner.

Bien que les piles jouent un rôle de moins en moins important dans les applications industrielles proprement dites, on a cru devoir les décrire, dans la première partie de ce rapport, ainsi que les accumulateurs qui paraissent, au contraire, appelés à rendre d'importants services.

I

PILES ET ACCUMULATEURS.

PILES.

La pile disparaît de plus en plus des usages industriels; l'éclairage domestique réduit, les sonneries, les allumoirs, la téléphonie et les appareils médicaux paraissent être les seules applications incontestées; en télégraphie même, l'usage des dynamos, combinées avec des accumulateurs, a été proposé et employé sur une grande échelle à Londres. Néanmoins, la pile rend encore des services dans des installations provisoires ou de peu de durée, dans la galvanoplastie, et lorsqu'on ne peut disposer d'aucune puissance mécanique.

Le sulfate de cuivre, les liquides chromiques, sont les dépolarisants les plus employés pour les piles à grand débit, et bien anciennement connus; MM. Delalande et Chaperon ont construit une pile à oxyde de cuivre, remarquable par sa constance et qui peut être employée directement à l'éclairage, tandis que M. Perreur Lloyd se sert d'acide nitrique comme dépolarisant, de cuivre ou de laiton comme pôle négatif, dans une pile où la production du courant n'est qu'un accessoire comme il sera expliqué plus bas.

Plusieurs inventeurs ont cherché à simplifier les manipulations incessantes auxquelles donne lieu l'emploi de la pile, notamment le remplacement des liquides, le plus souvent par voie d'écoulement simple, réglable à la main, en faisant arriver d'une manière continue le liquide frais, et évacuant par un trop plein le liquide épuisé, ou bien en commandant par un mouvement d'horlogerie, à intervalles égaux, un remplacement complet; solutions bien imparfaites et qui ne dispensent pas de surveillance.

M. O'Keenan a exposé une pile véritablement automatique à gravité et dont la consommation est réglée par le débit électrique de la pile; c'est aussi le but que s'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proposé M. Paillard. Malgré les efforts tentés dans cette voie, aucune de ces combinaisons ne s'est répandue jusqu'ici, et les installations d'éclairage électrique par la pile sont bien peu nombreuses.

Pour les piles à faible débit, l'élément Leclanché est resté le type usuel; il a été amélioré et sa durée prolongée. Le prix en a été notablement abaissé. Dans les appareils médicaux, les piles Trouvé, Gaiffe, sont restées en possession de la faveur dont elles jouissaient en 1878.

On passera rapidement en revue les diverses formes nouvelles exposées : 1° piles thermo-électriques; 2° piles hydro-électriques à grand et à faible débit; 3° piles à écoulement; 4° piles automatiques; 5° pile Perreur Lloyd.

PILES THERMO-ÉLECTRIQUES.

M. Chaudron expose des piles genre Clamond, chauffées à l'intérieur par un tube en terre réfractaire percé de petits trous pour le passage du gaz; quand l'écoulement de celui-ci est bien réglé, la température des soudures internes atteint 350 degrés. Elles ont été modifiées de manière à permettre aussi un chauffage au pétrole; les alliages nouveaux employés donnent à chaque élément une force électromotrice de 0,061 volt. La résistance est faible, 0,0075 ohm environ pour un élément pesant 200 grammes.

PILES HYDRO-ÉLECTRIQUES.

La pile Delalande et Chaperon, construite par M. de Branville, est une pile à un seul liquide, à grand débit, et dans laquelle l'attaque du zinc est pratiquement nulle à circuit ouvert. La force électromotrice reste remarquablement constante (sauf un coup de fouet au début), ainsi que le débit, jusqu'à l'épuisement de la solution excitatrice qui est une lessive alcaline à 30 ou 40 p. 100. La lame positive en fer, fonte ou cuivre, est recouverte d'un oxyde de cuivre impur. Les qualités énumérées plus haut la rendent propre à l'éclairage direct, à la galvanoplastie et à la téléphonie.

Les formes des éléments sont très variées. Pour les grands débits et les installations fixes, les éléments à auge à grande surface, dans lesquels le liquide alcalin est recouvert de pétrole, sont les plus convenables; un élément de 0 m. 10 de hauteur, sur 0 m. 40 de long et 0 m. 20 de large, peut débiter 540 ampère-heures, à raison de 10 ampères. Les éléments hermétiques, en forme d'obus de 0 m. 22 de diamètre et de hauteur, ont la même capacité et un débit plus faible, de 6 à 8 ampères.

La force électromotrice à circuit ouvert est de 0,9 environ; dans les applications à l'éclairage il faut de 1,8 à 2 éléments par volt aux lampes.

La pile du commandant **Renard**, exposée par M. Aron, a été construite dans le but de produire, sous le plus petit poids possible, le maximum d'énergie disponible. Il y a avantage à employer une pile à un seul liquide. La résistance intérieure est aussi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réduite que possible, le zinc est un long crayon, et le pôle positif une feuille d'argent platiné de forme cylindrique. Le liquide est un mélange d'acides chlorhydrique et chromique atténué par l'addition d'acide sulfurique, à peu près à raison d'un équivalent d'acide chromique pour un équivalent des deux autres. La substitution de l'acide sulfurique à une quantité équivalente d'acide chlorhydrique a pour effet de diminuer l'intensité correspondant au maximum d'énergie et de régulariser le courant. La dépolarisation étant d'autant moins parfaite que l'intensité est plus forte, l'intensité à employer ne correspond pas à l'égalité des résistances intérieures, ou à une différence de potentiel moitié de la force électromotrice à circuit fermé, mais doit être déterminée expérimentalement pour chaque solution; le commandant Renard indique un potentiel de 1,2 volt aux bornes comme le plus favorable, et un débit correspondant de 25 ampères par décimètre carré de zinc à la température ordinaire; on pourrait obtenir jusqu'à 15 watts pendant deux heures par kilogramme de poids total.

Comme application était exposée une lampe à incandescence de 40 watts, montée sur un cylindre dans lequel étaient dissimulés 7 éléments; le diamètre du cylindre étant de 0 m. 20, la hauteur totale 0 m. 84 et le poids de 16 kilogrammes. Chaque élément est renfermé dans un tube en verre fixé par une douille à une plaque de cuivre formant couvercle hermétique d'un vase cylindrique renfermant l'ensemble. La plaque est percée d'un trou par lequel le liquide est versé; il s'élève dans les tubes, mais reste au-dessous du niveau des zincs; on met la pile en activité en insufflant de l'air; la résistance des colonnes liquides soulevées est assez grande pour que les courants de dérivation entre les éléments assemblés en tension soit négligeable. Cet ensemble donnait dans la lampe un courant de 4 ampères pendant cinq heures, avec une dépense, en matières, estimée 2 fr. 50.

Les piles dites *à circulation,* dans lesquelles le liquide chromique est amené au contact des électrodes par insufflation, ou par le jeu d'une poire en caoutchouc, sont également usitées dans les petites batteries portatives pour usages médicaux de M. Chardin.

La pile Leclanché a été l'objet de modifications intéressantes; une série des diverses formes successivement employées était exposée; le progrès le plus récent consiste dans une amélioration de la fabrication des agglomérés qui a permis de supprimer le charbon collecteur. L'aggloméré est moulé en cylindre creux, et le zinc placé au centre; un joint de caoutchouc entoure ce cylindre et forme sur le col du vase en verre un joint hermétique; un tampon de bois, isolé du zinc par un tube de caoutchouc, porte le zinc et ferme l'intérieur du cylindre. D'autres éléments, dits *secs,* sont construits d'après les mêmes principes; ils présentent l'inconvénient de se dessécher trop quand on les abandonne à eux-mêmes, et doivent être imbibés d'une dissolution de sel ammoniac avant d'être mis en usage.

Ces nouveaux éléments se polarisent moins que les anciens. Un élément dit *à disque,* fermé sur une résistance de 10 ohms, a donné un courant de 0,135 ampère

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au début, et après vingt-huit jours de travail continu, donnait encore 0,083. D'après M. Barbier, l'addition de chlorure de zinc au chlorhydrate d'ammoniaque produit une usure plus régulière et plus complète des crayons de zinc.

M. Lacombe place le zinc au centre d'un tube en verre percé de trous; ce tube est entouré d'un cylindre de charbon, et le dépolarisant en grains placé dans l'intervalle.

M. Gaiffe substitue du chlorure de zinc au chlorhydrate d'ammoniaque. Le charbon, de forme cylindrique, est percé de canaux longitudinaux remplis de bioxyde de manganèse, et le vase extérieur fermé par un bouchon, percé d'un trou pour le passage du crayon de zinc. M. Fontaine Atgier emploie un liquide alcalin et substitue au vase poreux du modèle Leclanché un cylindre creux de carton rempli de bioxyde de manganèse et de coke, entourant une bande de cuivre formant pôle positif (élément de 0 m. 08 de côté et 0 m. 14 de hauteur, force électromotrice 1,49 volt et résistance 0,5 ohm).

Dans la pile Warnon, le positif est une lame de charbon entourée de sacs en toile contenant le mélange concassé de graphite et de bioxyde; ces sacs sont fixés à la plaque par une cordelette et par une tige de charbon à lumière qui les traverse tous deux en passant à frottement dur dans une ouverture pratiquée dans la plaque.

Dans l'élément Engelfred, le sac est en amiante.

Toutes ces piles se polarisent fortement : un élément Warnon, donnant 3,5 ampères au début, ne donnait plus que 0,5 ampère au bout de trois heures, débit qu'elle a gardé pendant quatre heures ensuite; un élément plus grand, de 8 ampères au début, est tombé de même à 1 ampère. Une autre modification de l'élément Leclanché par M. Coronat, fermée sur 0,1 ohm, a donné 0,4 ampère pendant près de dix-huit heures, le courant de début étant 1,2 ampère.

M. Coronat présente une autre modification de l'élément Leclanché; le zinc en hélice plonge dans la dissolution de chlorhydrate renfermée dans un vase en charbon qui sert de pôle positif, mais le dépolarisant est placé à l'extérieur du charbon dans un vase en verre; formé sur une résistance extérieure de 0,1 ohm, cet élément a donné 0,4 ampère pendant près de dix-huit heures, le courant de début étant 1,2 ampère.

Dans les éléments employés par la Compagnie des chemins de fer de l'Est, pour ses postes télégraphiques portatifs, le peroxyde est supprimé; un vase en ébonite, de 0 m. 06 de côté et de 0 m. 12 de hauteur, est rempli de coke de pétrole en grains dans lequel plonge un crayon de charbon; le crayon de zinc est enfermé dans un sac de toile; la charge de sel ammoniac est mélangée au coke; le tout est bouché à l'arcanson, et est mis en activité en pratiquant deux trous dans ce bouchon et versant de l'eau.

Pile Crosse. — C'est une pile à deux liquides; le zinc est à l'intérieur du vase poreux; le vase extérieur, en grès émaillé, contient le dépolarisant au bichromate de soude. L'électrode positive est formée de charbon de cornue en grains, tassés dans une enveloppe en plomb percée de trous nécessaires pour permettre au liquide chromique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'atteindre le charbon; cette enveloppe est annulaire et cylindrique; le fond en est formé par une lame de plomb réunissant les parois des deux cylindres. L'élément grand modèle, donnant sur une résistance convenable 7,5 ampères au début, donnait encore 3 ampères au bout de deux jours de travail continu; le petit modèle, avec 4,81 ampères au début, donnait encore 2 ampères au bout de quinze heures, et 1 ampère au bout de deux jours. L'exposant estime qu'un litre d'eau, additionné de 200 grammes d'acide et 600 grammes de bichromate, peut donner 70 ampère-heures.

Pile Renault et Desvernay. — Les vases sont en graphite; le sel excitateur est un mélange de bichromates alcalins, de sulfate de soude et de mercure, d'acide sulfurique et d'une petite quantité d'acide nitrique, qu'on peut avoir sous forme solide. Les piles exposées étaient : 1° une pile à un seul liquide, vase en graphite, feuille de zinc mobile autour d'une charnière, ou bâton de zinc tournant autour d'un axe horizontal; 2° une pile, dite *sèche,* avec vase en graphite enduit de cire sur une partie de sa hauteur et contenant une première couche de silice gélatineuse imprégnéé d'acide chromique, et une seconde couche de silice imprégnée d'un sel de mercure très étendu, dans laquelle plonge le crayon de zinc. Ces piles, fermées sur une résistance de 10 ohms, avec des charges de 30, 60 et 120 grammes du mélange dit *dynamogène,* ont donné, la première, au bout de deux jours de travail continu, 20 milliampères; la seconde, même débit, au bout de dix jours; la troisième, 50 milliampères au bout de six jours.

La pile Radiguet est une pile à deux liquides consommant des déchets et rognures de zinc; à l'intérieur du vase poreux se trouve une cuvette en porcelaine contenant du mercure dans lequel plongent deux tiges de cuivre supportant un plateau de cuivre sur lequel est implanté un tube de même métal pour la prise de courant et autour duquel on verse les rognures de zinc. M. Radiguet exposait également un siphon s'amorçant et se désamorçant par simple insufflation, très commode pour vider les éléments.

Pour éviter le transport d'acide liquide, MM. Voisin et Dronier avaient imaginé de fabriquer des mélanges solides de bichromate et bisulfate qu'il suffit de dissoudre dans l'eau pour obtenir le liquide actif. MM. Neveur et Loiseau, avec des formules un peu différentes, fabriquent ces mélanges qui évitent le transport d'acides liquides; à l'essai, un élément, fermé sur une résistance de 0,2 ohm, a donné le même débit, soit chargé avec 350 grammes du sel Loiseau par litre d'eau, ou à raison de 100 grammes de bichromate et 200 grammes d'acide concentré.

La pile, genre Callaud, employée par la Compagnie du chemin de fer de l'Est, est formée du récipient ordinaire en verre, contenant la dissolution des sulfates, d'un zinc porté par trois crochets à la partie supérieure, et d'un tube central en plomb formant pôle positif, plongeant jusqu'à la partie inférieure, et dans lequel on place les cristaux de sulfate de cuivre.

Pile Carré. — Un vase cylindrique en verre renferme : 1° un cylindre en zinc repo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sant sur un croisillon en bois; 2° à l'intérieur de ce cylindre un cylindre de papier parcheminé faisant fonction de vase poreux et renfermant la lame de cuivre et la solution maintenue saturée de sulfate de cuivre par addition journalière de cristaux.

Pile Perrin. — C'est une modification d'un couple au sulfate de plomb Marié Davy. Une pâte de sulfate de plomb gâché avec une solution concentrée de sulfate de zinc et mêlée de plomb en grenailles est placée au fond d'un vase en verre; on y enfonce une lame de charbon, qui constitue le pôle positif; on achève de remplir le vase avec de l'eau dans laquelle on suspend un crayon de zinc; la force électromotrice est de 1 volt.

Pile Chameroy. — Chaque élément est constitué par un tube de charbon, paraffiné extérieurement, reposant sur une capsule de plomb, sur laquelle est une tubulure qui se raccorde avec le tube d'évacuation par un joint souple; le zinc intérieur a la forme d'une vis à filet carré; un manchon en plomb, soudé à la partie supérieure du charbon, porte la borne positive et un entonnoir qui reçoit le liquide excitateur. Le liquide excitateur est versé dans un réservoir muni d'un siphon; lorsque la hauteur du liquide est suffisante, le siphon s'amorce et le liquide s'écoule dans une gouttière pourvue de tubulures en face de chaque entonnoir; une égale quantité de liquide épuré sort par les tubes d'évacuation qui débouchent dans une seconde gouttière commune, dont la hauteur, réglable à volonté, détermine le niveau du liquide dans chaque élément et, par suite, l'intensité du courant.

La pile Kornfeldt est du même genre; le charbon forme un vase parallélépipédique de 0 m. 015 de vide intérieur; ces charbons sont cuivrés extérieurement; sur leur enveloppe métallique sont soudés les fils de connexion et les tubes de plomb pour arrivée et évacuation du liquide; ces tubes sont tous reliés à deux conduites générales. La batterie exposée comprenait quarante éléments, occupant une superficie de 0 m. 70 × 0 m. 50, disposés en deux rangées superposées. Les plaques de charbon avaient 0 m. 25 × 0 m. 20, et la surface totale du zinc était de 7,5 décimètres carrés par élément. L'auteur annonçait un débit de 10 ampères, sous 76 volts, pendant cent cinquante heures.

Pile Trouvé. — Pile à treuil, à éléments plats; liquide excitateur : 125 grammes bichromate, 450 grammes acide sulfurique pour un litre d'eau; un élément de 0 m. 15 de côté; un zinc entre deux charbons peut donner en court circuit 24 ampères pendant vingt minutes sans affaiblissement notable.

PILES À ÉCOULEMENT.

Pile de Mare. — Pile à un seul liquide (chromate d'ammoniaque et acide chlorhydrique) renfermée dans un vase clos où le liquide est amené goutte à goutte à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partie supérieure et évacué par un tube recourbé partant du bas du vase; pôle négatif en zinc plongeant dans du mercure; positif, lames de charbon cuivrées extérieurement entre lesquelles sont tassés des grains.

Le liquide, très concentré, contient, pour 1 litre d'eau, 800 grammes d'acide chlorhydrique et 176 grammes de trichromate d'ammoniaque, et l'inventeur serait arrivé à obtenir 40 ampères par décimètre carré de charbon, à consommer de 7,10 centimètres cubes de liquide par heure et par watt, et enfin à réaliser un élément pesant 0 gr. 500 et débitant 20 watts, et un autre de 2 kilogrammes débitant 400 watts; cette pile serait donc la plus puissante connue.

Pile Gendron. — Cette pile est à vase poreux et à deux liquides; le vase poreux est un long récipient de 0 m. 025 de large, en forme de canal profond plusieurs fois replié sur lui-même; les plaques de zinc sont disposées dans ces replis de manière à travailler sur les deux faces; dans l'élément exposé, il y avait sept lames de zinc de 0 m. 11 × 0 m. 33, soit 50 décimètres carrés; le vase extérieur carré est en tôle enduite d'une couche de caoutchouc durci de 0 m. 46 de côté et de 0 m. 16 de haut. Tous les zincs sont en feuilles minces, amalgamées et juxtaposées, tenues dans un châssis, ce qui permet leur remplacement facile. A l'une des extrémités du vase poreux, est une ouverture pratiquée dans le fond, en face d'une ouverture semblable dans le fond du vase extérieur, et où on loge un tube d'évacuation pour la liqueur excitatrice.

Les lames de charbon tapissent le vase extérieur, et, de plus, d'autres lames sont placées entre les replis du vase poreux de manière à présenter la plus grande surface possible; les points d'attache au conducteur positif sont très nombreux. Un autre tube d'évacuation est placé sur l'un des côtés du vase extérieur; ces deux tubes sont à double enveloppe; l'extérieure est percée à la base, reçoit le liquide épuisé qui monte entre les deux enveloppes et s'écoule par le tube intérieur, qui fait fonction de trop plein. Un robinet permet de vider complètement l'un ou l'autre compartiment. Le système est complété par des réservoirs à eau acidulée et liquide chromique. Un élément pourrait débiter normalement 40 ampères.

Dans un essai fait sur une batterie de vingt-quatre éléments, sur une résistance constante, on a eu en quarante-trois heures un débit qui s'est abaissé progressivement de 27 à 18 ampères, la force électromotrice aux bornes a passé de 32 à 22 volts et la consommation a été : 170 kilogrammes d'acide sulfurique, 45 kilogrammes de bichromate et 24 kilogrammes de zinc pour 30,000 watt-heures.

M. Arnould a disposé des piles à écoulement pour le chargement d'accumulateurs; son installation comprend huit accumulateurs Julien; au-dessus quatre éléments de pile à deux liquides, et au-dessous deux flacons d'alimentation distribuant le liquide dans les éléments; l'extraction se fait par des siphons amorcés par trop plein.

Les accumulateurs sont chargés deux par deux; un commutateur en hélice à quatre directions permet d'envoyer à volonté le courant dans l'une des quatre séries. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vases d'alimentation sont fermés, un tube fait communiquer la partie supérieure de chacun d'eux avec l'air extérieur; l'orifice de ce tube est fermé par le jeu d'un électro-aimant lorsque le courant de charge est trop fort, ce qui ralentit l'écoulement.

PILES AUTOMATIQUES.

La pile O'Keenan est formée d'une série d'éléments Daniell juxtaposés, et communiquant entre eux et avec une rigole distributrice par une fente qui en occupe toute la hauteur et qui doit être assez étroite pour que les dérivations électriques soient sans importance; le fond des vases poreux ordinaires est supprimé; ceux-ci sont donc réduits à une gaine, enveloppant le zinc, en fibre vulcanisée qui conduit le sulfate de zinc dans la partie inférieure du vase commun ou de la rigole. Tandis que la partie supérieure de la gaine est dans l'eau pure qu'un écoulement constant amène dans le haut de la rigole distributrice, le sulfate de zinc concentré est éliminé dès que sa hauteur dépasse un certain niveau; à cet effet, un tube ouvert par les deux bouts débouche en haut dans la rigole, à une hauteur fixée à l'avance au-dessus du fond, et en bas dans du mercure. La hauteur du mercure dans le vase qui reçoit le tube est déterminée de manière que le sulfate de zinc concentré remplissant le tube s'écoule, tandis qu'un liquide plus léger, comme le sulfate de cuivre, ne s'écoulerait pas; ce petit appareil limite la hauteur à laquelle le sulfate de zinc peut s'élever dans la rigole, et n'entre en jeu que lorsque cette hauteur est atteinte. Un compartiment occupant toute la hauteur et rempli de cristaux de sulfate de cuivre sert à entretenir la pile; à cet effet, il est percé de trous dont le plus bas est au-dessus de l'orifice du tube d'évacuation, et le plus élevé au-dessous du niveau supérieur des gaines; la solution de sulfate de cuivre riche s'écoule par le trou inférieur, tandis que l'eau pure entre dans ce compartiment par le haut. La pile est donc remplie d'eau pure en haut, de sulfate de cuivre au milieu, et de sulfate de zinc concentré en bas; l'évacuation de ce dernier et la circulation du sulfate de cuivre sont arrêtées dès que le courant est rompu. Ce fonctionnement, théoriquement parfait, est limité dans la pratique par les impuretés du sulfate de cuivre, qui s'accumulent indéfiniment dans la couche moyenne. Pour remédier à cet inconvénient, l'auteur ferme tous les trous du compartiment à sulfate de cuivre, sauf le trou inférieur, et admet directement l'eau pure dans ce compartiment; les éléments ou la rigole distributrice reçoivent alors une dissolution concentrée de sulfate qui s'appauvrit en remontant et est finalement évacuée par le trop plein; mais alors la résistance de la pile augmente considérablement, et, dans son dernier modèle, l'auteur, tout en admettant directement l'eau sur le sulfate de cuivre, laisse un trou ouvert à la partie supérieure pour permettre la rentrée d'une partie de la solution appauvrie. L'évacuation de ces sels étrangers et du sulfate de zinc, qui se mélange au sulfate de cuivre et enlève une grande partie de sa valeur au cuivre déposé sur les plaques positives, ne peut se faire sans perte de sulfate de cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'après M. O'Keenan, une batterie de douze éléments aurait consommé, pour 240 ampère-heures, 312 grammes de zinc par élément au lieu de 291 théorique, et 1,200 grammes de sulfate de cuivre au lieu de 1,122 grammes, et aurait produit 264 grammes de cuivre au lieu de 282 théorique; cette batterie d'une force électromotrice de 12 volts, ayant dû produire 2,880 watt-heures, employée à charger des accumulateurs, n'aurait produit en énergie réellement disponible, à la sortie de ceux-ci, que 1,300 watt-heures.

Pile **Maillard.** — C'est sur couple zinc-plomb, dans du sulfate de cuivre; le zinc est entouré d'un diaphragme en papier préparé, et la feuille de plomb percée de trous pour faciliter la circulation du liquide. Les deux pôles sont constamment réunis par le fil fin d'un solénoïde dont le noyau presse sur un obturateur que le ressort antagoniste tend à soulever; quand la force électromotrice baisse, l'obturateur laisse pénétrer du sulfate de cuivre dans les éléments, où il est distribué par des tubes arrivant à mi-hauteur; le sulfate de zinc concentré occupe le fond des vases et à la surface est du sulfate dilué. Un siphon évacue ces dissolutions dès que le sulfate de cuivre arrivant en excès fait monter le niveau du liquide au delà d'un niveau déterminé; ce siphon a sa grande branche en communication avec une trompe, qui l'amorce dès que le niveau du liquide a atteint l'ouverture de la petite branche; au-dessous de cette ouverture la petite branche se prolonge jusqu'au fond du vase de manière à atteindre la couche de sulfate de zinc concentré, de sorte que les deux couches sont évacuées à la fois.

Automatic electrical corporation. — Les piles employées sont des piles à bichromate, qui doivent être alimentées automatiquement et à intervalles égaux d'eau acidulée (toutes les douze heures) et de liquide chromique (toutes les trois heures); à cet effet, une horloge commande électriquement les ouvertures des soupapes d'admission et d'évacuation. Un mécanisme semblable doit être employé pour mettre successivement en charge les accumulateurs d'une batterie pendant des temps égaux.

Les vases de pile sont en ébonite moulée, avec vases poreux percés dans le fond; les liquides sont renfermés dans des boîtes en tôle garnies de plomb.

D'après les exposants, le kilowatt-heure reviendrait à Londres à 2 fr. 50, dont 0 fr. 56 en main-d'œuvre, malgré l'automaticité du système, pris au sortir de la pile et non compris les accumulateurs, et la Compagnie serait en mesure de vendre à 0 fr. 10 l'heure d'éclairage d'une lampe de dix bougies en prenant à sa charge l'installation des fils, la mise en place et l'entretien.

UTILISATION DES SOUS-PRODUITS.

La production du courant par les piles est en général fort coûteuse, et le prix de revient de l'unité de travail très élevé, même lorsque, par des dispositions mécaniques,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on supprime la main-d'œuvre du montage et du démontage; cela tient à ce que les produits des réactions sont de peu de valeur, ou se présentent sous des formes difficilement utilisables; en fait, ces sous-produits sont généralement rejetés, et la pile n'est plus employée dès que les quantités d'énergie à fournir deviennent notables et que la question des prix de revient entre en jeu.

M. Perreur-Lloyd s'est proposé d'utiliser des réactions chimiques donnant directement des sous-produits de valeur plus grande que les matières employées à la production des courants; au point de vue économique, le courant électrique ne serait qu'un accessoire d'une fabrication donnant par elle-même des bénéfices. D'après M. Perreur la sulfatation du cuivre, par l'action de l'acide sulfurique et de l'oxygène emprunté à une petite quantité d'acide nitrique régénérable, serait, aux cours actuels du cuivre et du sulfate, une de ces réactions.

L'élément employé est un Bunsen, dans lequel le zinc est remplacé par du cuivre; les vapeurs nitreuses qui sont produites par la réduction de l'acide azotique dans le vase poreux s'élèvent dans une tour remplie de coke où elles rencontrent de la vapeur d'eau et l'acide régénéré. Le passage du courant et, au besoin, un jet de vapeur échauffent assez le liquide pour porter sa température à 60 ou 70 degrés, de sorte que la solution de sulfate de cuivre abandonne par refroidissement presque tout le sel contenu. L'opération devant constituer un bénéfice par elle-même, on a intérêt à avoir un grand débit, et l'on ne demande à chaque élément qu'une faible différence de potentiel aux bornes, 0.4 volt environ. Actuellement le courant produit est employé à charger des accumulateurs.

Le générateur se compose d'une cuve en lave de Volvic, sans joint, présentant un rebord à mi-hauteur; des plaques de verre divisent cette cuve en compartiments dont chacun est un élément, dans lequel sont placés trois vases poreux, contenant les plaques de charbon et les anodes solubles. La partie de la cuve inférieure au rebord constitue un réservoir où s'accumule la dissolution saturée de sulfate de cuivre. Le générateur est couvert de plaques de verre inclinées, qui conduisent les gaz nitreux à la partie supérieure, où ils trouvent un conduit les emmenant à la colonne de condensation, tandis que les liquides de condensation tombent dans une gouttière aménagée sur la paroi antérieure de la cuve.

Des réservoirs disposés au-dessus des générateurs permettent de les remplir en ouvrant un robinet; la vidange se fait par simple écoulement pour la liqueur qui remplit le réservoir, et par aspiration pour le dépolarisant épuisé; la main-d'œuvre est très réduite.

Au cours de 65 francs les 100 kilogrammes du sulfate de cuivre, et de 110 francs pour ce dernier, l'opération laisse un large bénéfice, chaque kilogramme de cuivre fournissant environ 4 kilogrammes de sulfate cristallisé. M. Perreur-Lloyd estime que le traitement des vieux laitons fournirait également des produits, sulfates de cuivre et de zinc, dont il serait possible de tirer profit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'éclairage par les piles au bichromate pouvait se généraliser, il serait intéressant d'utiliser les résidus.

M. Fournier a institué dans ce but le traitement suivant : les liquides épuisés sont mis en contact avec des rognures de zinc; l'alun chromo-potassique, s'il en existe, se dépose, et ses cristaux sont vendus comme mordant; la solution est ensuite portée à 100 degrés; au contact du zinc, l'oxyde de chrome est précipité; le liquide, mélange de sulfate de zinc et de sulfate alcalin, est précipité par un lait de chaux; le sulfate alcalin reste seul dans la dissolution, qui est évaporée. L'oxyde de chrome peut être employé à la fabrication de matières colorantes, ou transformé, d'après l'auteur, en chromate de chaux par grillage, après avoir été mélangé à de la chaux ou à des carbonates naturels, d'où l'on peut extraire l'acide chromique. Enfin le précipité de sulfate de chaux et d'oxyde de zinc, après digestion avec du sulfate de zinc, puis avec du bichromate de potasse, donnerait un chromate de zinc impur, doué cependant d'un pouvoir colorant suffisant pour être utilisé directement à la teinture des papiers.

ACCUMULATEURS.

C'est vers 1860 que M. Planté a construit le premier accumulateur, ou, comme on disait alors, la première pile secondaire capable de produire un courant de longue durée; ces nouveaux éléments, d'une force électromotrice élevée, d'une constance remarquable, et d'une faible résistance intérieure, ont été utilisés par lui dans la construction de sa machine rhéostatique, qui lui a permis d'étudier les décharges électriques dans des conditions de tension et de quantité qui n'avaient pu être réalisées jusqu'alors. Il a consigné dans ses mémorables *Recherches sur l'électricité* les résultats obtenus par lui dans cette étude. Uniquement préoccupé des services que ce nouvel appareil pouvait rendre à la science, M. Gaston Planté a cherché et réussi à produire un élément très puissant, capable d'un très grand débit en peu de temps, et a laissé de côté les questions de prix de revient et de durée.

Les longues opérations de la formation, d'après les procédés indiqués par Planté, sont trop coûteuses pour l'établissement d'un appareil industriel. C'est en les modifiant profondément que M. Faure est arrivé le premier à construire un accumulateur pratique, tout en conservant le principe de Planté, c'est-à-dire en utilisant les propriétés chimiques du plomb et de ses oxydes. Seuls, ce métal et ses composés ont, en effet, donné des résultats pratiques; les tentatives faites pour utiliser comme électrodes les autres métaux, et notamment le zinc, précipité d'une dissolution acide ou alcaline par le courant primaire, n'ont pas abouti à produire des accumulateurs doués des qualités des accumulateurs au plomb. La mort inopinée, qui est venue frapper M. Planté au début de l'Exposition, lui a, au moins, laissé le temps de voir son œuvre, fécondée par les travaux de nombreux chercheurs, qui tous se réclament de lui, appréciée à sa juste valeur, devenir l'objet d'applications industrielles inespérées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et inattendues à l'époque où l'électricité était confinée dans les laboratoires et où les machines à courant continu n'étaient pas encore inventées.

Les accumulateurs usités aujourd'hui se composent de plaques, les unes positives, les autres négatives, disposées parallèlement dans un récipient rempli d'eau acidulée, de manière à former des éléments de grande surface. Les plaques négatives sont formées essentiellement de plomb spongieux, les plaques positives de plomb peroxydé, vraisemblablement mélangés à des sulfates. Pendant la décharge le peroxyde est partiellement réduit, une portion du plomb spongieux oxydé, et des sulfates formés aux dépens du liquide dont la densité s'abaisse; les phénomènes inverses accompagnent la charge; les matières actives des deux séries de plaques sont supportées par des cadres ou lames de plomb. Ces réactions sont accompagnées de changements de volume, inégalement réparties sur la surface des plaques, et qui ont pour conséquence de détacher petit à petit les matières actives de leurs supports, et de déformer ceux-ci; des dispositions variables avec chaque type sont prises pour maintenir l'écartement des plaques, et éviter les courts circuits causés par l'accumulation des dépôts produits au fond des récipients par la concentration des portions détachées de la matière active. Celle-ci est produite par des procédés divers.

Planté la produisait aux dépens du support en plomb par des passages nombreux du courant, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre; M. Dujardin produit aussi aux dépens du support, mais par une seule opération, le peroxyde nécessaire, et se procure le plomb spongieux par réduction électrolytique de ce peroxyde. M. Faure produit le plomb spongieux et le peroxyde par le passage du courant entre les électrodes préalablement revêtues d'une couche de minium et de litharge; pour augmenter l'adhérence au support, on a donné à celui-ci la forme de grilles, à mailles carrées, triangulaires, dans lesquelles le mélange d'oxyde est disposé en pastilles, ou la forme de brosses dont les pointes sont rabattues après la formation; enfin les pastilles de plomb spongieux peuvent être préparées à part par voie électrolytique et enchâssées dans le métal fondu.

L'état physique et l'adhérence au support de la matière active paraissent avoir de l'influence, au moins sur les premières décharges; d'une part c'est par la surface de contact que passe tout le courant, et de l'autre la matière doit être assez poreuse pour permettre une diffusion assez rapide du liquide dans son intérieur; celui-ci intervient dans les réactions chimiques qui accompagnent le courant et c'est par diffusion que sa composition reste dans les limites convenables.

Le degré d'acidité du liquide employé varie, d'après les constructeurs, depuis l'eau acidulée au dixième, employée primitivement par Planté et par M. Faure, jusqu'à l'eau acidulée au quart. Un sulfate de plomb blanc et difficile à décomposer par le courant paraît avoir tendance à se former, surtout au repos, quand l'acidité est faible.

Les qualités recherchées dans un accumulateur sont la capacité, la puissance et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

durée; il peut être également utile dans les applications que la charge puisse être rapide sans inconvénient. La durée ne peut être déterminée que par une expérience prolongée; elle est surtout affectée par le régime auquel l'accumulateur est soumis, et les essais de laboratoire ne donnent qu'une idée imparfaite de la manière dont un accumulateur peut résister à des courants trop intenses ou à des courts circuits répétés. Quant à la capacité, on trouve des nombres très variables, lorsqu'on ne spécifie pas le régime et les limites de force électromotrice entre lesquelles on considère comme normal le fonctionnement de l'accumulateur.

Dans les essais auxquels a procédé, sous la direction du jury, M. DE NERVILLE, au laboratoire de la Société internationale des électriciens, les accumulateurs ont été soumis à une série de décharges et de charges à leur régime normal; puis on a étudié deux ou trois décharges, en s'arrêtant lorsque la force électromotrice aux bornes était descendue à 1.8 volt, limite de très peu supérieure à celle à partir de laquelle la chute de force électromotrice devient très rapide pour la plupart des accumulateurs. Un intervalle de vingt-quatre heures séparait la décharge de la charge.

La comparaison des nombres obtenus ainsi au poids de la matière active prouve qu'on n'utilise, dans ces conditions, qu'une faible fraction (un sixième à un dixième) du poids de cette matière.

Les chiffres donnés comme prix de l'entretien et des réparations des accumulateurs sont excessivement variables, comme le service qui leur est demandé, soit dans les installations d'éclairage, soit dans les applications à la traction mécanique; on se bornera à noter que plusieurs compagnies s'occupant de la fabrication des accumulateurs acceptent de se charger de l'entretien à forfait, moyennant des prix variant de 15 à 8 p. o/o du prix de vente.

Les plaques de l'accumulateur DUJARDIN sont formées de deux tiges de plomb reliées par des lames de 1 millimètre d'épaisseur, de 1 centimètre de largeur et de la longueur de la plaque; elles sont séparées par des intervalles égaux à leur épaisseur. Les lames des plaques négatives portent des quadrillages venus de fonte et destinés à augmenter l'adhérence du plomb spongieux. Les lames sont peroxydées par le courant, à chaud, dans un bain contenant des nitrates; le peroxyde formé remplit les interstices des lames, et la plaque forme un tout compact.

Les plaques sont renfermées dans un vase mince en plomb, auquel sont reliées toutes les plaques positives; elles sont séparées les unes des autres par de petits fragments de silice poreuse, tassés entre elles, et plongées dans de l'eau acidulée de densité 1.26; une plaque de verre est mastiquée sur la face supérieure du récipient pour empêcher les projections de liquide, ne laissant qu'un petit orifice pour l'évacuation des gaz; dans quelques types, un tube latéral, communiquant avec l'intérieur du récipient en plomb, permet d'introduire un aréomètre et de suivre la charge ou la décharge.

Un accumulateur de ce genre, dont les plaques pesaient 20 kilogrammes (poids

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

total 41 kilogrammes), chargé à raison de 10 ampères, a donné une capacité utile de 190 ampère-heures avec un débit de 40 ampères; chargé ensuite à raison de 9 ampère-heures, il a donné à la décharge 202 ampère-heures à 15 ampères; chargé à raison de 40 ampères, il a donné 170 ampère-heures au régime de 100 ampères à la décharge; enfin, chargé et déchargé à raison de 40 ampères, il a donné 230 ampère-heures.

Ces résultats sont moins bons que ceux d'une série qui avait précédé celles-ci, où l'on avait obtenu près de 300 ampère-heures au régime de 40 ampères de débit après une charge à 10 ampères.

Un élément plus petit, pesant 22 kilogr. 5, dont 10 kilogrammes de plaques, a donné 126 ampère-heures avec un débit de 20 ampères pour la charge et la décharge. Mis en court circuit prolongé, puis rechargé et déchargé, la capacité utile a été de 101 ampère-heures.

Ces chiffres sont moins favorables que ceux annoncés par l'inventeur et vérifiés par divers expérimentateurs. La capacité du modèle de 11 kilogrammes de plaque serait de 235 ampère-heures, ce qui constituerait un progrès considérable; la faiblesse des nombres trouvés au laboratoire de la Société des électriciens tiendrait à un court circuit causé par des dépôts de plomb réduit au fond du vase sur une plaque d'ébonite, remplacée depuis par un grillage.

Dans l'accumulateur Legay les électrodes sont des manchons cylindriques en plomb s'emboîtant les uns dans les autres et maintenus par des baguettes d'ébonite; ces manchons sont de plus pourvus d'ailettes. Le vase en verre est hermétiquement fermé, les électrodes sont suspendues au couvercle de fer par des clavettes traversant des œillets venus de fonte avec les électrodes; au centre est un tube en verre dans lequel se meut un densimètre faisant connaître l'état de la charge. Dans le modèle exposé de 0 m. 20 de diamètre sur 0 m. 40 de hauteur, on voyait 4 manchons présentant une surface utile de 4 mètres carrés, sous un poids de 32 kilogrammes; la capacité à un régime de 20 ampères n'était que de 70 ampère-heures, et de 90 au régime de 10 ampères.

Les accumulateurs Faure-Sellon-Volckmar ont actuellement des plaques en forme de grilles à mailles carrées, dans lesquelles la pâte de litharge est comprimée avant la formation; la Société Philippart frères en exposait divers types : des accumulateurs ordinaires à plaques fixes et d'autres à plaques jumelles amovibles, chaque pièce se composant d'une plaque négative et d'une plaque positive réunies par un plomb antimonié, également employé pour la confection des grilles, et appartenant à deux éléments consécutifs de la batterie, ce qui supprime les jonctions entre deux accumulateurs voisins et les bornes. Les lames des éléments extrêmes ne sont pas jumelées et portent des demi-ponts avec encoches recevant un bouton collecteur pour chaque pôle; les diverses plaques d'un même élément sont séparées par des fourchettes en verre ou en ébonite; les boîtes sont en bois doublées de plomb. Le régime normal indiqué est de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 ampère par kilogramme de plaque pour la charge, 1.5 ampère pour la décharge, avec 10 ampère-heures de capacité utile pour le même poids de plomb.

Un accumulateur de 8 plaques positives et 9 négatives, de 0 m. 16 sur 0 m. 15, pesant 12 kilogr. 10 et 14 kilogr. 8 avec le liquide et le récipient, a donné 108 ampère-heures, puis 88 et enfin 58 avec des régimes de 8.5 ampères, 14 et enfin 30 ampères. Après un court circuit, l'accumulateur a donné de nouveau 55 ampère-heures au régime de 8.5 ampères.

Les accumulateurs Jullien ont des plaques de la même forme; le support métallique est d'un alliage de plomb et d'antimoine avec mercure; les trous ont 0 m. 006 de côté. Ces accumulateurs ont été l'objet d'expériences prolongées à la suite de l'Exposition d'Anvers; leur capacité utile a été trouvée d'environ 11 ampère-heures par kilogramme de plaque, dont un tiers environ de matière active, les conditions normales de charge et de décharge ne s'écartant pas sensiblement de celles des accumulateurs précédents.

La Société électrique exposait une série de types dont les plaques variaient de 3 à 250 kilogrammes par élément, et une forme particulière d'accumulateurs coniques montés en colonne. Aux essais un accumulateur, comprenant 8 plaques positives et 9 négatives, de 0 m. 16 sur 0 m. 17 et 0 m. 005 d'épaisseur, pesant 18 kilogr. 3, tout monté et chargé à raison de 12 ampères, a donné 130 ampère-heures au débit de 34 ampères comme au débit normal de 18 ampères.

Les accumulateurs Blanc, construits par la maison Cuénod Sautter, de Genève, sont aussi des accumulateurs à pastilles; dans chaque pastille un trou est pratiqué. Un accumulateur de 5 plaques positives et 6 négatives, dont les dimensions sont 0 m. 165 sur 0 m. 14, soit en tout 7 kilogr. 40 de plaques, a donné 98 ampère-heures au régime de 5 ampères, 66 aux régimes de 10 et de 18 ampères.

Accumulateur Garassino : 3 plaques positives et 4 négatives pesant 4 kilogr. 9, soit avec le récipient et le liquide 7 kilogr. 70; les dimensions sont 0 m. 146 sur 0 m. 14; après une charge à 3 ampères, l'élément a rendu 45 ampère-heures au régime de 3.5 ampères; chargé à raison de 4.8 ampères, il a rendu 37 ampère-heures (régime 12) et 36 ampère-heures (régime de 20 ampères).

Accumulateur Pollak : les plaques portent sur leurs deux faces des pointes de 2 millimètres de hauteur, de 1 millimètre carré de base et espacées de 1 millimètre; les interstices sont remplis de plomb spongieux, puis la plaque est laminée, ce qui aplatit les pointes et emprisonne le plomb spongieux. Ces plaques sont ensuite formées, d'un seul coup, en quarante-cinq heures de charge dans le même sens; un accumulateur dont les plaques pèsent 11 kilogr. 5 peut être chargé à raison de 30 ampères au début, 25 ampères et 20 à la fin de la charge, et déchargé à raison de 25 ampères; sa capacité peut atteindre 100 ampères. Le liquide est de l'eau acidulée à 11 ou 13 degrés Baumé. Les plaques sont suspendues à l'aide de deux planchettes isolantes dans un récipient en bois doublé de plomb.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un accumulateur de 4 lames positives et 5 négatives, soit 11 kilogr. 20 de plaques et d'un poids total de 13 kilogr. 70, a donné aux essais 84 ampère-heures au débit de 10 ampères, 54 au régime de 20 ampères et 41 au régime de 23 ampères; la capacité de 85 ampère-heures au régime normal a été retrouvée après une mise en court circuit et une nouvelle charge.

Les dimensions des plaques sont 0 m. 175 sur 0 m. 225.

Dans une communication récente, l'auteur a fait connaître que le plomb spongieux est obtenu par réduction dans l'eau salée, entre deux plaques de zinc, d'une pâte de sulfate de plomb délayé dans le même liquide et appliqué sur les plaques, et annonce pour les premières décharges d'un élément semblable au précédent des capacités de 90 et 102 ampère-heures, à des régimes de 18 et 16.5 ampères.

Les plaques de M. Gadot sont formées de deux parties qui, en se juxtaposant, emprisonnent la matière active et l'empêchent de tomber; les pastilles étaient d'abord carrées et semblables à celles des accumulateurs Faure-Sellon-Volckmar; dans le nouveau modèle elles sont de forme rectangulaire et beaucoup plus grandes, de sorte que le poids du plomb d'une plaque étant de 439 grammes, il y a environ 420 grammes de matière active dans une plaque de 0 m. 15 de côté.

Un accumulateur de 5 plaques positives et 6 négatives, contenant 10 kilogr. 4 de plaques et pesant 15 kilogr. 4, a donné aux essais 82 ampère-heures au régime de 10 ampères, 48 au régime de 16 ampères et, enfin, 40 ampère-heures au régime de 28.5; les courants de charge avaient été de 8 à 10 ampères.

Au type des accumulateurs à pastilles appartient encore l'accumulateur Schoop, construit par les Ateliers d'Œrlikon; les mailles sont triangulaires et le poids de litharge introduit dans la pâte est réduit. D'après le constructeur, un modèle de 11 plaques carrées de 0 m. 14 de côté et de 2 millimètres et demi d'épaisseur, pesant 7 kilogrammes environ, répartis ainsi : plaques et connexions 4 kilogr. 5, liquide 2 kilogrammes, boîte en ébonite 500 grammes, donnerait 50 ampère-heures au régime de 10 ampères, 32 ampère-heures au régime de 35 ampères, et on pourrait atteindre un débit de 70 ampères sans diminution de capacité. Le liquide est emprisonné dans de la silice gélatineuse.

Les accumulateurs Laurent-Cély sont construits par la Société du travail électrique des métaux qui a modifié quelques détails de fabrication. Du chlorure de plomb est fondu en pastilles de 0 m. 04 de côté environ; ces pastilles sont réduites à l'état de plomb spongieux et débarrassées par lavage de tout composé chloruré; elles sont ensuite enchâssées dans un quadrillage en plomb obtenu en laissant couler du plomb fondu autour de ces pastilles déposées dans un moule. Dans les derniers modèles la surface de la pastille est creusée de rainures dans lesquelles le plomb s'introduit et on a ainsi notablement augmenté le contact entre le métal et la matière active. Les plaques positives sont obtenues en partant des mêmes pastilles de plomb spongieux préalablement oxydées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le débit normal est fixé actuellement à 1 ampère par kilogramme, et à ce débit la capacité utile serait 15 ampère-heures d'après les constructeurs. Ce débit normal paraît pouvoir être doublé accidentellement sans inconvénient.

II

MACHINES DYNAMOS.

MACHINES À COURANT CONTINU.

Les dynamos, ou génératrices, ou réceptrices à courant réellement continu exposées, contiennent toutes l'organe essentiel de la machine inventée par M. Gramme en 1869 : le collecteur, organe dont la forme même n'a pas sensiblement varié; le fil induit est divisé en segments dont les extrémités correspondent aux touches de ce collecteur, et le courant se renverse successivement dans chacun de ces segments, après qu'il a été mis pendant quelques instants au court circuit par le passage de ces touches sous des frotteurs ou balais, dont le nombre, toujours pair, dépend de la forme du champ magnétique dans lequel se meut le fil induit. Au nombre de deux dans les machines bipolaires, et dans les machines multipolaires (Alioth, Desroziers) où les groupes de segments induits sont associés en série, ces balais peuvent être en nombre égal à celui des pôles, lorsque les divers groupes sont accouplés en quantité, à moins que, par des connexions spéciales, le courant ne se divise entre ces groupes qu'après avoir pénétré dans le collecteur; cette dernière disposition est généralement adoptée dans les machines multipolaires à grand débit; l'écart angulaire des balais est alors le quotient de la circonférence entière par le nombre des pôles.

Les lames du collecteur sont isolées en général par l'interposition d'un isolant solide, carton bitumé, amiante ou mica; dans les machines exposées par la Société alsacienne des constructions mécaniques (et dans une machine Émile Gérard, de Bruxelles), l'isolant est de l'air sous les balais; sur chaque lame en bronze est vissé un prolongement en acier, et les balais frottent sur ces prolongements, qui peuvent être facilement remplacés.

INDUITS.

L'induit Gramme a son noyau constitué par du fil de fer, oxydé et verni; ce fil, enroulé d'abord sur un mandrin, en est ensuite détaché, puis mastiqué et recouvert de ruban de toile imprégné de bitume; lorsque la machine doit produire une grande différence de potentiel, des couches de fibre sont intercalées dans ce revêtement. On fixe ensuite à l'intérieur du noyau quatre pièces de bois à la place que doivent occuper les bras du croisillon d'entraînement; le fil de cuivre est alors enroulé; les morceaux de bois enlevés, et remplacés par des U en fibre, occupant toute la longueur de l'induit;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un croisillon formé d'un moyeu et de quatre bras, dont la hauteur est légèrement décroissante d'une extrémité à l'autre de l'induit, est ensuite introduit, et on achève de l'enfoncer à la presse. Le moyeu est claveté sur l'arbre, et le talon de la clavette fixé au moyeu par une vis.

M. Jaspar entraîne autrement l'induit; deux tourteaux d'un diamètre notablement inférieur au diamètre intérieur de l'induit recouvert de fil sont clavetés sur l'arbre et portent quatre entailles chacun; dans ces entailles pénètrent quatre lames de bronze jouant le rôle des bras du croisillon Gramme; ces lames ont un côté rectiligne, celui qui s'applique sur la surface interne de l'induit; mais elles sont plus hautes, dans le sens radial, au milieu qu'aux extrémités; de sorte qu'en rapprochant, au moyen de boulons parallèles à l'axe, les deux tourteaux l'un de l'autre, on rend ceux-ci parfaitement solidaires des lames de bronze qui déterminent l'entraînement du fil induit.

L'induit Sautter-Lemonnier a un noyau composé de disques de tôle; ceux-ci, isolés les uns des autres par du papier imprégné de gomme laque, sont enfilés sur une poulie à quatre bras en bronze dont la surface extérieure a été recouverte de papier isolant; les disques sont fortement serrés, puis le tout est recouvert de ruban isolant, ainsi que les parties des bras contre lesquelles viendra s'appuyer le fil induit.

Dans la construction de la maison Bréguet, la poulie est remplacée par une lanterne en bronze ajourée, portant deux joues dont l'une est fondue avec la lanterne, tandis que l'autre, filetée intérieurement, peut se visser à l'autre extrémité de la lanterne; on comprime ainsi la série des disques formant le noyau de l'induit. L'entraînement de cette lanterne est assuré par deux croisillons; les bras de ceux-ci sont tournés avec une légère conicité, comme les extrémités de la lanterne de leur côté interne; ces croisillons clavetés sur l'arbre sont serrés entre une embase de l'arbre et un écrou; enfin des ergots fixés sur les bouts des bras du croisillon et pénétrant dans des rainures pratiquées dans la lanterne achèvent d'assurer l'entraînement. Ces opérations faites, et la lanterne tournée, on la démonte pour procédé à l'empilage des disques et à l'enroulement qui ne présente aucune particularité.

Dans ces dispositifs, le croisillon solidaire de l'arbre agit sur le fil induit seulement pour entraîner le noyau; dans les induits Crompton, les disques eux-mêmes portent quatre entailles, qui, lorsqu'ils sont montés, forment quatre cannelures longitudinales, dans lesquelles on enfonce une pièce de bois dur portant elle-même à l'intérieur une cannelure plus petite.

Dans une grande machine à anneau Gramme[1] de 1 m. 60 de diamètre le noyau de l'induit, qu'il eût été difficile de découper dans des disques en tôle, est formé de lames de fer perpendiculaires à l'axe, chevauchant l'une sur l'autre et reliées entre elles par des boulons; un mode de construction analogue, usité aussi dans des moteurs (Reckenzaum) qui ne figuraient pas à l'Exposition, est employé par le marquis de

[1] Type I de Siemens, construite par la Société alsacienne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Contades; le fer de l'induit est formé de lames percées d'un trou vers chacune de leurs extrémités; ces lames sont assemblées par des broches, de manière à former une chaîne de Galle, pourvue d'autant de chaînons que le collecteur a de segments; chaque bobine de fil induit est enroulée sur cette chaîne posée à plat; l'enroulement terminé, les deux chaînons extrêmes sont rapprochés, fixés par une dernière broche et l'anneau est constitué.

Les induits à tambour ont aujourd'hui leur noyau constitué également par une série de disques en tôle; l'emploi de barres rigides et de disques en cuivre formant l'induit des premières machines Edison a été abandonné, et l'enroulement est presque partout identique à celui des premières machines Siemens avec un nombre pair de bobines. La Compagnie française Edison monte les disques sur une bobine dont l'une des joues est mobile; l'ensemble est serré par le fond rapporté, qui est fixé par de fortes vis. Chaque bobine induite est formée d'un paquet de fils, dont les extrémités sont logées dans une fraisure étroite et profonde pratiquée dans les ailettes qui prolongent radialement les lames du collecteur.

Dans les machines Thury, les disques portent une série d'entailles, et la poulie sur laquelle ils sont enfilés porte sur sa jante un nombre égal de clavettes qui y sont fixées par des vis, pour assurer l'entraînement; tandis que dans les machines Alioth, la lanterne clavetée sur l'arbre est formée de deux couronnes reliées par huit barres rectangulaires, dont quatre, correspondant aux bras, ont leur surface extérieure tournée suivant un rayon inférieur au rayon intérieur des disques; les quatre autres, plus éloignées du centre, pénètrent dans des entailles pratiquées dans les disques; de plus, dans cette dernière machine, les disques, de 1 millimètre d'épaisseur, sont montés par paquets de dix, isolés les uns des autres par des espaces vides de 2 millimètres, ce qui, combiné avec la disposition du fil induit, produit une ventilation énergique.

Dans les machines Rechniewski, à tambour, les tôles sont clavetées sur un manchon en bronze et maintenues entre deux disques en fibre dont l'un est serré par un écrou; elles sont aussi disposées par paquets entre lesquels des vides sont ménagés.

Le manchon, goupillé sur l'arbre, est muni de deux larges évidements. Une autre pièce de bronze, dont le prolongement porte le collecteur, est vissée sur l'arbre; elle porte aussi des évidements; dans ces vides sont des ailettes en hélice qui aspirent l'air extérieur et le refoulent entre les paquets de tôle. Cette machine se distingue en outre par la forme dentée, donnée aux disques de tôle, de celles qui ont été décrites ci-dessus.

Les enroulements de la plupart des machines sont en fil; ce qui produit pour les tambours une calotte de fils superposés à la partie opposée au collecteur dans les machines bipolaires, et dans les machines multipolaires (Thury) des bourrelets; dans les machines Westminster (construites par M. Andersen et exposées par la maison Latimer Clark, Murhead et C^{ie}), la portion de l'induit qui occupe les génératrices du tambour est formée de bandes minces de cuivre, de 1 millimètre d'épaisseur et de 1 centimètre de largeur (suivant le rayon), qui sont associées en quantité pour former

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des conducteurs ayant la section requise, et les barrettes ainsi formées sont séparées les unes des autres; ces barrettes couvrent la surface extérieure, et de plus se prolongent les unes en avant, les autres en arrière, de sorte que leurs extrémités se trouvent sur deux plans différents perpendiculaires à l'axe; les jonctions qui doivent relier une extrémité à l'extrémité de la génératrice diamétralement opposée et dans un plan différent se composent d'une série de développantes de cercle dans le plan antérieur, et de bandes de cuivre radiales dans le plan postérieur, reliées par des fils parallèles à l'axe, et dont l'ensemble forme une espèce de collecteur; par cette disposition tout contact est évité entre deux portions du fil à des potentiels différents. M. Alioth [1] emploie une disposition analogue dans ses machines quadripolaires; les jonctions sont alors réparties sur quatre plans différents, ce qui est nécessité par le mode complexe d'enroulement adopté; les fils d'induit sont de petites barrettes rectangulaires en cuivre séparées par des intervalles de plus d'un millimètre.

Dans toutes les machines ci-dessus, il est nécessaire de fretter le fil induit sur sa périphérie; même dans les machines Rechniewski, où le fil est divisé en paquets logés dans les entailles des dents, ce frettage est indispensable; dans un des types créés par M. Brown (Ateliers d'OErlikon), cette précaution est inutile : les disques de tôle sont percés de trous parallèles à l'axe, disposés sur une circonférence voisine de la périphérie, et dans lesquels sont enfilés les fils de l'induit; aucune disposition ne permet de rapprocher autant le fer de l'induit des surfaces polaires. Dans des moteurs de la Compagnie Edison, M. Picou pratique également des trous circulaires dans les tôles, mais ces trous communiquent à l'extérieur par une rainure, au moyen de laquelle on peut introduire successivement dans le trou les fils qui composent le conducteur induit au lieu de les enfiler comme dans la construction d'OErlikon.

Dans les machines à anneau plat, telles que les machines du type Schuckert, construites par M. Fabius Henrion, l'induit a un noyau de fil de fer dont les couches sont séparées par du papier paraffiné; le noyau est ensuite recouvert de ruban et le fil induit enroulé dessus, laissant à la périphérie un intervalle notable; l'anneau ainsi constitué est revêtu du côté interne d'une couche isolante et on y fait pénétrer à mi-épaisseur un disque métallique destiné à être claveté sur l'arbre; des pattes sont ensuite placées par paires de chaque côte du disque, et serrées avec des boulons; ces pattes pincent l'induit et déterminent son entraînement. Dans les anneaux plats de MM. Steinlen et Ducommun, ces pattes, au lieu d'être indépendantes, font partie de deux plateaux fixés de chaque côté du disque central, tandis que M. Dulait serre l'anneau induit entre deux plateaux dont chacun possède une demi-gorge, ayant sensiblement le même profil que les pattes du montage Henrion.

Parmi les machines multipolaires, en tension, on doit citer particulièrement la ma-

[1] Dans ces machines, M. Alioth forme tous les éléments de l'induit de cadres préparés à l'avance, constitués par deux génératrices et leurs connexions, occupant environ un quart de la périphérie du tambour et logés dans des rainures pratiquées dans les tôles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chine Desroziers, construite par la maison Bréguet; cette machine ne renferme pas de fer dans l'induit. Soit par exemple une machine à 6 pôles; les lignes neutres qui séparent, sur la surface du disque, les champs magnétiques appartenant à ces divers pôles, divisent cette surface en six secteurs, et, si la surface du disque est couverte de fils radiaux, ceux-ci seront le siège de forces électromotrices centripètes dans les secteurs 1, 3, 5, centrifuges dans les autres; supposons que le nombre des fils soit de 32, et que ceux-ci soient numérotés de 1 à 32; si le fil 1 coïncide avec une ligne neutre, les fils numérotés 6, 11, 16, 21, 26, 31, 4, 9, 14, 19, 24, 29, 2, 7, 12, seront alternativement dans un groupe de secteurs et dans l'autre, tandis que le fil 17, diamétralement opposé au premier, tombera sur une ligne neutre.

Par suite, si l'on joint l'extrémité périphérique de 6 avec celle de 11, de 16 avec celle de 21, de 26 avec celle de 31, et ainsi de suite, et au contraire les extrémités radiales de 11 et 16, de 21 et 26, et ainsi de suite, le fil 1 se trouvera réuni au fil 17 par un circuit dans lequel les forces électromotrices des divers éléments sont toutes concourantes; si on continue à procéder de même en prenant les fils de 5 en 5 à partir du fil 17, on formera un nouveau circuit semblable au premier; l'ensemble aura employé tous les fils du disque, qui formeront un circuit sans fin, divisé par les éléments 1 et 17 en deux parties dans lesquelles les forces électromotrices induites seront égales et opposées, et formées par la répétition d'un certain nombre d'éléments tous semblables entre eux (comprenant chacun deux rayons, une connexion extérieure et une intérieure) entièrement assimilable par conséquent à un anneau Gramme, et on recueillera un courant, si l'on joint aux lames successives d'un collecteur. Chaque élément passant six fois par tour dans une position de force électromotrice nulle, ce collecteur devra, avec ses deux balais, avoir trois fois plus de lames qu'il n'y a d'éléments, chaque lame devant être en communication permanente avec celles qui sont en avant et en arrière de 120 degrés.

Pour réaliser cet enroulement, M. Desroziers emploie deux cartons. Chacun d'eux porte la moitié de l'enroulement, soit les éléments pairs pour l'un, et les éléments impairs pour l'autre; dans chaque élément les fils radiaux sont placés d'un côté du carton, et les connexions en forme de développantes de cercle de l'autre côté; le carton étant troué aux points convenables, les croisements sont ainsi évités; on intercale ensuite entre les deux cartons un disque perforé ou étoile en maillechort; on fait les soudures nécessaires pour établir la continuité du circuit (les deux cartons sont en contact par les faces qui portent les fils radiaux), et l'induit ainsi constitué est fixé sur un plateau d'entraînement porté par l'arbre; deux couronnes en bronze protègent les connexions en développantes. En pratique, pour obtenir des forces électromotrices suffisantes, chaque élément est formé de plusieurs tours de fils embrassant chacun un sixième environ de l'espace compris entre les deux couronnes.

Les jonctions des lames du collecteur aux extrémités des sections de l'induit se font aussi sans croisements de fil, au moyen d'un plateau dit *connecteur,* portant sur ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faces avant et arrière les séries de développantes, reliant une de ces extrémités aux lames qui sont à 120 degrés en avant et en arrière.

Il est bien connu qu'en dehors des conditions mécaniques qui limitent la vitesse de rotation, la puissance d'une machine est limitée aussi par les étincelles qui se manifestent aux balais quand on pousse le débit, de telle sorte que, pour une excitation donnée, on ne peut dépasser sur l'induit un certain nombre d'ampères-tours, croissant avec le champ magnétique des inducteurs sous les pièces polaires, et avec l'entrefer; il croît généralement avec le diamètre de l'induit. Il a paru intéressant de comparer à ce point de vue les diverses machines pour lesquelles des renseignements suffisants ont été communiqués au jury.

Dans le tableau suivant on trouve en face du nom de chaque machine une première fraction dont le numérateur est le débit en ampères de la machine, et le dénominateur le nombre de pôles; c'est donc le courant qui passe réellement dans le fil; la seconde fraction a pour numérateur le nombre des génératrices extérieures, nombre de spires pour un anneau, le double de ce nombre pour un tambour, et pour dénominateur le diamètre; la troisième colonne donne le quotient de ces deux fractions, ou du nombre d'ampères-tours par le diamètre en centimètres.

Parsons	$\frac{400}{2} : \frac{30}{15} = 400$	Tambour.	
Miot	$\frac{150}{4} : \frac{500}{40} = 468$	Anneau.	
Crampton	$\frac{25}{2} : \frac{2160}{39.5} = 680$	Anneau.	
Rechniewski	$\frac{110}{2} : \frac{192}{19.4} = 550$	Tambour.	
Bréguet C. L.	$\frac{80}{2} : \frac{180}{22} = 327$	Anneau.	
Clark-Muirhead	$\frac{400}{2} : \frac{108}{38} = 568$	Tambour.	
Téléphones de Zurich	$\frac{40}{2} : \frac{528}{18.3} = 590$	Tambour.	
Locomotive de Winterthur	$\frac{200}{2} : \frac{140}{30} = 460$	Tambour.	
OErlikon	$\frac{360}{2} : \frac{100}{60} = 300$	Anneau.	
Edison	S (1885)	$\frac{240}{2} : \frac{128}{29.8} = 512$	Tambour.
	P (1889)	$\frac{360}{2} : \frac{112}{34.5} = 550$	Tambour.
Société alsacienne	D_6 289	$\frac{250}{2} : \frac{120}{23.8} = 600$	Tambour.
	D_{12}	$\frac{500}{2} : \frac{120}{43.2} = 700$	Tambour.
	I	$\frac{1000}{6} : \frac{714}{160} = 740$	Anneau.
Cuenod Sautter HDT	$\frac{750}{6} : \frac{270}{74.5} = 450$	Tambour.	
Marcel Deprez	$\frac{75}{2} : \frac{1496}{50} = 823$	Anneau.	
Jaspar	$\frac{300}{2} : \frac{120}{40} = 450$	Anneau.	
Lahmeyer	$\frac{60}{2} : \frac{152}{17} = 270$	Tambour.	
Gramme	$\frac{1500}{2} : \frac{20}{33} = 450$	Anneau [1].	

[1] Galvanoplastie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'examen de ces chiffres, on doit tenir compte de ce fait que certains constructeurs indiquent le débit maximum que la machine peut supporter, tandis que d'autres indiquent un débit plus faible, laissant une marge qui peut atteindre 20 p. 100.

INDUCTEURS.

La disposition générale des inducteurs est l'élément qui contribue le plus à la forme générale de la machine. Pour les machines bipolaires, les inducteurs sont souvent en forme de simple fer à cheval (Gramme, type dit *supérieur*, Rechniewski, Edison, Siemens, construit par la Société alsacienne) dans le plan perpendiculaire à l'axe de rotation [1]; la denture de l'induit Rechniewski oblige à former le système inducteur de lames minces; dans les autres types, les noyaux des électro-aimants sont de fer forgé ou de fonte (ou acier fondu); l'emploi de ces matières permet de fondre d'une seule pièce le bâti, les noyaux et parfois les pièces polaires. L'induit est au-dessus des noyaux, sauf dans quelques machines Edison où il est à la partie inférieure; les pièces polaires doivent alors être séparées par une matière non magnétique du bâti, et, malgré cette séparation, des dérivations magnétiques importantes s'établissent par ce bâti. La forme des pièces polaires doit, dans ce type, être étudiée avec soin; la résultante des forces magnétiques sur l'anneau ou le tambour est verticale et peut déterminer sur les paliers une pression considérable. Cet inconvénient est évité par l'emploi d'inducteurs en double fer à cheval, les pièces polaires réunissant les pôles de même nom des noyaux opposés. Dans ce cas, l'enroulement peut être fait soit sur chacune des branches du fer à cheval, qui est alors fermé par une culasse; c'est la disposition des premières machines Siemens qu'on retrouve dans les machines Crampton, Postel-Vinay, Edison (type modifié), Jaspar et dans quelques machines Gramme, et aussi dans les machines à disques (Dulait, Henrion, Steinlen) [2]; soit sur un noyau unique pour chaque fer à cheval, comme dans le type dit *Manchester;* les deux noyaux sont alors verticaux, de chaque côté de l'induit, et réunis par des pièces polaires embrassant l'une le dessus, l'autre le dessous de l'anneau inducteur; ces pièces sont souvent en fonte, la pièce inférieure pouvant faire partie du bâti de la machine. Dans les machines à double anneau (Marcel Deprez) les inducteurs sont des barres droites portant l'enroulement et terminées à chaque bout par un épanouissement polaire.

Les machines multipolaires présentent également des formes diverses. Dans les machines à disque ou à anneau plat, les noyaux inducteurs sont disposés normalement, dans les autres, ils sont ordinairement radiaux, en dehors de l'anneau ou du tambour et implantés sur une culasse commune, circulaire ou polygonale (collection des modèles

[1] Un certain nombre de moteurs Gramme, construits par la C^ie^ électrique, ont les branches du fer à cheval parallèles à l'axe; de même dans la machine Sperry.

[2] Cette culasse pouvant être raccourcie considérablement si les deux branches font un petit angle (machine Méritens).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Gramme, machines à transmission de force d'Œrlikon, Em. Gérard), culasse dont une partie peut être couverte par l'enroulement (Alioth). Dans un des types les plus récents de machine Siemens à grand débit construit par la Société alsacienne, les inducteurs, implantés radialement sur une culasse commune, sont disposés comme les pignons des machines à courants alternatifs, et l'armature, en forme d'anneau Gramme, les enveloppe, étant à porte-à-faux sur son axe; la même disposition générale s'observait dans un ancien type Gramme.

La culasse commune à des inducteurs radiaux extérieurs se retrouve aussi dans certaines machines bipolaires (Lahmeyer, Société de construction de locomotives Winterthur, Société des téléphones de Zurich) où cette culasse est développée de manière à former une véritable boîte enveloppant la machine; on diminue ainsi notablement toute action magnétique extérieure de la machine. Dans le même ordre d'idées, on peut signaler une machine pour bateaux des ateliers d'Œrlikon; deux inducteurs horizontaux présentent leurs pôles de même nom légèrement épanouis aux extrémités d'un diamètre de l'anneau; ils sont implantés sur les côtés verticaux d'un cadre en fonte dont les côtés horizontaux sont légèrement échancrés pour laisser passer l'anneau; il se forme deux pôles sur cette culasse au milieu des échancrures, et, bien qu'avec deux noyaux, la machine est quadripolaire.

M. Thury (maison Cuénod-Sautter) a introduit une autre forme, dans laquelle le circuit magnétique semble réduit à son minimum de longueur; les épanouissements polaires en fonte, peu développés, sont réunis par des plaques de fer doux disposées tangentiellement au tambour, et sur lesquelles est enroulé le fil inducteur. M. Miot emploie des formes analogues; les noyaux des inducteurs sont courbés parallèlement à la circonférence de l'induit; mais les épanouissements polaires, au lieu d'être distribués uniformément sur toute la circonférence, sont distribués par groupes de deux, appartenant à des noyaux différents, ces noyaux étant d'ailleurs séparés les uns des autres.

En général, la forme adoptée est plutôt choisie en vue de convenances mécaniques que dans le but de satisfaire à des conditions magnétiques; presque toutes se prêtent à une bonne utilisation du flux magnétique développé par les inducteurs, lorsque les proportions relatives du fer de l'induit, des épanouissements polaires et des sections des noyaux et culasses sont convenablement calculées. Dans la plupart des machines, la dépense d'excitation n'est qu'une très faible partie des pertes et est sans influence sur le rendement.

Les machines à courant continu employées actuellement s'excitent généralement elles-mêmes, le courant qui circule dans les inducteurs étant emprunté à la machine même. L'excitation en série est employée particulièrement pour les machines à haute tension destinées à actionner une série d'arcs en tension; la vitesse de la dynamo étant supposée constante, la force électromotrice aux bornes de la machine passe par un maximum, quand le débit augmente, et est pratiquement constante dans de certaines limites, entre lesquelles doit se trouver l'intensité normale correspondant aux foyers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employés; ces conditions, combinées avec l'emploi de lampes différentielles, réglant la résistance de chaque arc, assurent une grande régularité à l'éclairage, comme si la machine était à potentiel constant. Les machines, ainsi excitées par le courant général, jouissent de la propriété d'avoir un angle presque invariable pour le calage des balais. Le magnétisme de l'anneau et celui des inducteurs croissant et décroissant ensemble, il est même possible de trouver des sections de l'inducteur et du fer induit et des nombres de tours sur les deux tels que le calage des balais soit indéterminé; si on suppose le champ magnétique sensiblement uniforme dans l'entrefer, et le magnétisme de l'induit suffisant pour amener les balais sous les pièces polaires pour ne pas avoir d'étincelles, les balais pourront occuper une place quelconque sous ces pièces polaires sans que le rapport entre les forces magnétiques dues aux inducteurs seuls et à l'induit seul soit altéré, et par suite sans produire d'étincelles; leur changement de calage produira seulement une variation de la force électromotrice de la machine, qui pourra être réglée sur le nombre des foyers en activité, tout en conservant l'intensité normale; les machines à haute tension de MM. Steinlen et Henrion se prêtent à ce mode de réglage.

L'excitation en série est employée également dans les « transports de force »; elle assure un rapport pratiquement constant entre les vitesses de la génératrice et de la réceptrice; dans l'exemple présenté par les ateliers d'OErlikon, ce rapport est égal à l'unité, le nombre de spires de la réceptrice étant plus faible que celui des spires induites sur la génératrice.

Dans les machines destinées à l'éclairage par incandescence et par l'arc, où les lampes sont placées en dérivation, la différence de potentiel aux bornes doit être sensiblement constante; il en est de même des distributions proprement dites de travail mécanique, avec moteurs indépendants à vitesse constante. Ces machines, à faible résistance d'induit, sont ordinairement excitées par un courant pris en dérivation sur les bornes de la machine et qui doit traverser, outre les inducteurs, des résistances réglables soit à la main, soit automatiquement; ce réglage est nécessaire pour parer, soit à la variation de la résistance des inducteurs par la température, soit aux variations de la vitesse de la machine, soit surtout à la réaction de l'induit, ou diminution de force électromotrice, qui résulte du déplacement qu'on est obligé de faire subir aux balais quand le débit de la machine varie, soit enfin à la résistance de l'induit même.

L'excitation compound ou mixte suffit généralement pour obvier aux derniers inconvénients. On fait concourir à cette excitation deux enroulements, l'un de fil fin en dérivation, l'autre de gros fil parcouru en général non par le courant de l'anneau, mais par le courant extérieur.

Le grave inconvénient qui résulte pour l'éclairage d'une variation, même faible, de la force électromotrice oblige d'ailleurs à marcher dans des conditions d'excitation bien déterminées; il est nécessaire qu'une variation de l'excitation se traduise par une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variation aussi faible que possible de la force électromotrice; on sait que si, pour un débit déterminé, on construit la courbe exprimant les relations de cette force électromotrice et de l'excitation, cette courbe présente un coude assez marqué; en deçà, la force électromotrice varie rapidement avec l'excitation; au delà, les variations sont lentes, d'où la nécessité pratique d'avoir des excitations assez fortes; d'autre part, le prix relatif de cette excitation est d'autant plus élevé que cette excitation est elle-même plus forte; on est donc amené à prendre une excitation dépassant le coude, mais d'une faible quantité.

L'excitation mixte est parfois réalisée en enroulant sur deux noyaux différents le gros fil et le fil fin; par exemple dans la machine multipolaire à disque de M. Desroziers, une paire d'électro-aimants est seule recouverte de gros fil; l'action est la même que ci-dessus; mais dans les moteurs à vitesse constante de M. Picou, exposés par la Compagnie française Edison, le rôle des inducteurs à gros fil peut être interprété différemment. La machine est bipolaire et porte deux inducteurs à fil fin, diamétralement opposés, réunis par une culasse polygonale en fonte; l'axe des deux électro-aimants à gros fil est perpendiculaire à celui des électro-aimants à fil fin, et est dirigé comme la ligne neutre du système à fil fin; les balais sont placés sous les pièces polaires des inducteurs à gros fil, en bonne position, par conséquent pour un débit nul; lorsque le débit croît, ces inducteurs à gros fil s'aimantent et présentent à l'extrémité voisine du balai un pôle de même nom que celui qui est développé dans l'anneau ou le tambour; le nombre des tours de gros fil peut être déterminé de manière que la force électromotrice induite dans la spire en court circuit sous le balai soit de même sens que celle qui est induite dans la portion de l'anneau où elle va entrer, et qu'il ne se produise pas d'étincelles; les balais étant restés à la même place, sans décalage, la réaction d'induit est annulée, et la force électromotrice n'est abaissée que de la quantité correspondante à la résistance de l'induit. Aussi ces moteurs à calage fixe prennent-ils une vitesse très sensiblement constante, quand on les place en dérivation sur une distribution à potentiel constant (la différence entre la vitesse à vide et la vitesse en pleine charge a été trouvée de 50 tours sur 1,300 pour un moteur de 5 chevaux, et de 20 sur 1,100 pour un moteur de 8 chevaux à 110 volts).

On peut rapporter au même ordre d'idées l'action d'un enroulement sans fer, parcouru par le courant général, et que le professeur Thomson fait agir également sur les spires en court circuit dans ses machines à courant continu, d'ailleurs semblables au type D Siemens, ou supérieur Gramme. M. Miot arrive au même résultat en mettant à côté de l'induit un électro-aimant compensateur placé dans le circuit et dont les pôles sont voisins des balais.

La dépense d'excitation d'une machine donnée peut varier à volonté avec le poids du cuivre qu'on consent à placer sur les électro-aimants inducteurs ou avec la densité du courant induit; on n'aurait donc aucune idée de la valeur des carcasses au point de vue magnétique en se bornant à comparer la dépense d'excitation à la puissance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la machine; celle-ci étant d'ailleurs variable avec la vitesse, il a paru qu'il convenait d'abord de réduire à une vitesse linéaire commune les puissances des diverses machines à composer, on a choisi la vitesse de 1 centimètre par seconde; la première colonne du tableau ci-dessous donne la puissance ainsi réduite ou quotient de la puissance de la machine par la vitesse en centimètres; la seconde colonne est la racine carrée du poids du cuivre de l'inducteur par le nombre de watts dépensé dans l'excitation; cette racine carrée est encore le produit de la longueur en mètres du fil inducteur par l'intensité du courant qui le traverse et par le facteur numérique 80; il eût donc été plus simple de mettre dans cette seconde colonne le produit de la longueur du fil par l'intensité; mais ces renseignements n'étant pas généralement ceux qui sont donnés, on a préféré la première méthode de calcul; la troisième colonne renferme le quotient des deux premières.

Le quotient des chiffres de la troisième colonne par 12,5 représente le nombre d'ampèremètres sur l'inducteur nécessaire pour obtenir 1 watt, à la vitesse de 10 mètres par seconde. La puissance en kilowatts des machines est indiquée dans une quatrième colonne, car, dans une série de machines semblables, ce rapport diminue quand la puissance augmente; en effet, la proportion du cuivre induit à l'entrefer total augmentant avec la puissance de la machine (cela résulte bien des chiffres trouvés pour les machines de M. Alioth qui sont toutes semblables), la puissance est non la puissance aux bornes, mais le nombre de watts total produit dans l'anneau.

MACHINES.	1re COLONNE.	2e COLONNE.	3e COLONNE.	4e COLONNE.
FER À CHEVAL SIMPLE.				
Société alsacienne (Siemens)	82,53	633	7,66	65,2
Élihu Thomson	31,55	402	13,9	62,5
Edison (Picou)	20	220	11	27,6
Rechniewski	10,50	77,4	7,37	12,6
DOUBLE FER À CHEVAL.				
Westminster	39,78	519	13,09	34,3
Edison (type Manchester)	40,2	576	14,4	42,8
Krebs (type Manchester)	32,4	703	21,7	31,3
Crompton	14,2	470	33,1	34,2
Bréguet CA (anneau)	3,64	102	28,1	5,8
Edison (type 85)	82,35	959,5	11,66	94,7
ENVELOPPES DE FONTE.				
Zurich (Société des locomotives)	16,6	234	13,3	23,47
Zurich (Société des téléphones)	7,67	145	18,9	9,6
Lahmeyer	4,04	112	27,8	4,6

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINES.	1re COLONNE.	2e COLONNE.	3e COLONNE.	4e COLONNE.
MULTIPOLAIRES.				
Alioth.... M.	1,54	66,5	43,1	2,15
Alioth.... Q.	5,02	178	35,4	7,54
Alioth.... T.	17,71	355	20	19,5
Alioth.... V.	37,69	554	14,7	37,8
OErlikon (Brown)	58,6	1.548	27,6	153
Miot	12,2	186	15	21,5
Thury (HD'T) 6 pôles	73,5	972	13,2	109
Desroziers	20,9	380	18	21,3

Ce chiffre est voisin de 12.5 pour les trois machines Gramme, de 900, 480 et 275 ampères à 120 volts, type supérieur, qui fonctionnaient à l'Exposition, et de 10 dans les machines 125 volts et 800 ampères de la Société française Edison.

POIDS ET PERTES.

Les qualités que l'on doit rechercher dans toutes ces machines sont : 1° la sûreté du fonctionnement et l'absence de réparations; 2° la capacité; 3° le rendement.

Le bon fonctionnement dépend, en très grande partie, du soin apporté à la construction mécanique; les armatures ont des vitesses de rotation qui dépassent parfois 1,000 tours par minute, régime qui doit être soutenu sans échauffement des paliers, ni désagrégation des fils de l'armature, ce qui exige de longues portées, un centrage très exact, et une construction solide de l'induit; quant aux conditions électriques, il ne faut pas que la machine donne aux balais des étincelles suffisantes pour provoquer une usure rapide du collecteur, ni que la température de l'induit s'élève trop, ce qui se produit lorsque la machine est trop chargée; il est même nécessaire que le débit normal de la machine soit sensiblement inférieur à celui qu'elle peut supporter et il y aurait lieu d'appliquer au débit de la machine un coefficient de sécurité comme on le fait pour tous les matériaux entrant dans sa construction; la machine doit, en effet, pouvoir supporter au moins quelques instants un court circuit sans être détruite. L'expérience acquise aujourd'hui montre que ces conditions peuvent être réalisées; on connaît des machines qui, depuis quatorze ans, n'ont demandé aucune réparation sérieuse; la puissance, sous un volume donné, a été augmentée au point que les machines de puissance moyenne peuvent être obtenues à des prix voisins de 0 fr. 15 par watt, et enfin les rendements peuvent, pour les mêmes machines, atteindre 90 p. 100.

Les efforts des constructeurs se sont portés vers l'abaissement du prix de revient des machines, résultat auquel on peut arriver soit par une diminution de la main-d'œuvre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit par la diminution du poids de matières employées et notamment du cuivre. La diminution du poids total et de l'encombrement présente d'ailleurs de grands avantages dans certaines applications spéciales.

Les chiffres ci-dessous donnent une idée des résultats obtenus dans cette voie par quelques constructeurs :

DÉSIGNATION.	ALIOTH.	PARSONS.	MIOT.	CROMPTON.	RECHNIEWSKI.	LAHMEYER.	BRÉGUET Gramme CA.	CLARK, MUIRHEAD (Westminster).	TÉLÉPHONES DE ZÜRICH.	LOCOMOTIVES DE WINTERTHUR.	DESROZIERS.	EDISON P.
Ampères	320	100	150	25	109	60	80	400	40	200	800	360
Volts aux bornes	110	80	135	1,300	120	65	65	80	210	110	330	110
Cuivre (induit)	79	4,48	17	44	15	2,3	6,5	142	14,5	28,5	216	60
Cuivre (inducteur)	239	24	89	144	30	48	49	227	57,6	156,3	696	184
Poids total	3,000	620	600	800	560	600	420	1,800	490	1,390	//	//
Watts par kilogr. de Cu induit.	471	1,790	1,190	740	800	1,700	800	225	580	772	1,222	660
Watts par kilogr. de Cu total	111	280	215	173	270	77,4	84	86,5	116	119	288	160
Watts par kilogr. de poids total.	11,7	12,9	33,7	40,6	21,4	6,5	12,4	17,7	17,1	15,9	//	//
Tours par minute	500	9,000	850	1,150	1,200	1,250	1,185	420	1,090	850	330	590
Vitesse linéaire	10	56,70	17,8	24	12	11,3	14,26	8,61	11,3	13,35	22,15	10,65
Densité du courant	//	9,8	6	3,1	4	8,3	4,4	1,87	4,4	6,3	4,6	3,75
Excitation (watts)	//	420	450	870	200	265	408	1,200	566	517	7,030	1,950
Volts par mètre de fil utile.	//	12	5,4	7,08	4,25	30	4,25	3,2	3,2	4,3	//	4,94

La densité du courant est donnée en ampères par millimètre carré, et par mètre de fil utile on entend la longueur totale des génératrices d'un demi-anneau pour les machines bipolaires, ou du quart pour les machines à quatre pôles (Miot). Il est évident que la puissance de la machine est proportionnelle à la vitesse, et que celle-ci ne devrait être limitée que par les conditions résultant de la construction mécanique de l'induit si on n'avait en vue que l'accroissement de la puissance; mais les pertes dues aux courants parasites augmentent rapidement avec la vitesse, ce qui diminue le rendement industriel, augmente l'échauffement de l'induit, et il n'y a pas intérêt à augmenter cette vitesse indéfiniment; la vitesse la plus convenable est dépassée dans certains types de machines, telles que la machine Parsons, dont l'énorme vitesse angulaire est commandée par la nature du moteur (turbo-moteur).

Le rendement est l'autre élément qui, avec la puissance, doit servir à fixer la valeur réelle d'une machine; on a l'habitude d'appeler *rendement électrique* un nombre sans valeur pratique qui est le rapport de la puissance réelle disponible, prise aux bornes de la machine, à cette même puissance augmentée des quantités de chaleur dégagées, tant dans les inducteurs que dans l'induit, par le passage du courant, tandis que le rendement réel est le rapport de cette puissance au travail dépensé par seconde sur

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'arbre de la dynamo. La différence se compose : 1° des pertes dues au frottement et à la ventilation de l'anneau; ces dernières peuvent devenir notables quand l'élévation de température de l'armature nécessite une ventilation spéciale; 2° de la chaleur dégagée dans les inducteurs, perte qui, toutes choses égales d'ailleurs, est en raison inverse du poids de cuivre enroulé et peut être réduite à volonté; 3° de la chaleur dégagée dans le fil induit par le courant utilisé; 4° de la chaleur dégagée, tant dans le fer, par les changements d'aimantation et les courants parasites, que dans le fil induit lui-même par les courants parasites qui s'y forment; ces derniers courants, qui subsistent seuls dans les armatures sans fer telles que la machine Desroziers, ont souvent une importance plus considérable que les pertes produites dans le fer; 5° les échauffements des pièces polaires.

Les pertes rapportées à 2° et 3° peuvent se calculer; les autres ne sont pas encore faciles à évaluer *a priori;* on peut cependant cependant se rendre compte qu'elles croissent avec le poids du métal et avec la force électromotrice. La mesure du rendement réel de quelques types de machines et l'analyse des pertes eussent présenté un grand intérêt, mais cela eût exigé l'emploi d'appareils dynamométriques, de nombreuses et délicates expériences qu'il était impossible d'exécuter dans les conditions où se trouvait le jury; celui-ci a pensé toutefois qu'on pouvait avoir une valeur minimum de l'ensemble de ces pertes, en mesurant la puissance nécessaire pour faire tourner à vide l'induit avec la vitesse correspondant à l'allure normale, et dans un champ magnétique produisant dans l'induit une force électromotrice égale à la force électromotrice en marche normale, c'est-à-dire dans un champ magnétique dont la valeur moyenne est celle du champ magnétique employé, mais autrement distribué.

Le graissage était surveillé spécialement par les exposants qui ont bien voulu soumettre leurs machines à ces essais, dont le but était non une classification des machines, puisque l'on ne faisait intervenir ni le prix, ni la sécurité du fonctionnement à l'allure indiquée comme normale, mais une détermination approximative du degré de perfection auquel on pouvait légitimement espérer amener les machines dynamo. La marche et le débit normal ont été donnés par les exposants. (Pour les machines marquées d'un astérisque, on a eu occasion de constater que la marche indiquée comme normale pouvait être maintenue quatre ou cinq heures sans inconvénient.)

Dans ce but, les inducteurs de la machine à essayer ont été excités par un courant sensiblement égal à celui produisant la force électromotrice normale; pour les machines à enroulement mixte, on n'a employé que le fil fin, en forçant le courant d'excitation, et on a lancé dans l'induit un courant provenant d'une machine étrangère, réglé de manière à obtenir, la machine travaillant comme moteur à vide, la vitesse normale.

Quand les circonstances l'ont permis, on a fait du reste varier cette vitesse, afin de mettre en évidence les pertes dues aux courants parasites.

On donne ci-dessous le nombre n de tours par minute, l'intensité I du courant, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différence E de potentiel aux bornes de l'induit, et le nombre de watts correspondant :

ATELIERS D'ŒRLIKON.

(Dynamo Brown en série à 4 pôles pour transmission de force. Anneau : 600 volts, 280 ampères, 500 tours.)

n	558	533
I	17	15,5
E	557	577
W	9469	8943

*MAISON BRÉGUET.

(Dynamo Compound à 6 pôles Desroziers. Disque : 70 volts, 150 ampères, 350 tours.)

n	360	359	355	352	265	155
I	7,3	7,05	6,8	6,9	5,5	3,6
E	74	75	72	72,5	54,5	31,5
W	540	529	490	500	300	113,4

*CROMPTON ET C^ie^.

(Dynamo série n° VIII. Anneau : 1,300 volts, 25 ampères, 1,150 tours.)

n	1083	1075	1075
I	0,95	0,93	0,83
E	1382	1295	1122
W	1313	1204	931

*SOCIÉTÉ L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE.

(Dynamo Compound Rechniewsky. 110 volts. 127 ampères, 1,200 tours, tambour.)

n	1237	1050	840	600
I	5	4,3	4,1	3,3
E	111,5	97	84	79
W	557	417	344	263

CUENOD SAUTTER ET C^ie^.

(Machine Thury en dérivation, 6 pôles. Tambour : 110 volts, 500 ampères, 270 tours.)

n	235	240	200	180	165
I	29,6	27,25	25,5	24,6	23,9
E	110	100	83	75	69,5
W	3256	2725	2080	1845	1661

De mesures dynamométriques exécutées à Genève sur ces machines, M. Thury avait conclu 2,300 watts pour l'ensemble des frottements et courants parasites.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTION.

(Machine Siemens D. 12 [fer à cheval simple, tambour], pèse 6,000 kilogrammes. 110 volts, 550 ampères, 330 tours.)

n	336	318	234	131
I	9,5	9,5	7,5	6,75
E	123,5	121	85,5	51
W	1173	1149	641	344

*COMPAGNIE FRANÇAISE EDISON

(Machine type Edison [Hopkinson], de M. Picou. 110 volts, 240 ampères, 850 tours.)

n	912	840	746	636	476	300
I	13,8	13,0	12,3	11,6	9,8	7,7
E	123,5	115	102	87	64	40,5
W	1704	1495	1255	1009	637	312

AVEC UNE EXCITATION PLUS FORTE QUE LA NORMALE.

n	840	776	562	576	356	274	254
I	14,2	13,4	12,3	11,7	8,7	4,3	2,4
E	125	115	100	87	52,5	41,5	39
W	1975		1230	1017,9	456,75	176,45	93,6

COMPAGNIE FRANÇAISE EDISON.

(Machine type P [Manchester], de M. Picou. Tambour : 110 volts, 360 ampères, 590 tours.)

n	656	600	624	442	350	256	190
I	12,6	12,1	11,5	10,7	9,6	7,8	6,9
E	125	116	101	85	67	50	36
W	1575	1404	1166	909	643	390	248

EXCITATION PLUS FAIBLE.

n	796	710	650	520	388	236
I	13	12,2	11,9	10,7	9,3	7,7
E	125	111	96,5	76	57	40
W	1625	1354	1148	813	530	308

EXCITATION PLUS FAIBLE.

n	924	722	530	320
I	14	13,2	10,8	8
E	103,5	82	59	36
W	1449	1082	637	288

D'autres machines ont encore été essayées, mais les résultats ont été moins favorables, le rapport de la puissance absorbée à vide à la puissance en pleine charge,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'est élevé à 8, 12 et jusqu'à 18 p. 100; pour quelques-unes, la cause en a été trouvée dans une division insuffisante du fer de l'induit; pour d'autres, les courants parasites développés dans le cuivre de l'induit sont la cause de ces absorptions anormales de travail, on s'en est assuré directement. Ces courants croissent, toutes choses égales d'ailleurs, avec le diamètre du fil induit; il suffit d'en connaître le siège pour en diminuer l'importance, soit en employant du câble pour l'induit (OErlikon), soit en formant les barreaux induits de barreaux plus petits tordus ensemble (Crompton), soit par tout autre procédé compatible avec le mode de construction de l'armature.

Il n'est pas inutile d'insister sur ce point que le jury n'a pas entendu déterminer le rendement des machines et qu'on estimerait celui-ci à une valeur trop élevée en supposant que les pertes mesurées par le travail à vide sont les pertes réelles dans le travail à pleine charge.

Les chiffres obtenus dans les machines citées ci-dessus montrent cependant qu'il n'est pas impossible d'arriver à des rendements voisins de 90 p. 100 pour les machines de grande puissance, le rendement dit *électrique* dépassant 95 p. 100 dans quelques-unes des dynamos citées; par exemple :

MACHINES.	WATTS (RI^2)		
	dans L'INDUIT.	dans L'INDUCTEUR.	EXTÉRIEURS.
Crompton	850	870	32,500
Rechniewski	480	180	12,000
Thury (HDT)	2,430	1,568	105,000
Société alsacienne	2.606	889	60,500
Edison n° 1	1,750	450	26,400
Edison n° 2	1,400	1,800	39,600
Miot	787	450	20,250

On sait d'ailleurs que MM. les professeurs Weber et Amsler, en étudiant par des procédés dynamométriques la transmission de force établie près de Soleure par les ateliers d'OErlikon, ont trouvé des rendements individuels de 87 à 90 p. 100.

La Société Gramme a fait fonctionner pendant la durée de l'Exposition, pour l'éclairage des galeries et des fontaines lumineuses, des machines du type dit *supérieur*, débitant respectivement 900, 480 et 275 ampères à 120 volts, dont le rendement électrique variait de 94.5 à 93.5 p. 100, et demandant 5 à 6 p. 100 du travail total pour tourner à vide.

La machine Desroziers, essayée à l'Exposition, absorbait 17 p. 100 dans l'induit et les inducteurs; mais le rendement électrique de ces machines s'améliore avec leurs dimensions et le nombre des pôles, de telle sorte que les machines de 264 kilowatts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tournant à 300 tours, ce qui correspond à une vitesse linéaire de 22 mètres, n'absorbent que 9,216 watts dans l'induit et 7,030 dans l'inducteur.

Un rendement de 88 p. 100 peut donc être pratiquement atteint, quelquefois dépassé, dans les installations d'une certaine importance.

MACHINES À COURANT REDRESSÉ.

L'induit de la machine Thomson-Houston est formé de trois bobines seulement; ces trois bobines ont leurs axes à 120 degrés l'un de l'autre, dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation; la carcasse sur laquelle elles sont enroulées est en fonte, creuse et recouverte de fil de fer; elle est aplatie dans le sens de l'axe, mais quand elle est recouverte du fil induit, les épaisseurs des bobines s'ajoutant aux pôles de ce sphéroïde, l'ensemble forme une sphère. Pour assurer l'égale répartition du fil dans le champ magnétique, la première bobine est à moitié enroulée, puis on enroule la moitié de la deuxième, la troisième en totalité, et on achève l'enroulement de la deuxième, puis de la première bobine; la sphère de fil induit est consolidée ensuite par quatre liens en laiton. L'un des bouts de chaque bobine est relié à un segment d'un commutateur à trois segments monté sur l'arbre; les trois autres bouts sont réunis.

L'inducteur a une forme particulière. Les pièces polaires sont deux larges calottes en fonte, faisant partie d'une sphère de rayon un peu supérieur à celui de l'induit; elles forment les fonds de deux cylindres en fonte de même épaisseur, dont les génératrices sont perpendiculaires à l'axe de rotation et autour desquels est enroulé le fil d'excitation, qui fait partie du circuit général. Ces cylindres sont terminés à leurs extrémités extérieures par des flasques en fonte, reliées par des tirants en fer après l'enroulement de l'inducteur.

La machine possède quatre balais, formant deux paires, une de chaque côté du plan vertical passant par l'axe. Les balais d'une même paire sont reliés par un court circuit métallique. A pleine charge, ces balais frottent sur le commutateur en des points à 30 degrés au-dessus et au-dessous de l'horizontale; le courant, entrant dans l'induit par une paire de balais et sortant par l'autre, traverse donc une bobine, arrive au point où les trois fils sont réunis et se partage entre les deux autres, la bobine A, par exemple, cessant d'être en tension pour s'accoupler en quantité avec la bobine C au moment où sa force électromotrice devient nulle (abstraction faite des phénomènes secondaires), tandis que la bobine B cesse au même moment d'être accouplée à C et se trouve en tension; ces couplages changent six fois par tour.

La machine, qui est destinée à l'éclairage à arcs en série, doit fonctionner avec un courant constant de 9.6 ampères; elle est munie d'un régulateur d'intensité qui fonctionne dès que le courant dépasse cette valeur; ce régulateur agit sur les balais; il augmente l'arc de 60 degrés qui sépare les points de contact des deux balais d'une même paire. Dès que cet arc augmente, chaque segment du commutateur, ayant 120 degrés,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

met en communication directe les deux paires de balais et ne laisse subsister dans le circuit extérieur que la force électromotrice de self-induction des inducteurs et du régulateur. Cela a lieu trois fois par tour et pendant un temps d'autant plus grand que l'angle dépasse davantage 60 degrés, mais toujours très court, la machine ayant une vitesse normale de 850 tours. Le mouvement des balais est déterminé par l'armature d'un électro-aimant placé en dérivation sur le circuit principal; entre les deux prises de courant se trouve un contact fermé par l'armature d'un double solénoïde parcouru par le courant principal; si celui-ci dépasse sa valeur limite, le contact est rompu, le courant est lancé dans l'électro-aimant et l'écart des balais augmente.

Le courant ne pouvait être uniforme dans une semblable machine; le contact est continuellement rompu et fermé et donne lieu à de nombreuses étincelles, partiellement amorties par une dérivation de grande résistance. Mais c'est surtout aux balais que ces étincelles sont énergiques; les machines développant une force électromotrice moyenne qui atteint 2,500 volts dans le type le plus fort, des arcs permanents s'établiraient entre les segments du commutateur, si un ventilateur ne projetait sur les balais, au moment où ils vont être abandonnés par les segments, un vif courant d'air qui souffle les étincelles.

Cette machine, très répandue en Amérique, est construite en vue de produire un courant d'intensité constante, alimentant des lampes en série.

On a fait déjà allusion à une autre machine à courant continu, semblable comme forme générale au type D de Siemens ou supérieur de Gramme, avec un solénoïde en série pour maintenir fixe le calage des balais, et à potentiel constant.

La Société anonyme d'électricité (A. Gérard) exposait de petites machines à courant redressé. Quatre électro-aimants sont implantés radialement sur une culasse commune annulaire en fonte, qui les enveloppe; dans l'espace laissé vide au centre tourne un induit en forme de croix, formé de disques en tôle; sur les branches de la croix est enroulé le fil induit; le courant est redressé par un commutateur placé sur l'axe.

TRANSFORMATEURS À COURANT CONTINU.

Il est naturel de rapprocher des dynamos à courant continu les transformateurs; ceux-ci sont de deux types : les uns sont constitués par l'ensemble de deux dynamos montées sur le même axe, dont l'une reçoit le courant d'une source étrangère et sert de moteur pour la seconde, dont le courant est utilisé; dans les autres, dont l'aspect extérieur est celui d'une dynamo à deux collecteurs, le fer de l'induit porte deux enroulements, un primaire en rapport avec la source et un secondaire avec la distribution. La Société Gramme en exposait de ce dernier type; l'enroulement de l'inducteur unique était mixte; le courant primaire étant maintenu constant, la vitesse du transformateur et la différence de potentiel aux bornes du circuit secondaire restent également constantes. Avec un courant primaire dont l'intensité était réglée à 9 ampères, ce trans-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

formateur donnait, à 720 tours par minute, une différence de potentiel aux bornes du secondaire de 105 volts, avec un débit de 110 ampères (secondaire) quand la différence aux bornes du primaire était de 1,610 volts, c'est-à-dire un rendement à pleine charge de 79.5 p. 100, le poids total étant de 1,450 kilogrammes. Ces transformateurs à double enroulement ne paraissent pas, malgré leur simplicité, être employés industriellement; l'isolement des deux circuits est difficile à maintenir.

MACHINES À COURANTS ALTERNATIFS.

Les principes généraux sur lesquels repose la construction des machines à courants alternatifs sont restés les mêmes depuis les premières machines de Clarke et Pixii : le fil induit sous forme de bobines, avec ou sans fer doux, se trouve, par le mouvement de la machine, placé successivement dans des champs magnétiques de sens opposés. Dans quelques machines, les induits sont mobiles et les inducteurs fixes : telles sont la machine Siemens et la machine Ferranti, toutes deux caractérisées en outre par l'absence de fer dans les induits et, la dernière surtout, par la faible résistance de ces induits. La machine excitée par une dynamo à courant continu a une force électromotrice presque indépendante du débit : telles sont encore la machine Meritens à aimant, qui a, au contraire, beaucoup de fer et jouit de propriétés opposées, et la machine **Thomson**, excitée, comme la machine de **Wilde**, par le courant redressé d'une partie des bobines.

D'autres machines ont des bobines induites fixes : telles sont l'ancienne machine Gramme, qui n'a pas subi de modification depuis 1878, la machine **Chertemps** et les machines type Loutin, où les inducteurs, implantés radialement sur une culasse commune, ont l'aspect d'un pignon tournant à l'intérieur d'une carcasse sur laquelle les noyaux des bobines induites sont implantés radialement, au lieu d'être couchés suivant les génératrices, comme dans la machine Gramme.

Les machines à courant alternatif, après avoir été presque complètement abandonnées, ont repris faveur grâce à l'exemple donné par Gaulard, à l'Exposition de Turin (1883), de l'emploi des transformateurs; ceux-ci permettent, comme l'on sait, de transformer un courant primaire, de faible intensité et n'exigeant que des sections modérées pour les conducteurs, en courants très intenses, secondaires, à proximité du lieu d'emploi du courant. Ces appareils, dont l'emploi s'est généralisé avec une très grande rapidité, sont placés ou en tension, comme Gaulard et avant lui M. Jablochkoff l'avaient fait, sur le circuit primaire, ou plus souvent en dérivation. La Société de l'éclairage électrique en exposait deux modèles, l'un de M. Ferranti, l'autre qui lui appartient. Le professeur Thomson en emploie aussi avec ses machines à courants alternatifs. La forme la plus usitée est celle dans laquelle les deux circuits primaires et secondaires, placés à faible distance l'un de l'autre, de manière à être traversés par le même flux magnétique, sont entourés de fer doux qui pénètre dans leur intérieur,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de manière à former un circuit magnétique fermé, entourant les deux circuits à la fois. Le fer doux est toujours employé, comme du reste dans les machines à courants alternatifs, sous forme de feuilles minces isolées, de manière à offrir la plus grande résistance possible aux courants parallèles à ceux des circuits primaire et secondaire.

La grande facilité que donnent ces appareils a porté les inventeurs à étudier les moteurs à courants alternatifs. Bien qu'on ne soit pas arrivé jusqu'ici à produire des moteurs démarrant facilement et non synchroniques aux machines génératrices, l'ensemble des résultats obtenus eût été intéressant à examiner; malheureusement l'Exposition ne renfermait qu'un seul appareil de ce genre, dû au professeur Élihu Thomson, et ne donnait qu'une idée très incomplète des tentatives récentes d'utilisation de ces courants; en revanche, le professeur **Thomson** avait envoyé plusieurs appareils propres à mettre en relief les propriétés si curieuses des courants alternatifs, et dont il a semblé bon de joindre la description sommaire à celle des machines employées à leur production.

La machine Méritens est à aimants permanents; ceux-ci sont disposés horizontalement suivant les génératrices d'un cylindre; la forme générale de l'induit est annulaire, d'un diamètre inférieur à celui de ce cylindre; cet anneau est formé d'autant de segments qu'il y a de pôles et chacun de ces segments est une bobine avec noyau en fer doux avec épanouissement à chaque bout; noyaux et épanouissements sont en tôle découpée, le magnétisme de chacun de ces noyaux est renversé quand la machine a tourné de l'angle sous lequel deux pôles voisins sont vus du centre, comme dans les autres machines à courants alternatifs, et les courants induits dans deux bobines voisines sont de sens contraires.

Le couplage des bobines se fait à volonté en tension ou en série; la grande quantité de fer de ces machines en fait des machines à courant presque constant. Elles sont employées pour l'éclairage des phares, en France et en Angleterre, où elles rendent de très bons services.

La machine Zipernowski-Déry, construite par la Compagnie Edison, a l'inducteur tournant, comme dans la machine Gramme, à l'intérieur d'un tambour qui porte les bobines induites; celles-ci sont à plat sur le tambour et leur âme est formée d'une lame de fer pliée en zigzag.

La dynamo Clerc à courants alternatifs dérive de la machine Lontin; les bobines induites sont fixes, les noyaux des inducteurs sont en feuilles de tôle. Avec une excitation de 26 ampères, elle donne 15 ampères et 1,400 volts à 380 tours; avec une excitation de 35 ampères, 2,000 volts et 20 ampères à 450 tours, le nombre des bobines étant de 16, ces vitesses correspondent à des nombres de périodes de 51 et 60 par seconde.

Les inducteurs renferment 60 kilogrammes de fil de cuivre de 0 m. 0033 de diamètre, les induits 57 kilogrammes de fil de 0 m. 002.

La machine Chertemps diffère de l'ancienne machine Wilde en ce que les induits

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont fixes et les inducteurs mobiles; ceux-ci sont fixés sur deux plateaux en fonte mobiles avec l'arbre de la machine, tandis que les induits sont formés d'autant de bobines encastrées dans un plateau isolant de chaque côté du système inducteur; une des bobines fournit un courant redressé par un commutateur pour l'excitation.

Une machine Ferranti, de 150 chevaux alimentant des transformateurs, a fonctionné pendant l'Exposition, dans la station de la Société de l'éclairage électrique.

Dans cette dynamo, les pièces polaires sont trapézoïdales et supportées par deux anneaux en fonte; les bobines de l'armature sont formées de ruban de cuivre, enroulé sur une âme en bronze, laminée, et groupées deux par deux, sur des supports isolés; le courant est divisé entre deux circuits couplés en quantité.

Chaque couple de bobines est fixé par des boulons à un étrier supporté par un bloc vissé et goupillé dans un écrou, assujetti au noyau commun par un collet en verre et du ciment au soufre. Le collecteur est formé de deux tiges reliées à deux blocs diamétralement opposés.

La largeur moyenne des pièces polaires est celle des bobines qui ne laissent d'ailleurs qu'un très petit intervalle entre elles.

La machine de 150 chevaux a 20 pôles et donne à 500 tours par minute 2,400 volts avec un débit de 47 ampères; la résistance de l'induit est de 1,2 ohm; il est formé de 3,440 tours de ruban, divisés en deux circuits de 1,720 tours chacun.

L'excitation fournie par une machine Thury montée sur le même arbre est de 13 ampères 5, la résistance du circuit inducteur 12,8 ohms, le nombre d'ampères tours 17,200, la section des pièces polaires est de 0 mq. 93, et l'entrefer, de 0 m. 019.

APPAREILS DU PROFESSEUR ELIHU THOMSON.

Machine génératrice. — Dix électro-aimants inducteurs sont implantés radialement à l'intérieur d'une carcasse cylindrique en fonte boulonnée sur les plaques de fondation. L'armature est cylindrique et porte dix bobines couchées à plat sur sa surface, enroulées en spirale et formées d'une seule couche de fil. Dans l'une des machines exposées (type A), une des bobines sert à l'excitation; ses extrémités sont reliées, l'une aux segments pairs, l'autre aux segments impairs d'un commutateur à dix touches, sur lequel frottent les balais qui envoient le courant redressé aux électros fixes. Cette machine de 50 chevaux donne 1,000 volts avec une vitesse de 500 tours par minute. Son poids est de 1,600 kilogrammes. L'autre machine (type B) a 8 de ses électro-aimants excités par une petite dynamo à courant continu, tandis que les deux autres, diamétralement opposés, sont excités par le courant (redressé par un commutateur spécial) de l'armature elle-même; le fil de ces deux électros est d'ailleurs shunté par une résistance calculée de manière à donner aux bornes de la machine une force électromotrice croissant avec l'intensité du courant et assurant aux extrémités d'une résistance donnée une différence de potentiel sensiblement constante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette machine donne à 1,500 tours 300 volts et alimente, par un procédé de distribution qui sera décrit plus tard, des lampes de 75 volts en dérivation, tandis que la machine A alimente par des transformateurs 600 lampes ou directement 40 lampes de 25 volts en série.

Expériences diverses. — Un électro-aimant excité par un courant alternatif jouit de propriétés remarquables; on le suppose vertical, cylindrique et à une seule branche. Si on présente à sa surface polaire horizontale un disque de cuivre (ou une sphère) celui-ci sera parcouru par des courants induits, de même période que ceux de l'électro-aimant, qui l'échaufferont si le disque est maintenu à distance constante de la surface polaire; si le disque est laissé libre, il sera vivement repoussé à une distance convenable; la sphère ou le disque seront en équilibre sous l'influence de la pesanteur et des répulsions électro-dynamiques.

Si la sphère est plongée dans un vase plein d'eau, elle flottera à une certaine distance du fond du vase. Son centre étant dans l'axe de l'électro-aimant, les forces électro-dynamiques se composent en une résultante unique appliquée à son centre, mais il n'en est plus ainsi quand la symétrie de l'appareil est troublée. Si, par exemple, on couvre avec une lame de cuivre une partie de la surface polaire, cette lame forme écran, c'est-à-dire que les courants qui y sont induits exercent au-dessus d'elle une action de sens contraire à celle de l'électro-aimant; la forme des courants induits dans la sphère est changée et l'action résultante est équivalente à une force qui maintient la sphère au-dessus du fond du vase et un couple qui fait tourner cette sphère autour d'un diamètre horizontal, parallèle au bord de la plaque.

Si on substitue à la sphère un équipage formé de plusieurs tours de fil horizontaux, cet équipage flottera également au milieu du liquide et la distance au fond du vase sera déterminée par la condition que son poids (diminué de la poussée du liquide) équilibre la répulsion; il est donc parcouru par un courant dont l'intensité ne dépend que de son poids; une lampe intercalée dans le circuit met ceci en évidence; elle se place en équilibre au milieu du liquide; si on l'enfonce, son éclat augmente, et abandonnée à elle-même, elle revient à sa position d'équilibre en reprenant son éclat.

Un équipage analogue, d'un diamètre un peu plus grand que le noyau de l'électro-aimant, est repoussé par la surface polaire; mais, si on le déplace verticalement, la répulsion diminue jusqu'à ce qu'on atteigne le milieu de la hauteur de l'électro, tandis que le courant induit, dont l'intensité est accusée par l'éclat de la lampe, va en croissant.

Un diaphragme en fer-blanc est percé en son centre d'un trou rectangulaire qui laisse passer une bande d'acier; celle-ci est saisie d'un côté du disque entre deux lames reliées par des ressorts à ce disque, et qui lui sont normales; lorsqu'on excite par un courant alternatif un électro-aimant dont les pôles sont en face du diaphragme,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de part et d'autre du trou central, le mouvement alternatif du disque produit une progression du ruban d'acier.

Transformateur. — Le transformateur à courant constant a pour but de produire un courant constant dans le circuit secondaire, la différence de potentiel étant constante aux bornes du circuit primaire.

La forme générale est celle d'un cadre en fer; sur les côtés verticaux de ce cadre sont enroulés, d'un côté, le circuit primaire, de l'autre, le circuit secondaire; de plus, les côtés horizontaux portent des saillies constituant une « dérivation magnétique », l'intervalle entre les saillies n'étant qu'une petite fraction de la hauteur du cadre; avec cette disposition et en réglant convenablement cet intervalle, le courant secondaire peut rester sensiblement constant, bien que la résistance extérieure varie; par exemple le courant varierait de 6.5 à 7 ampères, la différence de potentiel aux bornes variant de 100 volts à 0, mais, au delà de 100 volts, le courant tombe rapidement, lorsque la résistance extérieure augmente. Dans ce transformateur, l'augmentation du courant inducteur, au lieu de déterminer, comme lorsque les deux circuits sont entremêlés et l'aimantation du fer assez faible, un courant secondaire à peu près proportionnel au courant primaire, se traduit par une augmentation de force électromotrice, corrélative à l'augmentation du magnétisme du fer dans la branche secondaire. Il permet aussi de constater l'effet remarquable d'une lame conductrice interposée dans un champ magnétique alternatif; le courant secondaire augmente quand on introduit une lame de cuivre dans l'intervalle occupé par l'air, la lame formant en quelque sorte obstacle au passage des lignes de force dans la dérivation magnétique créée par les saillies entre les deux côtés horizontaux du cadre.

Régulateur d'intensité. — Un anneau en feuilles de tôle porte, sur 60 degrés environ, un enroulement, traversé par un courant alternatif donné par une machine à potentiel constant, alimentant des lampes; un second enroulement mobile à la main, de même étendue angulaire (fermé sur lui-même) et d'un plus grand diamètre que le premier, peut être déplacé de manière à envelopper celui-ci, ou à s'en écarter progressivement de façon à le découvrir; c'est une sorte de transformateur dont le secondaire fermé sur lui-même peut être plus ou moins écarté du primaire. Lorsque les deux enroulements se recouvrent, le courant est maximum dans le premier, et il diminue à mesure qu'on le découvre; il diminue encore plus si on ouvre le second circuit; c'est une méthode de réglage du coefficient de self-induction du circuit.

Le même appareil peut être placé sur le circuit primaire d'un transformateur.

Si l'on imagine que le premier enroulement ainsi que son anneau soient mobiles autour d'un axe, mais que l'action réciproque des deux enroulements soit contrebalancée par une force constante, le courant prendra dans le premier enroulement une valeur également constante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moteur. — Le moteur à courants alternatifs a l'aspect général d'une machine génératrice. Six bobines fixes, à noyau plat formé de feuilles de tôle, forment les faces d'un prisme hexagonal dont les arêtes sont parallèles à l'axe et reçoivent le courant de la génératrice. L'arbre porte un système de six bobines semblables, mobile à l'intérieur des premières; les deux extrémités du fil enroulé sur ces bobines sont reliées l'une aux touches paires, l'autre aux touches impaires d'un commutateur à six touches centré sur l'arbre; une paire de balais porte sur ce commutateur; l'un des balais est relié à la sortie des bobines fixes, l'autre à la génératrice, de sorte que lorsqu'ils frottent sur le commutateur, le courant parcourt le circuit des bobines fixes, puis celui des bobines mobiles; le sens des connexions est ainsi renversé six fois par tour dans le circuit mobile. Si on donne à la main, à la machine, une première impulsion, elle continuera à tourner quand le courant alternatif sera lancé dans le circuit, et son mouvement s'accélère; lorsque la vitesse normale (1,500 tours) est atteinte on tourne les balais jusqu'à leur faire toucher deux contacts réunis par un court circuit; le mouvement continue alors par l'action réciproque du courant et du magnétisme des bobines fixes sur le courant et le magnétisme induit dans les bobines mobiles mises en court circuit. Une disposition spéciale assure la fermeture de l'induit dès que sa vitesse atteint 1,500 tours; des segments métalliques semi-circulaires portés par l'arbre, à l'intérieur du commutateur, et retenus par des ressorts, s'appliquent sur ses touches par l'action de la force centrifuge, et ferment le circuit quand la vitesse est suffisante.

La machine ainsi lancée, les balais peuvent être enlevés. Cette machine n'est point synchronique, et continue à tourner avec une vitesse moindre quand on la charge, mais le démarrage ne peut se faire de lui-même et est accompagné de nombreuses et vives étincelles.

DESCRIPTION DE QUELQUES MACHINES.

Les dynamos de 100 chevaux, de M. Marcel Deprez, employées par la Société pour la transmission de la force par l'électricité, ont pour inducteurs deux cylindres de fer doux horizontaux de 0 m. 63 de long et de 0 m. 32 de diamètre portant à chaque bout un épanouissement polaire, embrassant 90 degrés de la circonférence des deux anneaux induits, chacun de 0 m. 50 de diamètre, la vitesse normale du fil induit est de 16 m. 30 par seconde, le champ moyen est 3,300 environ, soit, sous les pièces polaires, 6,600. Chaque anneau peut donner 610 volts et 55 ampères, soit 67,000 watts pour l'ensemble de la machine, ou en modifiant l'enroulement 112 volts et 400 ampères, la résistance du fil induit passant de 0.5 ohm à 0,008. Les inducteurs portent 3,762 tours de fil et l'excitation passe de 22 ampères, pour la première machine, à 23 pour la seconde.

Pour la machine de 2 anneaux de 600 volts chacun, l'excitation prend 2,300 watts et la résistance des induits, 3,035 (fil de 0 m. 0038).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il existait dans la galerie des machines, une machine à 6 pôles, du même auteur, de la force nominale de 500 chevaux, et que l'on n'a pas vu fonctionner.

La Société alsacienne de construction mécaniques construit les différents types de la maison Siemens; les machines type D, à électro-aimant simple (l'âme de l'inducteur est en fer forgé, les pièces polaires en fonte), dont un modèle exposé donnait 60,000 watts à 330 tours (120 volts et 500 ampères), et le type I, machine à 6 pôles, directement accouplée à un moteur Armington et Sims de 150 chevaux à 2 cylindres, faisant 150 tours par minute; cette dynamo pèse 7 tonnes et doit donner 1,000 ampères à 125 volts; l'anneau Gramme, qui entoure, comme on l'a dit, les six électro-aimants radiaux en fonte, a 1 m. 60 de diamètre extérieur.

Le fil fait 714 tours sur l'anneau, il y a 119 sections entre deux pôles consécutifs. Les six balais frottent sur la périphérie de cet anneau, dont le fil extérieur est dénudé, et sont manœuvrés tous ensemble; cet anneau a 0 m. 31 de large.

Les ateliers de construction d'Œrlikon construisent des machines pour transmission de force, et d'autres pour l'éclairage.

Les machines pour transmission sont montées en série, quadripolaires, et à anneau Gramme, les noyaux des inducteurs sont implantés perpendiculairement sur les côtés pairs d'un octogone en fonte qui sert de culasse commune; cet octogone est en deux pièces. Une machine génératrice de 300 chevaux et une réceptrice de 250 étaient exposées, de même forme extérieure, avec des induits semblables, de 0 m. 98 de diamètre, et destinées à fonctionner à la même vitesse (500 tours par minute); ces machines ne diffèrent que par le nombre des spires sur les induits, 400 pour la machine primaire et 368 pour la réceptrice; la longueur de ces induits suivant l'axe est de 0 m. 50 et leur profondeur, dans le sens du rayon, 0 m. 147.

La force électromotrice étant de 600 volts à pleine charge, pour un courant de 280 ampères, cela correspond à un champ moyen de 4,600 ou de 7,900 sous les pièces polaires, qui occupent chacune 0 m. 48 sur la circonférence, et dans le fer induit à un peu moins de 15,000.

Les noyaux des inducteurs ont 0 m. 30 de longueur, dans le sens du rayon; le circuit excitateur est formé d'un ruban de cuivre de 0 m. 30 de largeur et de 0 m. 001 d'épaisseur.

La puissance nécessaire pour faire tourner l'induit à vide, à une vitesse de 533 tours, le champ étant excité par un courant de 243 ampères qui produisait une force électromotrice de 630 volts, a été trouvée de 9,135 watts, soit de 5.5 p. 100 de la puissance effective de la machine.

Le haut rendement de machines analogues, mais plus faibles, a été constaté d'ailleurs par MM. les professeurs Amsler et H. Weber pour une transmission entre Soleure et Kriegstetten (8 kilomètres). On a obtenu de 87 à 89 p. 100 de rendement commercial pour chaque machine et l'isolement de la ligne (cuivre nu et isolateurs à liquide Johnson Philipps) a été reconnu suffisant pour une différence de potentiel de 1,200 volts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Elles ont été confirmées encore par des essais faits à Steyermühle, qui ont donné, à une distance de 600 mètres, un rendement total de 80 p. 100 pour la transmission d'une puissance de 100 chevaux, déterminée par des procédés purement mécaniques.

MM. Crampton et Cie exposaient une machine à haute tension, 1,300 volts, montée en série, et destinée à l'alimentation de lampes à arcs; les foyers alimentés à l'Exposition étaient au nombre de 24, et consommaient 25 ampères; cette machine est remarquable par son faible poids, 800 kilogrammes, et la modicité de son prix; ces avantages ne peuvent être obtenus qu'avec des vitesses assez grandes (1,150 tours par minute, correspondant à une vitesse du fil induit de 24 mètres par seconde); et en même temps une surface d'armature (0 mq. 213) un peu faible pour la quantité de chaleur dégagée dans l'induit (850 watts pour la quantité de chaleur due au courant seul). Le rendement de cette machine est très élevé, l'excitation au régime normal ne coûte que 870 watts, et on n'a dépensé pour faire marcher la dynamo à vide comme moteur, les inducteurs ayant le champ normal, et à une vitesse de 1,095 tours, que 1,209 watts.

Le fil de cuivre induit, disposé en cinq couches, pèse 44 kilogrammes, tandis que le cuivre des inducteurs pèse 144 kilogrammes. La force électromotrice atteint 7 volts par mètre sur les génératrices extérieures de l'anneau, soit 1,075 volts par mètre total de fil induit.

M. Crampton revendique comme particularités de sa machine la quantité de fer du noyau induit; l'épaisseur du fer y est le cinquième du diamètre, beaucoup plus considérable que dans les anneaux Gramme primitifs; avec cet anneau Gramme, M. Crampton combine des inducteurs de la forme des premiers inducteurs Siemens, formés de deux fers à cheval opposés par leurs pôles de même nom, et dont les noyaux sont formés de barres de fer forgé, dont la section n'est que les 0,98 de celle du fer induit, au lieu d'être, comme cela a lieu généralement, supérieure à cette section dans le rapport de 1.5 à l'unité.

M. Crompton attribue à ce rapport la forme de la caractéristique externe de sa machine; à vitesse constante, les volts aux bornes croissent à peu près proportionnellement au débit jusqu'à 850 volts pour 13 ampères, puis moins rapidement pour passer par un maximum pour le débit normal de 25 ampères. Il en résulte que ce courant correspond au régime le plus stable de la machine, aussi bien au point de vue des variations inévitables de la vitesse qu'à celui des variations de la résistance extérieure.

Les machines Rechniewski, exposées par l'inventeur et par la Compagnie l'Éclairage électrique, sont caractérisées par l'emploi d'un induit à dents, combiné avec des inducteurs en feuillard; ces machines sont multipolaires, et à anneau pour les grands débits, bipolaires et à tambour au-dessous de 20,000 watts.

Des machines génératrices et réceptrices de ce dernier type fonctionnaient à l'Exposition; leur puissance variait de 200 à 14,000 watts. Dans ces machines l'induit et les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inducteurs, y compris les masses polaires, sont entièrement formés de tôles minces d'un demi-millimètre, découpées; les fils sont logés dans les intervalles des dents de l'induit; l'entrefer est alors réduit au jeu strictement nécessaire pour permettre la rotation, ce qui paraît très avantageux pour les petites machines surtout, que l'on voyait fonctionner comme moteurs aussi bien que comme génératrices; l'induction dans le noyau induit atteint des valeurs très élevées, 21,000. (C. G. S.)

La même disposition essentielle, induit à dent et inducteur laminé, se retrouve dans les moteurs Perret.

Les machines Miot exposées étaient une génératrice, attelée directement à un moteur Mégy, et une réceptrice donnant le mouvement au pont roulant de MM. Mégy, Etcheverria et Bazan. Le moteur est à quatre pôles; l'anneau est un anneau Gramme; le fer a 0 m. 40 de diamètre extérieur, son épaisseur de 0 m. 06, la longueur de l'anneau, 0 m. 20. Les deux inducteurs en fer ont des noyaux de 0 m. 40 de largeur; ils sont courbés parallèlement à la surface de l'induit; leur épaisseur dans le sens du rayon est de 0 m. 08; ils sont terminés par des épanouissements qui occupent chacun 0 m. 16 sur la surface de l'anneau, soit en tout 0 m. 64, tandis que la circonférence de l'anneau a 1 m. 25; le rapport de la section 8×20 du fer de l'inducteur à la section 12×20 du fer induit est encore plus faible que dans la machine Crampton. La largeur de l'épanouissement a été déterminée expérimentalement par la condition qu'une augmentation de cette largeur ne produisît pas d'augmentation sensible dans le flux, étudié avec l'inductomètre, de l'entrefer de 0 m. 09 entre les épanouissements et l'induit. Dans ces conditions, la force magnétique est très faible sur une grande partie du contour de l'anneau, et l'on peut se proposer de mettre en court circuit les spires qui ne concourent pas utilement à la production de la force électromotrice; le fil induit, se reposant un certain temps à chaque tour, peut supporter une plus forte densité de courant.

Dans ce but, les spires diamétralement opposées étant groupées en quantité comme d'ordinaire dans les machines à quatre pôles, un balai est placé sur le collecteur entre les pôles des deux inducteurs et une paire de balais reliés par un court circuit frotte sur ce collecteur aux points convenables pour mettre en court circuit les spires inutiles qui se trouvent dans le voisinage de la ligne neutre de chaque inducteur.

Sur l'un des côtés de l'induit sont placés deux électro-aimants de faible puissance, excités en série et agissant sur les spires mises en court circuit; ils sont destinés à assurer l'invariabilité du calage des balais.

Les chiffres suivants ont été communiqués au jury par M. Miot. A une vitesse de 850 tours par minute, ou une vitesse linéaire de 17 m. 80, la machine débite 150 ampères, avec 135 volts aux bornes; la densité du courant atteint 6 ampères par millimètre carré sans échauffement anormal; l'excitation est mixte; chaque inducteur porte 4,000 tours de fil fin (13/10 de millimètre), d'une longueur de 2,820 mètres et pesant 32 kilogr. 5, et 30 spires de gros fil (34/10) recevant la moitié du courant général;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on a sur les deux inducteurs 65 kilogrammes de fil fin et 12 kilogrammes de gros fil; les électro-aimants, dits *de compensation*, ont le même poids de gros fil. L'induit a 100 spires d'un double fil de 20/10; le poids du cuivre est de 17 kilogrammes. Les résistances à chaud sont 0,035 pour l'induit, 0,004 pour le gros fil et autant pour les compensateurs, le courant d'excitation étant de 2 ampères, 1 ampère pour chaque inducteur; l'excitation consomme 450 watts et l'induit 787, soit 1,237 en tout, lorsqu'on en a 20,250 aux bornes.

M. Miot estime à 250 watts les pertes dues à l'échauffement du fer de l'induit et aux courants parasites en général; ce chiffre a été obtenu en accouplant sur l'arbre un petit moteur électrique et en notant la différence des puissances absorbées pour faire tourner la dynamo avec et sans excitation des inducteurs.

La réceptrice du pont roulant est construite d'après les mêmes principes; elle est à six pôles; le diamètre extérieur de l'induit est de 0 m. 41, la profondeur du fer 0 m. 05, égale à l'épaisseur de l'inducteur dont l'épanouissement a 0 m. 125. La longueur, dans le sens de l'axe, des inducteurs et de l'induit est de 0 m. 20.

A la même vitesse de 850 tours, on a 220 volts aux bornes, avec 70 ampères de débit total; ce courant se partage entre les trois inducteurs, enroulés chacun de 340 tours de fil de 45/10; la machine étant montée en série, le calage des balais est invariable; une partie des spires induites, équivalente au quart du nombre total, est mise en court circuit; la densité du courant y est de 5.5 ampères par millimètre carré.

III

ACCESSOIRES ET APPAREILS DE SÛRETÉ.

INTERRUPTEURS.

Les interrupteurs ou commutateurs deviennent des accessoires importants dès que l'intensité ou les différences de potentiel mises en jeu deviennent notables; le contact des pièces doit être bon pour éviter les échauffements, et la manœuvre sûre, mais demander pourtant un certain effort; il ne faut pas qu'une cause accidentelle suffise pour changer les contact établis, et ceux-ci sont assurés par des ressorts; il est préférable que l'interruption se fasse à la fois en deux points sur le circuit.

Dans les interrupteurs Postel-Vinay, la pièce mobile est rigide et vient établir le contact contre deux ressorts, qu'on doit forcer légèrement pour amener cette pièce à la position de *circuit fermé*. MM. Cuenod et Sautter ont une pièce carrée montée sur l'axe du commutateur, et deux ressorts qui appuient sur deux faces parallèles du carré; les ressorts s'opposent à la rotation, mais, quand on a dépassé 45 degrés, celle-ci continue d'elle-même jusqu'à ce que le carré ait tourné d'un angle droit; deux des faces sont

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conductrices et les deux autres isolantes. A la Société pour la transmission de la force, la partie mobile est une lame de cuivre repliée sur elle-même en forme de ressort; d'un côté elle vient s'engager entre deux lames fixes quand le courant doit passer; de l'autre côté elle vient, quand le courant doit être interrompu, serrer une tige plus grosse que l'intervalle des deux lames du ressort.

M. Crompton dispose perpendiculairement à l'axe une série de lames minces de cuivre arquées dans le sens de la rotation, et formant ressort, qui viennent s'appuyer sur le bord interne des contacts formés de lames de cuivre épaisses, pliées en arc de cercle; tandis que la Société alsacienne emploie des lames de ressort empilées les unes sur les autres, qui viennent presser de deux côtés sur le contact fixe; de plus, la poignée de manœuvre est reliée aux pièces mobiles par l'intermédiaire d'un mouvement à point mort; c'est un système de deux ressorts qui s'oppose à la première partie du mouvement et précipite la seconde.

M. Cance se sert d'un commutateur à disques. Ce commutateur se compose de disques métalliques isolés les uns des autres et dont la jante est munie de plaques isolantes rapportées, accouplées deux à deux par de forts sabots tournés au même diamètre et appuyés sur les disques par des ressorts à boudin guidés sur la tige de manœuvre des sabots; ils peuvent supporter jusqu'à 1,000 ampères, et servent, soit à insérer un ampèremètre dans le circuit, soit à mettre une machine sur le circuit correspondant à l'aide de verrous.

Chaque verrou est composé de deux tiges cylindriques dont le tiers environ est isolant, le reste métallique; l'ensemble glisse d'un seul coup dans deux paires de bornes, l'une en rapport avec les pôles de la machine, l'autre avec deux disques d'un commutateur, relié à un circuit; chaque circuit et chaque commutateur correspondent à trois verrous, au moyen desquels on peut les faire communiquer soit avec la machine qui doit les alimenter normalement, soit avec l'une ou l'autre des machines de réserve.

Le tableau de dérivation est composé d'une rangée de rhéostats correspondant à chaque lampe, d'indicateur d'allumage, d'un commutateur et d'un coupe-circuit fusible; de plus, un dispositif spécial permet d'intercaler un ampèremètre dans un circuit quelconque, en le substituant au coupe-circuit fusible, sans interrompre le courant; l'ampèremètre est d'abord mis en dérivation sur ce coupe-circuit, puis le fil de plomb est enlevé avec sa douille.

Dans le tableau de M. Crompton, les ampèremètres ne sont pas continuellement en circuit; des commutateurs à deux directions permettent d'y envoyer séparément le courant d'une des dynamos, ou celui d'un des circuits desservis. Le tableau des connexions des dynamos et des circuits a la disposition du commutateur suisse.

Dans les interrupteurs (*switches*) de la Globe electrical C°, on assure une très large surface de contact entre la pièce mobile portée par la manette et les plots; cette pièce mobile est reliée à la manette d'une part par un large ruban de cuivre souple qui joue simplement le rôle de conducteur, et d'autre part par une tige cylindrique fixée à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manette et qui pénètre dans une cavité en y laissant un certain jeu; un ressort à boudin presse la pièce mobile contre le plot et prend son point d'appui sur la manette elle-même, en enveloppant cette tige; le jeu laissé permet à la pièce mobile de s'appliquer parfaitement contre le plot, même si sa surface est usée.

L'Acme C° expose des interrupteurs à déclenchement brusque; le mouvement de la manette fait mouvoir un verrou qui, à un moment donné, laisse agir un ressort arrachant brusquement le contact mobile.

La Compagnie continentale Edison emploie un double verrou en fer à cheval comme interrupteur; une tige, armée d'un fort ressort à boudin, fait corps avec l'étrier; dans la position de fermeture du circuit, le verrou est maintenu par un loquet; quand celui-ci est libéré, le circuit est brusquement ouvert par l'action du ressort; pour fermer le circuit, il faut préalablement bander le ressort en tournant un levier de manœuvre.

On peut avoir intérêt au contraire à éviter une interruption brusque. Dans les grandes transmissions de force, la Société d'Œrlikon place sur le circuit, près de la réceptrice, une tige de charbon entrant dans un fourreau cylindrique; quand on les écarte, l'arc jaillit et prolonge le courant assez longtemps pour éviter tout danger résultant de l'induction des machines sur elles-mêmes; à la génératrice est un interrupteur automatique mettant les électros en court circuit.

PLOMBS FUSIBLES.

Les plombs fusibles (*safety-fuses*) ou coupe-circuits de sûreté sont destinés à empêcher les courants de prendre des intensités dangereuses dans un conducteur ou un réseau de conducteurs.

Ce sont des fils de plomb intercalés dans le circuit à protéger et dont le diamètre est tel qu'ils doivent fondre et interrompre le courant avant qu'il ait atteint l'intensité regardée comme dangereuse. On les emploie aussi bien sur les conducteurs de dérivation que sur les conducteurs principaux et, dans un certain nombre d'installations, les dynamos sont également protégées par ces fils fusibles.

M. Postel-Vinay enferme le coupe-circuit dans un tube en verre dont les deux extrémités sont fermées par des capsules en cuivre serrées entre des vis prises sur les bornes d'entrée et de circuit du courant; lorsque le métal est fondu, le tube est recouvert à l'intérieur d'une couche blanche qui permet de reconnaître facilement le circuit qui a été trop chargé; le remplacement de ces coupe-circuits peut se faire très rapidement.

La Globe electrical C° emploie des feuilles de plomb, dont les extrémités sont renforcées par des feuilles d'étain et soudées à des bandes de cuivre étamé; des feuilles de mica, appliquées sur le plomb, empêchent toute projection de métal fondu. Deux coupe-circuits semblables sont en série l'un au bout de l'autre; une forte bande de cuivre munie d'encoches, placée sur un des côtés de l'appareil, est en communication,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par une de ses extrémités, avec la plaque qui sépare les deux plombs fusibles; suivant qu'elle est abattue à droite ou à gauche, cette bande met en court circuit l'un ou l'autre de ces plombs; si l'une des plaques fond, l'autre peut lui être substituée rapidement.

Les plombs fusibles ne fonctionnent pas toujours d'une manière régulière et ne fondent pas toujours sous l'action du courant qui est présumé dangereux. M. Cockburn, de l'Acme electrical Works, a spécialement étudié cette question et recommande comme plus réguliers des fils en étain supportant en leur milieu un poids proportionné à leur section : à une température inférieure à celle de la fusion de l'étain, celui-ci se ramollit et le poids rompt le fil vers 200 degrés. M. Cockburn croit pouvoir garantir à 10 p. 100 près l'intensité du courant.

On emploie aussi pour protéger les dynamos, des appareils interrupteurs automatiques, qu'on ne saurait songer à établir sur les branchements secondaires.

INTERRUPTEURS AUTOMATIQUES.

L'interrupteur automatique Thury est placé à la suite d'un coupe-circuit fusible; le bras mobile de l'interrupteur, quand le circuit est fermé, est pressé sur deux balais en cuivre formant ressort; mais, comme dans les interrupteurs rapides, il est sollicité par un fort ressort à s'éloigner de ces contacts dès qu'il est dans la position du maximum d'écart des brosses; un aimant solidaire de ce bras est fortement attiré par les pôles d'un électro excité par le courant de l'induit, et contribue à presser les balais; quand le courant change de sens l'aimant est repoussé vivement et entraîne le bras de l'inducteur. Au lieu d'opposer un ressort antagoniste à l'action magnétique, M. Thury enroule aussi sur les noyaux de l'électro du fil fin pris en dérivation sur les bornes, dans le sens voulu pour aider à la répulsion.

Dans les transmissions de force, M Brown, d'OErlikon, emploie une autre disposition; un électro-aimant met en court circuit le fil inducteur de la génératrice dès que ce courant devient trop fort dans la machine.

La Société alsacienne protège chacune des dynamos associées en quantité sur les rails de distribution par un interrupteur qu'un ressort tend constamment à ouvrir; cet interrupteur est enclenché par un petit levier qui est déclenché quand le courant tombe au-dessous d'une certaine valeur; à cet effet, une petite languette, polarisée par une bobine à fil fin, oscille entre les pôles de deux bobines à gros fil et porte un crochet qui maintient l'enclenchement; le ressort antagoniste de la languette déplace le crochet dès que le courant est affaibli.

PARATONNERRES.

Les paratonnerres à pointes ou à papier, du genre de ceux qu'on emploie sur les lignes télégraphiques, ont été souvent insuffisants pour protéger les machines reliées à des réseaux aériens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Thury place entre le paratonnerre et la machine un fort noyau de fer doux sur lequel s'enroule le fil de ligne, puis un condensateur dont une armature est au sol tandis que l'autre est reliée à la ligne; cette disposition s'est montrée efficace dans une installation de l'Oberland que les paratonnerres à pointes n'avaient pas protégée.

Les parafoudres employés par le professeur E. Thomson sont fondés sur la propriété des électro-aimants d'empêcher la production prolongée d'un arc dans le champ magnétique puissant qui existe au voisinage des surfaces polaires; chacun des fils partant de la machine à protéger est, en un point de son parcours, enroulé autour d'un noyau de fer doux en fer à cheval entre les pôles duquel se trouve un paratonnerre à pointes relié à la terre d'un côté, de l'autre à la ligne; quand la foudre frappe la ligne, l'arc formé entre les pointes est éteint avant que le court circuit formé par la terre ait pu produire un effet fâcheux sur la machine.

Ces électro-aimants troubleraient le fonctionnement des machines à courants alternatifs; pour celles-ci le fil de ligne est d'abord replié sur lui-même, puis enroulé sur le noyau de fer comme les fils pour les bobines de résistance dites *sans self-induction*, et c'est au point où le fil est replié sur lui-même qu'est relié le paratonnerre; si la foudre frappe la ligne, le courant, avant d'atteindre la machine, doit franchir l'électro en y entrant par cette partie du fil et, par conséquent, en parcourant dans le même sens les spires que le courant de la dynamo parcourt en deux sens opposés; le courant de la décharge aimante donc l'électro et éteint l'arc du paratonnerre.

Pour les courants continus, M. Sperry emploie un autre dispositif. La plaque du paratonnerre, qui est en communication avec le sol, est mobile autour d'une charnière horizontale; le fil de terre est enroulé autour d'un électro-aimant; celui-ci attire son armature lors du passage de la décharge et dégage la plaque qui s'abat comme un annonciateur. Cette disposition offre l'inconvénient que le paratonnerre n'est plus en état de fonctionner et doit être rétabli après chaque décharge dans son état primitif.

Pour protéger le circuit secondaire et le primaire d'un transformateur alimenté à 1,000 volts, le professeur Thomson joint deux points pris sur les deux branches du circuit secondaire à la terre, en intercalant dans ces jonctions une feuille de papier mince. S'il y a un défaut d'isolement entre les deux circuits du transformateur le papier est percé, l'intensité du courant primaire augmente et le plomb de sûreté qu'il contient est fondu.

ACCOUPLEMENTS.

L'accouplement des moteurs et des dynamos s'est fait presque exclusivement par des courroies ou des cordes, tant que les dynamos d'une faible puissance et d'un petit volume devaient avoir une vitesse angulaire comprise entre 500 et 2,000 tours pour donner au fil induit une vitesse linéaire suffisante, vitesse qui est un des facteurs du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travail que la machine peut absorber. La construction des machines à vapeur rapides ayant fait de grands progrès, il est devenu possible d'accoupler directement les dynamos sur l'arbre du moteur à vapeur. Sans parler du turbo-moteur Parsons, qui fait jusqu'à 9,000 tours par minute et dont l'arbre est simplement le prolongement de celui de la dynamo actionnée, les maisons Sautter-Lemonnier, Bréguet, Cuénod-Sautter construisent des moteurs dits *pilons*, qui tournent à raison de 350 tours; les Ateliers d'OErlikon exposaient aussi une machine de 5 chevaux tournant à 600 tours; ces vitesses sont celles des dynamos de puissance moyenne, auxquelles ces moteurs peuvent être attelés directement, comme Edison l'avait fait dès 1881. Pour les dynamos plus puissantes, dont la vitesse descend à 200 tours et au-dessous, la commande directe paraît de plus en plus en faveur; on va même jusqu'à supprimer le volant de la machine à vapeur que l'anneau induit peut remplacer s'il a un poids et un rayon suffisants.

Dans les machines d'OErlikon, le moteur et la dynamo sont absolument solidaires et fixés sur un bâti commun; les machines Bréguet, Sautter-Lemonnier et Cuénod Sautter ont des bâtis indépendants et la commande est élastique. MM. Sautter et Lemonnier placent sur l'arbre moteur un plateau à chevilles et sur celui de la dynamo autant de lames radiales qu'il y a de chevilles sur le plateau; ces lames ne sont pas absolument rigides et permettent un défaut de parallélisme entre les arbres.

Le mode d'accouplement imaginé par M. Raffard est employé par la maison Bréguet et par la maison Cuénod-Sautter et C^ie^; deux plateaux sont calés sur les bouts des arbres à relier et portent chacun des chevilles perpendiculaires à leur plan, distribuées, en nombre égal pour chaque plateau, sur deux circonférences de diamètres différents; des bandes de caoutchouc embrassent deux chevilles correspondantes, une sur chaque plateau; ces bagues supportent un effort de 35 grammes par millimètre carré en allure normale, mais rompent sous un effort quadruple, ce qui protège la dynamo; l'isolement de la dynamo n'est pas compromis par cet accouplement. Lorsque les efforts à transmettre sont considérables et obligeraient à employer des plateaux trop grands, M. Raffard fixe les chevilles sur des tambours dont l'un est en porte-à-faux. La disposition par plateaux, malgré l'action de la force centrifuge sur les bagues, réussit encore pour des vitesses de rotation voisines de 1,000 tours par minute et des diamètres de 0 m. 50.

MM. Briquet, Wëibel et C^ie^, de Genève, exposaient un autre mode d'accouplement qui permet sans engrenage de doubler la vitesse de rotation; l'arbre de la dynamo porte deux manivelles diamétralement opposées; le rayon de la circonférence décrite par chacune d'elles est égal à la distance des axes de la dynamo et du moteur, axes qui sont parallèles, mais non bout à bout. L'arbre du moteur porte un plateau; un triangle isocèle de dimension invariable est articulé par son sommet à l'une des manivelles, tandis que les deux extrémités de sa base sont reliées par de petites bielles à deux chevilles implantées sur le plateau; l'autre manivelle est reliée de même à une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seconde paire de chevilles placée à 90 degrés de la première sur le même plateau; quand celui-ci a fait un quart de tour, les deux manivelles se sont substituées l'une à l'autre et l'arbre de la dynamo a fait un demi-tour.

IV

APPAREILS DE MESURE.

Les appareils destinés à la mesure des courants (ampèremètres) ou des forces électromotrices (voltmètres), les plus usités dans l'industrie, peuvent se diviser en deux classes : les appareils à aimant permanent, les appareils à fer doux et les appareils sans fer. Dans les premiers, la force antagoniste est demandée tantôt à un aimant directeur, à l'action de la pesanteur ou à celle d'un ressort. On reproche généralement à ces appareils, dans lesquels l'aimant est soumis fréquemment à l'action de forces magnétiques intenses, un affaiblissement progressif du magnétisme de l'aimant mobile ou de l'aimant directeur; le second type des instruments à fer doux paraît se répandre de plus en plus.

Ce type a l'inconvénient de donner pour le même courant (ou la même différence de potentiel) des indications qui dépendent de la manière dont le courant est arrivé à sa valeur actuelle; mais les erreurs qui en résultent restent toujours comprises entre des limites déterminées, et ne croissent pas indéfiniment avec le temps. Le voltmètre Hummel, tel qu'il est construit par M. Henrion, est le type de cette classe d'instruments; des formes différentes sont exposées par la Société Gramme (voltmètre Javaux), MM. Desruelles, Alioth et Cie, etc.; les compagnies Edison et Thomson Houston se servent également d'instruments où l'action d'un solénoïde sur une aiguille ou un barreau de fer doux donne la mesure du courant.

Les électro-dynanomètres sont théoriquement parfaits et l'électro-dynamomètre Siemens est le plus usité pour la mesure industrielle des courants alternatifs; il a l'inconvénient de ne pas être apériodique, d'exiger une manœuvre au lieu de donner par simple lecture l'indication demandée; aussi préfère-t-on souvent des ampèremètres à fer doux en les étalonnant pour la fréquence employée, par comparaison avec l'électro-dynamomètre.

Pour les forces électromotrices élevées, les électromètres statiques sont préférés.

A côté des instruments industriels de mesure proprement dits, se rangent les appareils plus précis que doit posséder toute station centrale, tels que boîtes de résistance, étalons d'intensité ou de force électromotrice, galvanomètres sensibles. La Société continentale Edison, la maison Bréguet, par exemple, emploient des galvanomètres à cadre mobile, type Deprez-d'Arsonval, pour les mesures de courants, en mesurant la différence de potentiel en deux points séparés par une faible résistance, et les forces électromotrices en introduisant dans le circuit du cadre de fortes résis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tances; l'apériodicité de ces instruments, la facilité de lecture que donnent les échelles translucides et leur précision relative infiniment plus grande que celle des instruments à cadrans sont des avantages très précieux.

Dans les formes les plus récentes, les aimants permanents dont on fait usage sont presque complètement fermés par le fer; les forces magnétiques dues aux faibles courants qui traversent les appareils sont insuffisantes pour influencer leur magnétisme, et des étalonnages éloignés de plusieurs mois ne révèlent pas de changements importants. La précision que donnent ces appareils employés comme contrôle presque permanent des ampèremètres ou voltmètres ne saurait être considérée comme excessive et inutile pour l'industrie de l'éclairage; la durée des lampes est profondément affectée par de faibles différences de force électromotrice, d'une part, et la précision de beaucoup de voltmètres industriels est, d'autre part, inférieure à ce qu'indique à l'œil l'éclat des lampes à incandescence.

M. Crompton se sert, dans le même but, d'un potentiomètre, basé sur la valeur de l'élément étalon Latimer-Clark, et renfermé tout entier dans une boîte portative; la précision atteinte est du même ordre qu'avec le dispositif signalé ci-dessus.

APPAREILS À AIMANT PERMANENT.

Les appareils à aimant permanent, et dans lesquels l'aiguille indicatrice est portée par une aiguille aimantée, dirigée par l'aimant et un cadre fixe parcouru par le courant, se présentaient sous deux formes. Dans les appareils de MM. Ayrton et Perry, construits en Angleterre, par MM. Latimer-Clark, Muirhead and C°, ou par MM. Patterson et Cooper, l'aimant permanent en fer à cheval reste armé tant que l'appareil n'est pas en service; l'aiguille, mobile dans un plan horizontal, est actionnée par le courant passant dans deux bobines placées en avant et en arrière de l'aiguille.

La garniture des bobines est constituée par dix fils isolés les uns des autres et câblés; les dix circuits ainsi formés arrivent aux lames d'un commutateur placé sur l'appareil et qui permet de les coupler, soit en quantité, soit en série; cette disposition est appliquée aux voltmètres et aux ampèremètres.

Dans les appareils dits *à arête de poisson*, de M. Marcel Deprez, une lame découpée de fer doux est mobile autour d'un axe parallèle aux branches horizontales d'un aimant en fer à cheval; le cadre galvanométrique rectangulaire enveloppe cette lame dont les déviations peuvent être amplifiées par une cordelette et deux poulies.

M. Carpentier lui donne une forme plus robuste; l'appareil est renfermé dans une boîte circulaire, dans laquelle sont logés deux aimants recourbés, dont les pôles de même nom sont voisins; le cadre galvanométrique logé dans l'espace resté libre au centre est incliné à 45 degrés sur la direction du champ de ces aimants; en son centre, se trouve l'aiguille. Il résulte de cette disposition que des courants égaux et de signe contraire donnent des déviations très différentes; aussi, faut-il avoir soin que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le courant entre toujours par le bouton placé à gauche de l'observateur. Les appareils de ce type, ampèremètres et voltmètres, sont très répandus en France, pour les mesures d'atelier proprement dites.

APPAREILS À CADRE MOBILE.

Le type le plus répandu est le galvanomètre Deprez-d'Arsonval, construit par M. Carpentier; le cadre, très léger, est suspendu verticalement entre les deux branches d'un aimant en fer à cheval, au moyen de deux fils métalliques reliés, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du cadre, et qui servent à y amener le courant, les deux autres extrémités de ces fils sont respectivement fixées à deux points d'attache, de telle façon que l'équipage tourne autour de la ligne formée par ces deux fils placés dans le prolongement l'un de l'autre. La torsion de ces fils fait équilibre à l'action du champ sur le cadre mobile. Le champ magnétique est renforcé par la présence d'un cylindre de fer doux fixe placé à l'intérieur du cadre et autour duquel celui-ci oscille.

Les lectures des déviations se font par la méthode du miroir; M. Carpentier les a facilitées par l'adoption d'une échelle transparente en celluloïd, sur laquelle se projette l'image d'un fil éclairé par réflexion ou par une petite lampe; le fil, l'échelle et l'appareil éclaireur sont portés par le même pied.

M. d'Arsonval emploie un procédé qui se rapproche de celui de Poggendorff et permet la lecture de déviations à moins de dix secondes; l'échelle transparente est divisée en vingtièmes de millimètre; les rayons lumineux qui la traversent passent à travers une lentille convergente, tombent sur un miroir concave (c'est un miroir dont la face postérieure est argentée), porté par le cadre et l'image est observée avec un oculaire grossissant.

En employant comme cadre galvanométrique un cadre métallique dont les deux moitiés symétriques sont formées de deux métaux différents, et suspendu à un fil de cocon, on réunit dans un même appareil, la pile thermo-électrique et le galvanomètre; cette disposition est utile pour l'étude de la chaleur rayonnante.

M. Ém. Gérard, de Liège, construit un galvanomètre de ce type, monté en différentiel, dans lequel on peut faire varier la position des masses polaires appliquées sur le fer à cheval; la suspension est faite par un ressort à boudin en bronze phosphoreux.

M. de Branville exposait également des galvanomètres de ce type, avec deux aimants en fer à cheval, à pôles opposés, produisant le champ directeur, et des galvanomètres d'aimant mobile, du type Wiedemann.

Le galvanomètre Deprez-d'Arsonval peut être employé à la mesure des décharges, comme galvanomètre balistique; M. Carpentier en construit dans lesquels la durée de l'oscillation atteint 7 secondes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPAREILS SANS AIMANT PERMANENT.

Ampèremètre et voltmètre Hummel horizontal. — Dans l'intérieur d'un solénoïde est placée une lame de fer doux, parallèle à l'axe, mobile autour d'un axe parallèle à celui du solénoïde et équilibrée par un contrepoids, la lame est pliée, soit en arc de cercle, soit en développante, et est excessivement légère; elle est pratiquement saturée dans les champs magnétiques produits à l'intérieur du solénoïde et son aimantation n'éprouve que de faibles variations.

Dans les voltmètres construits par M. Fabius Henrion, cette lame, épaisse de $\frac{6}{100}$ de millimètre, ne pèse que 34 centigrammes et l'aiguille, 66; les divisions sont très inégales et sont particulièrement écartées pour les différences de potentiel voisines de la différence normale à entretenir entre les conducteurs principaux de la distribution d'éclairage, applications en vue desquelles ils sont spécialement construits. La quantité de fil est suffisante pour que le voltmètre puisse rester constamment en circuit sans échauffement susceptible de faire varier sa constante.

Dans les ampèremètres et voltmètres construits par la Société des téléphones de Zurich, la lame de fer doux qui porte l'aiguille indicatrice est en forme de crochet et tourne autour d'une de ses extrémités; l'autre extrémité, qui seule pénètre dans le solénoïde, est effilée et percée de trous pour diminuer l'influence du retard d'aimantation et donner une graduation sensiblement équidistante aux environs du potentiel ou du courant normal.

Une forme recourbée de fer doux est aussi employée par M. Alioth; ses instruments ne sont pas construits pour rester en circuit; un bouton latéral doit être poussé à chaque lecture.

Dans ces appareils, la force antagoniste qui dirige l'aiguille est la pesanteur, tandis que dans les appareils Ayrton et Perry, exposés par MM. Patterson et Cooper, le courant à mesurer excite un électro-aimant, dont l'action est contrariée par un ressort; entre autres, cette exposition renfermait un ampèremètre pour 1,500 ampères, consistant en une tige de cuivre de 0 m. 38, pour le passage du courant, entourée d'un anneau de fer doux, interrompu sur une petite longueur et dans cette interruption se meut le petit barreau portant l'aiguille.

Dans les ampèremètres et voltmètres, de MM. Richand frères, un électro-aimant à deux bobines agit sur une double palette de fer doux montée sur un arbre parallèle à celui des bobines. La surface de cette palette est gauche; elle tend donc à tourner sous l'influence du magnétisme des noyaux; dans les voltmètres, le fil est en maillechort et la section suffisante pour que l'échauffement et l'augmentation de résistance qui en résultent soient négligeables; ils peuvent rester en circuit. La palette est sollicitée par un couple assez énergique pour entraîner la plume que MM. Richard emploient dans leurs appareils enregistreurs bien connus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les compteurs des mêmes constructeurs se composent de plateaux ayant une vitesse uniforme de rotation sur lesquels se déplace une roulette; le déplacement de la roulette est produit par un véritable servo-moteur électrique ou relais, qui déplace cette roulette dès que sa position ne correspond plus à celle de l'aiguille de l'ampèremètre (ou du wattmètre) qui n'a d'autre office à remplir que la fermeture des circuits du servo-moteur.

La masse du fer est assez considérable dans ces appareils et le retard à l'aimantation ne permet pas à l'aiguille de suivre avec rigueur les variations du courant; elle est moindre dans le voltmètre Javaux, où deux petits barreaux parallèles à l'axe de la bobine où passe le courant à mesurer repoussent une palette double, montée sur l'axe de la bobine, portant l'aiguille indicatrice et un léger contrepoids. Dans les appareils Desruelles, c'est une lame de fer doux qui repousse une palette de forme spéciale calculée de manière à produire des déviations à peu près proportionnelles aux intensités.

L'enregistreur de la Société alsacienne se compose d'un rouleau de papier télégraphique et de deux électro-aimants : l'un supérieur mesure la tension, l'autre inférieur produit le déplacement du papier. L'armature du premier, sollicitée par un ressort antagoniste, prend une position d'équilibre réglée par la tension à mesurer, elle porte un perforateur. L'armature de l'électro inférieur porte un cliquet agissant sur les galets entre lesquels se déroule la bande de papier. Une pendule commande l'appareil; lorsque le courant passe, le papier est déplacé, l'armature de l'électro supérieur prend sa position d'équilibre; le courant cesse ensuite de passer dans l'électro inférieur dont l'armature en retombant soulève un bloc de cuivre muni d'une rainure qui frappe le papier et l'applique sur la pointe du voltmètre.

L'ampèremètre Evershed est constitué par un solénoïde, dont l'axe est occupé par un arc pivotant sur deux rubis et portant à l'extérieur une aiguille mobile sur un cadran et un léger contrepoids; cet axe porte un cylindre de fer de 0 m. 01 de longueur et 0 m. 003 de diamètre qui lui est parallèle et dans le même plan vertical quand aucun courant ne passe. Deux blocs de fer doux, de 0 m. 01 de longueur et 0 m. 005 de largeur, sont fixés à l'intérieur du solénoïde, transversalement à celui-ci, sur un cylindre de cuivre évidé, au-dessous de l'axe, et de part et d'autre du cylindre de fer doux; cet instrument servait à la mesure des courants alternatifs de la machine Ferranti.

APPAREILS SANS FER.

Les électro-dynamomètres étaient représentés par un modèle de M. Carpentier, qui diffère de l'électro-dynamomètre type de Siemens, parce que le ressort y est remplacé par un fil de torsion pincé à ses deux bouts (modèles de 40 à 100 ampères), et par la série des électromètres « balance » de sir William Thomson, construits par la maison Elliott frères; ces derniers instruments, d'une très haute précision, sont difficiles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à employer sur les courants toujours un peu variables des machines et paraissent plutôt destinés à l'étalonnage d'appareils plus grossiers.

L'ampèremètre étalon de M. Pellat est également une balance électro-dynamométrique, où la bobine fixe, à axe horizontal, agit sur une bobine fixe à axe vertical, suspendue à l'extrémité d'un fléau de balance; l'action est équilibrée par des poids qu'on place dans un plateau suspendu à l'autre extrémité; cet appareil, encore plus délicat que les balances de sir William Thomson, est tout indiqué pour vérifier un élément étalon de force électromotrice.

Les voltmètres électrostatiques industriels sont dérivés de l'électromètre de sir William Thomson; ce savant a même créé une forme industrielle où l'aiguille, montée sur pivot, est formée de deux quadrants opposés et se meut en face de deux quadrants fixes; elle porte un contrepoids, et sa déviation indique la différence de potentiel; le même appareil peut servir pour des forces différentes, en changeant le contrepoids; à déviation égale, les différences de potentiel sont proportionnelles aux racines carrées de ces poids. L'instrument n'est pas apériodique, M. Carpentier lui a donné cette qualité en remplaçant l'aiguille par deux quarts de cylindre à axe vertical qui se meuvent en face d'un cylindre en acier, divisé en quatre parties qu'on utilise, comme les quadrants de l'appareil Thomson, par la méthode de M. Joubert qui consiste à charger l'aiguille et une des paires de quadrants au même potentiel; l'acier est aimanté, ce qui détermine l'apériodicité. M. Crompton se servait de cet instrument dans son éclairage par lampes en série à 1,300 volts.

Le capitaine Cardew a le premier réalisé un voltmètre industriel fondé sur les effets calorifiques des courants; son appareil se compose d'un fil de très petit diamètre (4 à 6 centièmes de millimètre) aux extrémités duquel est appliquée la différence de potentiel à mesurer; la dilatation du fil est amplifiée et mesurée.

Le même principe a été appliqué par MM. Ayrton et Perry à la construction de voltmètres pour des différences de potentiel de quelques volts seulement, appareils dans lesquels ils emploient un ressort, dit *amplificateur,* en spirale, dont une extrémité, suspendue par un fil fin, porte l'aiguille qui se déplace sur un cadran divisé, tandis que l'autre appuie sur un fil fin parcouru par le courant et tendu entre deux bornes. Ce fil est protégé par un fil fusible, sur lequel est reportée toute la différence de potentiel dès que l'échauffement et, par suite, la flèche du fil fin dépassent une grandeur fixée à l'avance par l'établissement d'un contact qui met ce fil fin en court circuit. Les bornes sont portées par un tube entourant le fil et de même métal, de manière à éviter les perturbations causées par les changements de la température ambiante.

En dehors de ces appareils, les maisons Elliott frères, Clark et Muirhead, et Carpentier exposaient des boîtes de résistance, soit seules, soit montées en pont de Wheatstone, des condensateurs, clefs de décharge, galvanomètres astatiques de sir William Thomson, et les appareils accessoires nécessaires pour les mesures de résistance,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'isolement, de capacité, construits avec grand soin, et des étalons d'une haute précision appropriés aux recherches scientifiques les plus délicates et appréciés dans le monde entier.

D'autres exposants, parmi lesquels MM. Gaiffe, Desruelles et Chauvain, Mandroux, s'étaient surtout proposés de construire des appareils peu coûteux, d'une précision suffisante, et groupés de la manière la plus simple et sous le plus petit volume. M. Crompton emploie un potentiomètre très portatif pour l'étalonnage des voltmètres industriels. L'exposition de l'Administration des postes et télégraphes renfermait également un certain nombre d'appareils destinés aux mesures et vérifications usuelles, parmi lesquels on citera la disposition du pont de MM. Bayol et Dériès pour l'application de la méthode de Mance à la localisation des défauts dans les câbles. Pour passer rapidement d'une valeur des branches de proportion de la résistance fixe à une autre, tout en conservant le même rapport à ces branches, le déplacement d'une seule cheville suffit. En face d'une barre de cuivre, en rapport avec l'un des pôles de la pile, sont des plots; chacun d'eux est réuni aux deux extrémités de la diagonale où se trouve le galvanomètre par deux résistances dont le rapport est le même pour les divers plots; les valeurs absolues différant d'un plot à l'autre, en enfonçant des chevilles entre les divers plots et la barre, on change la valeur des branches sans changer leur rapport.

MESURE DES CHAMPS MAGNÉTIQUES.

L'inductomètre Miot est destiné à la mesure des champs magnétiques industriels; c'est une adaptation du galvanomètre Lippmann; il se compose de deux parties : l'une, manométrique, est formée de trois tubes verticaux portés sur une planchette et communiquant entre eux à la partie supérieure; ils portent chacun vers leur extrémité inférieure un renflement sphérique destiné à recevoir du mercure; une tubulure portée par les ampoules des deux tubes latéraux sert à l'amenée et à la sortie du courant; dans le tube du milieu, le mercure est surmonté d'un liquide léger, de l'alcool par exemple; trois tubes de caoutchouc réunissent ces tubes par leur partie inférieure à l'autre partie de l'appareil ou explorateur proprement dit; celui-ci est formé de trois tubes de verre à section très aplatie, réunis à leur partie inférieure par un autre tube également aplati. On sait que si l'on remplit de mercure cet explorateur ainsi que les tubes de caoutchouc qui le font communiquer au manomètre décrit plus haut et qu'on place l'instrument dans un champ magnétique uniforme, le passage d'un courant à travers le mercure déterminera une élévation de la colonne d'alcool proportionnelle à l'intensité du courant et à la valeur du champ.

Pour graduer l'instrument, on le place dans un champ uniforme; on fait passer un courant dans le mercure de l'appareil et dans un fil horizontal de longueur l suspendu dans le même champ au fléau d'une balance; on observe la force F qui sollicite ce fil, la hauteur h à laquelle le liquide est soulevé; le rapport de F à l est le produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'intensité i du courant par la force H du champ; on a donc la valeur de la constante de l'appareil ou rapport de la hauteur h au produit iH, et on s'en servira pour mesurer un champ magnétique en le faisant traverser par un courant d'intensité connue. La forme aplatie donnée aux tubes de l'explorateur permet de l'introduire dans des espaces très étroits; dans un des modèles de M. Miot leur épaisseur est de 8 dixièmes de millimètre; il peut supporter un courant de 2 ampères et accuse un champ de 400 unités; un autre modèle, plus sensible, a une épaisseur de 0 m. 002 à 0 m. 003, et supporte normalement un courant de 4 ampères; dans ces conditions la dénivellation est de 0 m. 001 par 100 unités magnétiques (C. G. S.).

V

RÉGLAGE DES MACHINES.

Les régulateurs sont des organes nécessaires des distributions en série, telles qu'elles sont en usage en Amérique; ils ont pour but de rendre l'intensité dans le circuit constante, quelles que soient les variations de vitesse du moteur et les variations du nombre de lampes allumées; en Europe on s'est peut-être attaché davantage à rendre constante la vitesse des moteurs, au moins dans toutes les installations importantes, et les régulateurs ne sont guère employés que dans les usines où le moteur, non spécialement consacré à l'éclairage, peut subir des variations brusques; beaucoup de constructeurs supposent qu'avec une vitesse régulière et un enroulement mixte, un régulateur est inutile, et que, pour les stations centrales, rien ne peut remplacer le réglage à la main d'une résistance variable introduite dans le circuit d'excitation qui est alors simplement en dérivation.

Néanmoins, un grand nombre de régulateurs automatiques ont été construits; ils agissent soit sur la vitesse du moteur (Parsons), soit sur la résistance de réglage (distribution par dérivation en Europe), soit sur le calage des balais (distribution en série Thomson-Houston, Sperry) de la machine elle-même, ou de son excitatrice (Heissler). Comme dans les lampes, le régulateur doit être à la fois puissant et énergiquement amorti pour éviter l'établissement d'un régime périodique et oscillatoire de l'élément (intensité ou potentiel) que l'on veut régulariser.

La dynamo Parsons, actionnée par le turbo-moteur du même inventeur, a un régulateur du potentiel agissant sur la valve d'admission de la vapeur. Un ventilateur est fixé sur l'arbre du moteur et tourne avec lui; ce ventilateur ou pompe à air fait le vide dans un soufflet en cuir épais, et, grâce à l'énorme vitesse de la machine, peut y produire des dépressions notables, jusqu'à 0 m. 30 d'eau pour une vitesse de 9,000 tours. L'intérieur du soufflet est mis en communication avec l'atmosphère en temps normal, mais dès que le tuyau qui y amène l'air est partiellement obstrué, une succion énergique s'exerce à son intérieur; il se contracte sous l'influence de la pression atmosphé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rique, et entraîne l'extrémité du levier qui commande la valve d'admission. Le tuyau d'arrivée de l'air dans le soufflet débouche au sommet de la culasse des électro-aimants inducteurs; l'ouverture de son édifice est réglée par la position d'une pièce de fer doux. Celle-ci est mobile autour d'un axe vertical, et est sollicitée, d'une part, par un ressort antagoniste, de l'autre, par le magnétisme des inducteurs, qui tend à l'orienter suivant le plan des deux branches du fer à cheval; en effet, le culasse est taillée suivant un plan horizontal que la palette de fer doux rase dans son mouvement. La position d'équilibre de cette palette, et par suite le vide produit dans le soufflet, dépend donc de l'excitation, et l'admission de la vapeur est réduite dès que la force électromotrice de la machine (qui est excitée en dérivation) s'élève au-dessus de la normale.

La Société pour la transmission de la force exposait une disposition de M. Marcel Deprez, servant à la fois de dynamomètre et d'organe de réglage des balais.

Le système inducteur tout entier est relié à un double balancier en acier, centré sur la tête du palier de l'arbre de rotation, et appuyé sur le secteur d'un couteau; les extrémités de ce balancier portent sur quatre ressorts (semblables aux ressorts dits *de choc et de traction des chemins de fer*); l'inclinaison du balancier est proportionnelle au couple appliqué au système inducteur, et résultant de l'action du courant induit sur les masses magnétiques des inducteurs; la valeur de ce couple à chaque instant est donc facile à connaître. Un système enregistreur permet en outre de connaître le travail correspondant; à cet effet, une roulette est entraînée par un plateau qui reçoit son mouvement de l'axe de la machine par une vis sans fin; la distance du point de contact de la roulette au centre du plateau est réglée par l'inclinaison du balancier et lui est proportionnelle; la vitesse angulaire de la roulette est proportionnelle à la puissance, et son déplacement total, mesuré par un compteur de tours, au travail pendant un temps donné.

M. Marcel Deprez a profité de ce que ce couple est, comme le calage des balais, fonction de l'intensité du courant induit, pour faire régler par le balancier la position du porte-balais par l'intermédiaire de secteurs dentés, dont la forme est à déterminer expérimentalement.

L'organe essentiel du régulateur Clerc est une bobine agissant sur un tube de fer doux, attaché à un fléau de balance, dont l'autre côté porte un contrepoids réglable; sur le fléau sont fixées deux pointes platinées; suivant que le fléau est incliné dans un sens ou dans l'autre, ces pointes, en plongeant dans des cuves à mercure, ferment le circuit dans l'une ou l'autre de deux bobines à grande résistance formant relais. Quand le courant passe dans une de ces bobines, il attire une palette fermant le circuit d'une grosse bobine sur deux charbons, ce genre de contact n'étant pas altéré par les étincelles.

Ces deux grosses bobines sont placées sur le prolongement l'une de l'autre et actionnent un noyau de fer doux placé suivant leur axe; c'est ce noyau soumis à des efforts considérables (25 kilogrammes) qui entraîne les porte-balais glissant sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

touches du rhéostat qui règle le fonctionnement de la dynamo, par l'intermédiaire d'un échappement.

Le porte-balais actionne par engrenages une roue à quatre ailettes; ces ailettes, à chaque quart de tour, viennent frapper sur un butoir qui les arrête; ce contact fait passer un courant dans un électro-aimant, et le mouvement de l'armature dégage l'ailette; le porte-balais continue sa course pendant un quart de tour et s'arrête de nouveau.

Comme appareil de sûreté, une sonnerie est mise en activité dès que le déplacement du noyau atteint certaines limites.

Le balai à grande surface est formé d'anneaux de fil souple réunis par une gaine commune.

Ce régulateur fonctionne à la station centrale du Faubourg-Montmartre.

Beau et **Bertrand-Taillet.** — Une partie du fil dérivé dans lequel passe l'excitation de la dynamo est enroulé autour d'un électro-aimant en fer à cheval, dont les pôles sont des pièces rectangulaires très allongées, perpendiculairement aux branches et au champ magnétique. Des armatures, au nombre de 20, sont fixées sur l'une des pièces polaires; leurs autres extrémités sont maintenues en regard de l'autre pièce polaire par autant de ressorts et de contrepoids antagonistes; un rhéostat est disposé en dessous, de telle sorte que quand une armature cède à l'attraction de l'électro, elle introduit une des résistances du rhéostat dans le circuit. Les contrepoids sont réglés approximativement de manière à être attirés quand la différence de potentiel aux bornes est la différence normale.

Lorsque celle-ci croît, par un changement de vitesse par exemple, les résistances sont introduites successivement dans le circuit, l'égalité absolue d'action sur les armatures n'étant ni possible à atteindre, ni même recherchée; il est clair que la résistance en dehors du rhéostat doit être réglable, de manière qu'à la vitesse moyenne, et à la différence moyenne de potentiel, la moitié des armatures soit attirée.

Société suisse de construction de locomotives, à Winterthur. — Un solénoïde monté en dérivation sur les bornes de la machine attire un noyau de fer doux suspendu à un fléau de balance, et équilibré par un vase rempli de mercure. D'autre part, un rhéostat en maillechort est intercalé dans le circuit inducteur; les extrémités des résistances qui le constituent sont en relation avec autant de pointes fixes placées au-dessus du mercure, mais de longueurs différentes; à mesure que la tension diminue aux bornes, un nombre croissant de ces pointes plonge dans le mercure, et les résistances sont mises successivement en court circuit.

Le même principe est employé par la Société alsacienne des constructions mécaniques; le noyau de fer a une section variable calculée de manière à produire une attraction sensiblement constante, quelle que soit sa position dans le solénoïde, ce qui est important pour que le réglage se fasse réellement à potentiel constant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les deux appareils, un amortisseur à glycérine modère les mouvements du vase à mercure.

L'introduction plus ou moins rapide des tiges dans le vase à mercure change l'action de la gravité sur le mercure, et détruit l'équilibre qu'on a cherché à établir entre l'attraction normale du fer dans le solénoïde et le poids du vase de l'autre; pour compenser cette augmentation apparente de poids, la maison Alioth a proposé la disposition suivante : l'un des bras de levier qui guident le fer doux a son arête supérieure profilée de telle sorte qu'un contrepoids à roulette porté par elle s'y déplace horizontalement quand le fer se déplace verticalement; le profil est calculé de manière que ce déplacement horizontal équilibre la variation de poids.

Le professeur E. Thomson avait exposé un régulateur du même type.

L'armature d'un électro-aimant actionné par le courant est équilibrée par un contrepoids; elle est reliée à une tige horizontale, portant un certain nombre de tiges verticales de longueurs décroissantes qui viennent successivement plonger dans un nombre égal de godets à mercure, et mettent ainsi en court circuit les diverses résistances d'un rhéostat, à mesure que l'attraction diminue.

Dans le régulateur d'Œrlikon, le contact mobile est porté par une vis sans fin terminée par un disque à chaque extrémité; de chaque côté de cette vis et dans son prolongement sont deux arbres recevant par une poulie leur mouvement de la dynamo portant chacun une bobine et marchant en sens contraire; l'électro-aimant régulateur monté en dérivation sur les balais fonctionne comme un relais, et envoie un courant dérivé dans la bobine de gauche ou dans celle de droite, suivant que la différence de potentiel est supérieure ou inférieure à la tension normale; la vis sans fin est alors entraînée dans un sens ou dans l'autre par l'adhérence de l'un des disques sur le noyau de la bobine qui se trouve excitée.

Le régulateur automatique de la Société des téléphones de Zurich est analogue. L'axe du rhéostat porte un bouton molleté actionné par une vis sans fin, dont l'axe porte un galet compris entre deux poulies de friction recevant leur mouvement de la dynamo; ce galet est appuyé sur l'une ou l'autre poulie par l'action de deux électro-aimants; le courant est envoyé dans l'un ou l'autre de ces électros par un relais qui consiste en un barreau de fer suspendu par des cordes, et formant le noyau d'un solénoïde en dérivation sur les bornes; la pesanteur fait fonction de ressort antagoniste.

Les régulateurs de tension de M. Thury sont de deux types. Dans le premier, un axe horizontal porte à l'une de ses extrémités une poulie commandée par l'arbre de la dynamo ou de son moteur, deux cônes de friction en son milieu, et se termine par un disque qui est attiré à droite ou à gauche, suivant que la tension est supérieure ou inférieure à sa valeur normale; par conséquent, l'un des deux cônes entraîne une poulie horizontale commandant par une vis sans fin une roue dentée montée sur l'axe de la manette du rhéostat. Le disque est placé entre les pôles de deux électro-aimants qui déterminent son mouvement.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La modération ou l'amortissement du régulateur est l'objet d'une disposition spéciale. L'axe de la manette porte une seconde roue dentée engrenant sur une crémaillère reliée à un levier qui porte le contact destiné à envoyer le courant dans l'un ou l'autre des électro-aimants; il en résulte que lorsqu'un de ces électro-aimants agit, il interrompt par là même le courant qui l'a excité et que le mouvement de la manette se fait *step by step*, ou pas à pas, sans que celle-ci puisse dépasser la position convenable pour le réglage.

Dans le second type, le mouvement de la manette est déterminé par un petit moteur; lorsque le contact mobile porté par l'électro-régulateur bute sur l'un ou l'autre des contacts fixes, ce courant, toujours de même sens dans les inducteurs du petit moteur, change de sens dans l'induit; à cet effet, celui-ci prend le courant d'une part sur le milieu d'une dérivation prise aux extrémités des inducteurs, et, de l'autre, sur le contact mobile, c'est-à-dire sur l'une ou l'autre extrémité du circuit des inducteurs, qui sont eux-mêmes en dérivation sur l'électro-régulateur.

Régulateur Henrion. — Un levier reçoit, par l'intermédiaire d'une poulie commandée par la machine et d'un excentrique, un mouvement oscillatoire; son extrémité supporte un double cliquet en fer. Deux roues à rochet, solidaires l'une de l'autre et dont les dents sont taillées en sens inverse, sont portées par l'axe de la manette du rhéostat et peuvent être actionnées par le double cliquet lorsque celui-ci est dérangé de la position qu'il prend naturellement sous l'influence de la pesanteur. Au-dessus du cliquet sont deux électro-aimants; si l'un de ceux-ci est excité, il attire la branche correspondante du cliquet, la soulève et, par suite, abaisse l'autre, qui peut alors engrener sur la roue à rochet correspondante et entraîner l'axe du rhéostat. Pour que l'appareil règle la différence de potentiel, il suffira donc de disposer l'électro-aimant régulateur de manière à exciter l'un ou l'autre électro, suivant que cette différence est plus grande ou plus faible que la différence normale.

Sur un principe identique, avec un électro-aimant en série et en agissant sur le porte-balai, M. Henrion construit un régulateur d'intensité qu'il utilise pour l'éclairage par arcs en série.

Le régulateur Dujardin se compose de deux parties, un électro régulateur dont l'armature, suivant qu'elle obéit à l'action de l'électro ou à celle du ressort antagoniste, envoie le courant dans l'un ou l'autre de deux électro-aimants agissant chacun à la manière d'un trembleur sur une roue à rochet; ces deux roues, qui ont leurs dents entaillées en sens contraire, sont montées sur l'axe dont la rotation détermine l'introduction ou la suppression des résistances de réglage. La taille des dents du rochet et celle du cliquet sont combinées de telle sorte que le cliquet n'entraîne la roue que vers la fin de la course de l'armature, lorsque la force attractive est à son maximum.

M. Maquaire a appliqué à la régularisation des machines le même principe, qu'on retrouve dans ses lampes; le moteur est encore une petite dynamo marchant dans un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sens ou dans l'autre, suivant que l'armature d'un électro-aimant porte sur l'une ou l'autre des butées qui limitent sa course.

Les machines Sperry sont munies d'un régulateur d'intensité. Ce sont des machines en série, et l'organe principal est une palette de fer doux placée sur le côté de la machine et dont la position, réglée par l'attraction qu'elle subit de la part des inducteurs, dépend par conséquent de l'intensité du courant. Un petit chariot reçoit, par un excentrique qui prend son mouvement sur l'arbre de la dynamo, un mouvement permanent de va-et-vient; il porte deux cliquets réunis par une tige articulée. Suivant la position donnée à la tige articulée, l'un ou l'autre cliquet mord sur une crémaillère reliée au porte-balais et fait marcher les balais dans un sens ou dans l'autre (ceci est déjà ancien et se trouve dans le régulateur Hochausen, par exemple). La tige articulée est liée à la palette de fer doux, de sorte que les balais sont déplacés jusqu'à ce que l'intensité soit l'intensité normale. D'après M. Sperry, ce réglage permettrait d'éteindre 50 p. 100 des lampes (en série) du circuit sans que l'intensité varie. Par suite de la déformation du champ magnétique, quand la position des balais a été par trop altérée, l'attraction sur la palette ne serait plus la même pour la même intensité et l'appareil ne réglerait plus lorsqu'on éteint un plus grand nombre de lampes. Pour parer à cet inconvénient, la crémaillère porte une came agissant sur un levier dont le déplacement fait tendre un ressort qui ajoute son action à l'action magnétique qui s'exerce sur la palette; cette came n'entre en jeu que lorsque les balais sont très éloignés de la ligne neutre. Si le déplacement des balais et les modifications ainsi apportées dans le champ magnétique sont une cause de troubles, il semble qu'on les éviterait en actionnant le régulateur par un électro-aimant ordinaire placé dans le circuit.

La machine à courants alternatifs employée par M. Heisler est semblable à la machine Gramme dite *auto-excitatrice;* les électro-aimants inducteurs forment un pignon mobile à l'intérieur du cylindre formé par la juxtaposition des bobines induites, et l'axe de ce pignon porte un ventilateur et une petite machine Gramme à courant continu. La machine exposée alimentait, à la vitesse de 600 tours, deux circuits induits distincts, laissant passer chacun 5 ampères avec une force électromotrice de 1,750 volts. Les électro-aimants sont au nombre de 16, et chacun des deux circuits induits comporte le même nombre de bobines. L'excitatrice est enroulée en série, mais à 4 pôles et d'une force électromotrice de 75 volts, de sorte que ses balais, seule partie de la machine saillante à l'extérieur d'une enveloppe générale en fer, peuvent être maniés sans inconvénient. Le rendement commercial de la machine est annoncé de 66 p. 100.

Le régulateur d'intensité est la partie originale de la machine; il se compose de deux organes : l'un, simple, agit sur les balais de l'excitatrice pour en modifier le calage; le second, double, introduit des résistances variables dans les deux circuits alimentés par la machine.

L'axe de chaque rhéostat porte une roue dentée; d'autre part, deux doigts sont placés aux extrémités d'un diamètre et reçoivent un mouvement de va-et-vient de l'arbre même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la dynamo; l'armature d'un électro-aimant parcouru par le courant principal fait agir l'un ou l'autre des doigts suivant que le courant a une intensité plus forte ou plus faible que l'intensité normale; un second mécanisme fait tourner le porte-balais dans le sens d'une diminution de force électromotrice, tant que l'un des deux rhéostats n'est pas en court circuit, ou en sens inverse quand ce court circuit a lieu. En marche normale, le rhéostat qui correspond au circuit le plus chargé est en court circuit; on s'efforce, par une installation judicieuse, de rendre les charges des deux circuits aussi égales que possible.

RÉGLAGE À LA MAIN EDISON.

L'appareil régulateur est un pont de Wheatstone dont une branche est constituée par une lampe, tandis qu'une autre branche contient une résistance variable (fil de maillechort enroulé en hélice et dont une longueur variable est introduite dans le circuit par le déplacement d'un contact parallèlement à l'axe de l'hélice). Une des diagonales contient le galvanomètre, dont l'aiguille entraîne avec elle une bande de papier portant une tache noire qui se trouve en face d'un index fixe quand l'aiguille est dans sa position d'équilibre. Tout le système est protégé contre les actions magnétiques extérieures par une enveloppe de fer, comme dans le galvanomètre marin de sir W. Thomson. Les extrémités de l'autre diagonale sont reliées aux points dont la différence de potentiel doit être réglée. La résistance de la lampe étant variable avec la température du charbon et, par conséquent, avec cette différence de potentiel, la position du contact sur le rhéostat correspondant à l'équilibre du pont varie aussi avec la différence du potentiel, et l'on peut placer en face de ce contact une échelle graduée en volts, indiquant la différence de potentiel pour laquelle l'équilibre est obtenu avec la position correspondante du contact. Il suffit donc de placer le contact en face de la division de l'échelle marquée 110, par exemple, puis de manœuvrer les rhéostats réglant le champ magnétique de la dynamo jusqu'à ce que l'aiguille soit revenue à sa position d'équilibre, pour obtenir 110 volts de différence entre les deux points auxquels sont reliées les bornes de l'appareil.

Pour égaliser les tensions aux différents points du réseau des conducteurs, on se sert de galvanomètres différentiels dont chaque cadre a une forte résistance. Une paire de bornes est en rapport avec les deux points dont la différence de potentiel doit être réglée, et l'autre avec les bornes de l'appareil régulateur décrit ci-dessus.

La Société alsacienne emploie comme avertisseur de tension un système de deux sonneries de hauteurs différentes; le courant est envoyé dans l'une ou l'autre suivant que la tension est plus ou moins élevée que les limites entre lesquelles elle doit rester, par un contact mobile entre deux butées et porté par l'armature d'un électro en dérivation faisant fonction de voltmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉCLAIRAGE.

VI

LAMPES À ARC ET À INCANDESCENCE.

LAMPES À ARC.

Les lampes à arc sont toutes munies de mécanismes régulateurs destinés à maintenir l'écartement des charbons, malgré leur usure. Ce résultat peut être atteint par divers procédés. Quand les lampes sont seules sur un circuit, comme dans la distribution en dérivation, on cherche à régler l'intensité du courant; l'organe régulateur est un électro-aimant en série, parcouru par le courant qui passe entre les charbons. Cet électro-aimant de réglage doit être mis en dérivation sur les charbons lorsqu'on se propose de maintenir uniforme la différence de potentiel entre ceux-ci, ce qui est nécessaire quand les lampes sont placées à la suite les unes des autres dans un même circuit, ou bien, suivant le principe introduit par Siemens, la lampe peut être différentielle, et l'on cherche alors à maintenir constant le rapport entre la différence de potentiel des charbons et l'intensité du courant; ces dernières lampes règlent aussi bien avec l'un ou l'autre mode de distribution.

L'action de l'organe de réglage n'est réellement continue que dans les lampes Bréguet, Thury, Pilsen, Doubrava; dans les autres il ne fonctionne que lorsque la longueur de l'arc dépasse une certaine limite; les charbons sont alors rapprochés soit par l'action de la pesanteur ou d'un rouage d'horlogerie, soit par l'action d'un moteur électrique; il peut arriver alors que le rapprochement des charbons soit trop prononcé; cet inconvénient peut être évité par un amortissement énergique, ne permettant pas au charbon de prendre une vitesse appréciable, ou par une série de petits arrêts successifs dans le mouvement de descente; malgré ces précautions il peut être utile que le mécanisme permette un léger mouvement d'écart des charbons, au cas où ils seraient trop rapprochés (comme les lampes Gramme et Thomson-Rice), et ne leur permette pas de coller. L'amortissement, mécanique ou électrique est également nécessaire dans les lampes à action continue, pour éviter que les charbons ne prennent un mouvement oscillatoire.

Il est de plus très important, dans le cas où plusieurs lampes sont dans le même circuit, que toute lampe dont le fonctionnement est suspendu accidentellement soit mise en court circuit automatiquement (*cut-out*).

Le fonctionnement régulier ne peut être assuré que par des organes suffisamment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puissants, pour vaincre les causes accidentelles de dérangement, et dont la marche absorbe nécessairement une quantité d'énergie notable, qni peut s'élever à 10 p. 100 de la quantité absorbée par la lampe; de plus, beaucoup de lampes en dérivation n'ont une marche satisfaisante qu'à la condition d'intercaler dans le circuit une résistance, de sorte que la force électromotrice disponible doit s'élever à 65 ou 70 volts, tandis que la lampe n'en absorbe que 40 ou 45; cet excédent de force électromotrice s'abaisse rapidement à mesure qu'on introduit des lampes dans le même circuit; aussi constate-t-on une tendance marquée à associer deux ou quatre lampes en série, ce qui ne demande qu'une force électromotrice de 110 ou de 200 volts. Il paraît indispensable en effet, pour maintenir une intensité constante dans un circuit dont les extrémités ont une différence de potentiel à peu près constante, déterminée par la distribution, tandis qu'il est le siège d'une force électromotrice variable, que les variations de celles-ci ne soient qu'une fraction de la force électromotrice qui détermine le courant, c'est-à-dire de l'excès de la différence de potentiel de la distribution sur celle des charbons. Aussi non seulement la sensibilité du réglage, et l'allure de la machine, mais la nature des charbons et la longueur de l'arc ont-elles une influence marquée sur la résistance auxiliaire qui doit être introduite dans le circuit. Pour se mettre à l'abri de ces causes d'erreur, le jury, dans les quelques expériences auxquelles il a procédé, s'est servi des mêmes charbons et d'accumulateurs comme générateurs de courant. Un ampèremètre et un voltmètre enregistreurs indiquaient les variations du courant et de la différence de potentiel aux bornes de la lampe, et l'on faisait varier le nombre des accumulateurs et la résistance. Dans ces conditions, évidemment plus favorables que celles de la pratique courante, on a pu, avec quelques régulateurs, obtenir une marche satisfaisante sans résistance intercalée autre que celle des charbons et des organes de réglage.

Le jury a tenu compte, dans ses appréciations, de la délicatesse des organes, de leur sensibilité aux mouvements des lampes, de l'influence possible des poussières et de l'humidité, ainsi que des résultats fournis, pour un certain nombre d'entre elles, par leur fonctionnement même à l'Exposition.

Dans la description sommaire qui suit, sont énumérées d'abord les lampes où le poids du porte-charbon ou un ressort est le seul moteur, puis celles où le moteur est électrique. Presque tous les types sont susceptibles d'être modifiés de manière à fonctionner sur des distributions en série ou en dérivation, à avoir un point lumineux fixe, ou à pouvoir user successivement plusieurs paires de charbons. Parmi les lampes où le moteur est le poids des porte-charbons, on a décrit d'abord celles où le même électro-aimant sert à l'allumage et au réglage, puis celles où deux électro-aimants distincts ont à remplir ces fonctions. Parmi les lampes à moteur électrique on a décrit d'abord celles où l'action du moteur est continue, puis celles où il n'entre en jeu que lorsqu'un réglage est nécessaire, ou à action intermittente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LAMPES À ÉLECTRO UNIQUE.

La lampe Cance n'a pas subi de modification depuis 1881. Le poids des porte-charbons est le moteur; l'allumage et le réglage sont produits par une seule paire de solénoïdes, en série dans le circuit principal. L'équipage des porte-charbons (la lampe est à point lumineux fixe) est porté par un écrou (écrou moteur) mobile le long d'une vis centrale verticale, mobile entre deux pivots; l'équipage étant guidé, l'écrou ne peut se déplacer qu'en faisant tourner la vis; un autre écrou (dit *régulateur*) est placé plus haut sur la vis, à peu de distance au-dessus d'un plateau percé d'un trou central pour laisser passer la vis; ce plateau repose sur les noyaux ou armatures des solénoïdes. Quand le courant est lancé dans la lampe, ces noyaux soulèvent le plateau, celui-ci soulève l'écrou supérieur dont le mouvement est transmis par la vis à l'écrou des porte-charbons; quand le courant s'abaisse au-dessous de sa valeur normale, les ressorts antagonistes font descendre le noyau et le plateau, et dès que celui-ci cesse de presser sur l'écrou supérieur, les charbons sont libres de se rapprocher sous l'action de leur poids; le frottement de la base de l'écrou supérieur sur le plateau est l'équivalent du frottement des sabots contre les volants des autres systèmes à électro unique.

Les noyaux des solénoïdes sont sollicités vers le bas par des ressorts antagonistes; leur mouvement vers le haut est limité par un cylindre de fer creux, placé à l'intérieur des solénoïdes et qui en occupe la partie supérieure.

Ces lampes se construisent pour des courants variant de 3 à 6 ampères, pour le petit modèle, jusqu'à 50 ampères pour les gros foyers; munies de globes opalins d'un petit diamètre, elles produisent un éclairage très uniforme; bien que le même principe puisse s'appliquer à des lampes différentielles, ces lampes sont généralement montées en dérivation sur des distributions à potentiel constant, et munies chacune de commutateur avec rhéostat et coupe-circuit.

La parfaite régularité de la lumière donnée par ces lampes, munies il est vrai de résistances extérieures très notables, a été très appréciée depuis leur apparition.

La lampe d'Oerlikon, pour montage en dérivation, est d'une grande simplicité. Le porte-charbon supérieur porte une crémaillère engrenant sur un pignon dont l'arbre porte deux roues de frein en fer. Le sabot de ce frein est l'extrémité d'une tige se déplaçant dans l'intérieur d'un puissant solénoïde parcouru par le courant de la lampe; cette tige est guidée dans un tube qui peut prendre un petit mouvement de rotation autour d'un axe horizontal placé à la partie supérieure, et dans lequel la tige peut glisser. Au repos les deux charbons sont au contact; quand le courant passe, la tige est aimantée, adhère fortement aux roues de frein qu'elle entraîne en montant, et écarte les charbons jusqu'à ce que le courant soit descendu à sa valeur normale; lorsqu'il tombe au-dessous, le poids du porte-charbon supérieur l'emporte sur le frottement et l'arc se raccourcit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si, par suite de rupture ou par toute autre cause, le courant s'affaiblit trop, l'extrémité de cette tige rencontre une dent oblique placée sur la plate-forme qui porte le bâti des roues de frein, et cette dent l'écarte; elle cesse de faire frein et les charbons retombent brusquement au contact. La lampe règle dans les deux sens.

Les diamètres de la tige et du tube sont assez peu différents pour que ce tube joue le rôle d'amortisseur à air, et il n'y a aucun mouvement oscillatoire.

Le fonctionnement d'une de ces lampes, réglée pour un courant de 8 ampères, été trouvé absolument régulier avec 50 volts aux accumulateurs, sans résistance auxiliaire; la résistance du solénoïde intérieur était de 0.25 ohm.

Dans la lampe A. Gérard, le frein se compose de deux pièces croisées en forme de X, portant chacune deux goujons en acier qui viennent saisir le porte-charbon supérieur; ces pièces sont reliées par deux petites bielles à une entretoise, placée sous les bobines des solénoïdes,et qui supporte deux tiges de fer traversant les bobines, surmontées d'épanouissements qui forment armature. Ces tiges sont sollicitées vers le haut par deux ressorts antagonistes. L'extrémité supérieure du porte-charbon forme piston dans un tube central (Société anonyme d'électricité). Le même frein s'applique aux lampes différentielles et aux lampes en dérivation.

Lampe Bardon. — La lampe est à point lumineux fixe; une corde passe dans la gorge d'une poulie montée sur un volant; elle porte le charbon supérieur; elle vient s'enrouler ensuite sur une seconde poulie dont la chape fait partie du cadre qui porte le charbon inférieur et vient s'attacher à l'extrémité d'un levier dit *d'allumage*. Le volant porte un frein actionné par la tige d'un solénoïde. Les charbons sont en contact quand le courant ne passe pas; quand on ferme le circuit, le noyau du solénoïde soulève d'abord l'extrémité du levier d'allumage, puis fait agir le frein qui cale le volant dès que le courant du solénoïde dépasse le courant normal. Si le courant devient trop faible ou est coupé, le noyau lâche le frein, et les charbons reviennent au contact en même temps que le levier d'allumage est ramené à sa position primitive.

En enroulant le solénoïde différentiellement, la lampe peut être montée en série, ordinairement par deux, sous 105 volts.

Dans la lampe Perrin et Masson, également à point lumineux fixe, mais sans dispositif spécial pour l'allumage, une série d'engrenages est intercalée entre la crémaillère qui porte le charbon supérieur et la roue de frein sur laquelle porte le sabot actionné par l'électro-aimant en série qui règle, tandis que dans la lampe Gobert, ce train d'engrenage est supprimé.

Dans la lampe Felter et Archat, le mouvement de descente est amorti; le porte-charbon fait tourner un barillet rempli de glycérine, contenant une bille de métal.

La lampe de MM. Beau et Bertrand est à point lumineux variable et construite pour marcher en dérivation. Un solénoïde unique, en série sur les charbons, sert à l'allumage et au réglage. Le noyau de fer ou armature mobile qui joue à son intérieur est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un demi-cylindre en fer terminé par deux rondelles de laiton; deux ressorts attachés à ces rondelles frottent légèrement contre la carcasse sur laquelle le fil est enroulé, et guident l'armature en amortissant les mouvements trop brusques; le demi-cylindre porte, suivant son axe, une rainure semi-circulaire dans laquelle glisse la tige en fer à laquelle est suspendu le porte-charbon supérieur et dont le poids assure le contact des charbons en l'absence de courant. Un frein constitué par un demi-anneau oscillant autour d'un axe horizontal, ou plutôt de deux charnières fixées à l'armature, coince la tige de fer, sous l'influence d'une tige de cuivre pesante qui passe à travers un trou pratiqué dans la rondelle inférieure et en sort sur une longueur de 0 m. 002; quand l'anneau de coinçage repose sur la tige, mais à l'état de repos, les charbons portant l'un sur l'autre, l'anneau de coinçage est horizontal, et la tige de cuivre bute sur une plate-forme portant le mécanisme et sur laquelle repose la rondelle inférieure de l'armature. Quand le courant passe, l'armature est soulevée, entraînant avec elle les charnières; le poids de la tige de cuivre coince la tige de fer doux sur l'armature, ajoutant son action mécanique à l'attraction magnétique de l'armature sur la tige de fer doux, l'arc s'établit. L'amortissement produit par le frottement des ressorts sur la carcasse arrête le mouvement ascensionnel, lorsque l'arc a atteint 0 m. 002 environ; la tige de cuivre est alors sur le point de quitter son butoir et le porte-charbon est coincé; quand le courant tombe au-dessous de la valeur normale, la tige porte davantage sur la plate-forme, moins sur le frein, celui-ci se desserre un peu et la tige de fer glisse dans la rainure.

Dans le régulateur Mondos, c'est encore un électro-aimant unique qui détermine l'allumage et le réglage; mais il est en dérivation. Un premier noyau de fer doux plonge dans ce solénoïde, à axe vertical; il est porté à l'extrémité d'un levier qui porte de l'autre côté un contrepoids butant contre une vis lorsque le courant ne passe pas; ce levier abaisse (quand le courant est suffisamment énergique) un manchon entourant la tige du porte-charbon positif. Une seconde armature de fer doux est placée au-dessus de la première et gouverne un sabot de frein appuyant sur la tige elle-même.

Quand la lampe est mise en circuit, les deux armatures s'abaissent, le manchon descend, et le frein est desserré, les charbons tombent au contact; à ce moment le solénoïde étant affaibli, le manchon remonte avec la tige et le frein se serre; le mouvement du manchon est limité par un petit rebord butant sur la plate-forme qui porte le solénoïde; l'allumage ainsi produit, l'on est réglé par la seconde armature qui desserre le frein à mesure que les charbons s'usent.

M. Alioth exposait également une lampe destinée à l'éclairage industriel avec un électro-aimant différentiel pour le réglage; le mouvement de descente du charbon est puissamment amorti parce que la tige taillée en crémaillère engrène avec un pignon qui fait tourner, par l'intermédiaire d'un engrenage multiplicateur de vitesse, un disque de cuivre entre les deux pôles d'un électro-aimant en fer à cheval inséré dans le circuit principal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La lampe de la Société suisse de construction de locomotives de Winterthur est une lampe différentielle, à foyer variable; les deux solénoïdes ont le même axe, sont superposés et agissent sur un noyau intérieur de fer doux qui leur est commun; ce noyau est suspendu à une extrémité d'un fléau, dont l'autre porte le porte-charbon négatif (inférieur) qui suit les mouvements du noyau; à l'allumage, les charbons, primitivement en contact, sont écartés de 2 à 3 millimètres par l'ascension du noyau, tandis qu'un échappement maintient fixe le charbon supérieur; quand l'arc s'allonge le noyau descend un peu et libère l'échappement qui permet la descente du charbon supérieur dont le mouvement est arrêté dès que l'arc a repris sa longueur normale.

Lampe différentielle Crampton-Crabb. — Le porte-charbon inférieur est fixe; le porte-charbon supérieur est taillé en crémaillère et engrène avec un pignon sur l'arbre duquel sont calées deux roues de frein; un solénoïde portant les deux enroulements en série et en dérivation attire un noyau de fer doux tubulaire dans l'intérieur duquel est le ressort antagoniste et dont les mouvements commandent ceux du pignon et par suite du porte-charbon.

A cet effet, un levier articulé en un point du bâti de la lampe est entraîné par le fer; ce levier porte une petite table sur laquelle le sabot du frein fait saillie; d'autre part l'arbre du pignon et des roues de frein repose sur des paliers qui portent sur cette table et lui font porter, ainsi qu'au levier et au ressort antagoniste du fer doux, le poids des porte-charbons et des roues; quand le levier est horizontal, la saillie du sabot est insuffisante pour qu'il touche la roue dans cette position et la crémaillère est libre de descendre; mais quand le courant passe dans le solénoïde avec une intensité suffisante, le levier tourne autour de son articulation, met en prise le sabot du frein et arrête ainsi la descente du charbon; puis, si le courant est assez intense, le levier soulève avec lui la roue de frein, le pignon et la crémaillère dont tout le poids porte sur le sabot; le charbon est soulevé, l'arc formé; lorsque l'arc s'allonge, le levier s'abaisse, les sabots quittent la roue au moment où les paliers viennent porter sur la table et le charbon redescend.

La lampe comporte deux paires de charbons disposées symétriquement de part et d'autre de l'axe du solénoïde et, par conséquent, deux crémaillères et deux freins, mais il suffit que la saillie des sabots sur le levier de droite soit plus grande que sur le levier de gauche pour que la crémaillère de droite ne puisse pas se mouvoir avant que les charbons de gauche soient complètement consumés; à ce moment un arrêt empêche leur porte-charbon de descendre, l'arc s'allonge et, le noyau s'abaissant fortement, la crémaillère de droite est rendue libre et les pointes des charbons de droite sont amenées au contact.

La lampe Brillié est une lampe différentielle, mais les enroulements de fil fin et de gros fil sont portés par deux électro-aimants différents; les deux noyaux sortent des bobines et sont coupés obliquement; ils agissent simultanément sur une armature mo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bile autour d'un axe placé en son milieu, entre les deux électro-aimants; le porte-charbon inférieur est fixe; le charbon supérieur est maintenu entre deux poulies dont l'une a son axe fixe et l'autre a son axe mobile autour d'un pivot; cette seconde poulie-frein, quand elle ne presse pas sur le porte-charbon, le laisse libre de descendre; mais quand elle est pressée sur lui le charbon ne peut descendre ou remonter qu'en entraînant la poulie; les électro-aimants ont pour effet : 1° de faire osciller légèrement la poulie autour du pivot, ce qui libère le charbon et permet une descente brusque; 2° de donner un mouvement de rotation à cette poulie autour de son axe, lorsque la poulie est pressée sur la tige du porte-charbon; suivant le sens du mouvement, les charbons sont écartés ou rapprochés. Le pivot autour duquel peut tourner l'axe de la poulie et celui autour duquel peut tourner l'armature sont solidaires et portés sur les deux mêmes platines; un ressort s'oppose à l'action de l'électro-aimant en série, tandis qu'un taquet monté sur l'armature vient presser, quand l'action du fil fin prédomine, une queue solidaire de l'axe de la poulie et mobile autour du pivot. Quand aucun courant ne passe, ou que les actions des deux électros s'équilibrent, la pression de la poulie-frein sur le charbon est suffisante pour l'empêcher de descendre; le courant lancé, si les charbons ne sont pas au contact, passe seulement par l'électro en dérivation; l'armature tourne d'abord entraînant tout le système mobile et la poulie qui entraîne par friction le charbon; puis, lorsque le mouvement de l'armature est suffisamment accentué, elle bascule autour de son pivot; le taquet tend à s'écarter du butoir que le ressort ramène vers lui en faisant pivoter la poulie; celle-ci s'écarte du porte-charbon qui tombe; les charbons une fois en contact, l'électro en série fait basculer l'armature en sens contraire, le frein vient serrer le porte-charbon, puis il prend un mouvement en sens contraire et remonte le charbon, jusqu'à ce que le courant ait assez diminué pour que l'armature s'arrête.

LAMPES AVEC ÉLECTRO D'ALLUMAGE ET ÉLECTRO DE RÉGLAGE DISTINCTS.

Dans la lampe GRAMME (pour lampes en série), un électro-aimant d'allumage, en série, produit l'écart des charbons (maintenus en contact par des ressorts), dès que la lampe est mise en circuit, en abaissant le porte-charbon négatif. Un électro-aimant en dérivation sert au réglage : la tige du porte-charbon supérieur, taillée en crémaillère, engrène avec une roue d'un mouvement d'horlogerie, terminé par un volant à ailettes qui est embrayé ou débrayé par le mouvement d'une petite lame portée par l'armature de cet électro-aimant; cet électro-aimant est à interruption, et fonctionne comme un trembleur; le volant à ailettes est ainsi arrêté à chaque instant et ne peut reprendre son mouvement que quand la différence de potentiel entre les charbons s'élève au-dessus de la normale. Ce dispositif, équivalent à un amortissement énergique, est remplacé dans certains modèles par une roue lisse et un frein.

La lampe DE PUYDT est construite par M. JASPAR. Le mécanisme est un train d'en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grenage dont le châssis peut osciller autour de l'axe du premier mobile, le dernier mobile est une roue à ailettes qui peut être embrayée ou débrayée par un doigt. Le premier mobile engrène avec une crémaillère portant le charbon supérieur, et une seconde crémaillère portant le charbon inférieur engrène avec une roue portée par le même axe. Le moteur est le poids du porte-charbon supérieur.

L'allumage est produit par un électro en série qui, attirant son armature quand la lampe est dans le circuit, fait pivoter le châssis et écarte les deux charbons; le réglage est déterminé par un électro en dérivation dont l'armature, en forme de levier-coude, tournant autour de l'axe du premier mobile, porte à une de ses extrémités le doigt d'embrayage de la roue à ailettes.

La lampe Borssat contient un électro-aimant vertical pour l'allumage, qui agit en abaissant le charbon inférieur, et un électro-aimant horizontal en dérivation pour le réglage; cet électro agit sur deux leviers articulés formant une pince qui serre ou lâche la tige motrice sur laquelle est monté le porte-charbon supérieur. La pression des sabots de friction qui terminent la pince est réglée par des ressorts, de manière à laisser toujours subsister un léger frottement, s'opposant à une descente brusque.

En cas de rupture ou d'usure des charbons, la lampe est mise en court circuit par l'armature de l'électro-aimant vertical qui, sous l'action de son ressort antagoniste, établit un contact.

La lampe Chauvet-Alliamet est une lampe industrielle à point lumineux variable, avec électro en série pour l'allumage, et un solénoïde en dérivation pour le réglage. Le porte-charbon inférieur est abaissé d'une hauteur réglable par le mouvement de l'armature de l'électro en série quand on lance le courant. Le porte-charbon supérieur est suspendu à un cylindre mobile le long d'une tige verticale montée sur pivots; une rainure hélicoïdale est creusée dans la tige, et une goupille fixée dans le cylindre oblige la tige à tourner quand le porte-charbon s'abaisse; cette tige porte un volant sur lequel un sabot fait frein tant que l'attraction du solénoïde en dérivation sur le noyau n'a pas atteint une valeur suffisante.

Une tige portée par l'armature de l'électro remonte dès que le courant est interrompu; un taquet fixé sur elle soulève le sabot et les deux charbons reviennent au contact.

Lampe Thomson Rice. — Dans cette lampe, l'électro-aimant régulateur porte quelques tours de gros fil et un grand nombre de tours de fil fin à la suite; les deux enroulements ajoutant leurs effets, l'entrée du gros fil est reliée à la borne positive, l'extrémité du fil fin à la borne négative; du point de jonction, part également un gros fil, aboutissant à la même borne, de sorte que, quand ce second circuit est fermé, une communication directe de faible résistance est établie entre les deux pôles.

Un électro spécial, dit *de mise en marche,* maintient ce circuit ouvert quand le courant passe dans la lampe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque la lampe est mise en circuit, le courant passe dans le gros fil de l'électro-aimant régulateur, celui-ci attire son armature qui dégage le charbon supérieur et lui permet de tomber au contact du charbon inférieur; le contact établi, une partie du courant est dérivée dans le circuit comprenant l'électro de mise en marche et les charbons, le courant direct entre les bornes par le gros fil est rompu et passe dans le fil fin, avec une intensité très faible d'abord puisque les charbons sont au contact; l'armature cesse donc d'être attirée, les charbons sont écartés et la lampe est en marche.

L'électro-aimant de réglage est double; les pièces polaires forment une saillie conique (ou plutôt ogivale); l'armature est une lame de fer percée de deux trous, au droit de ces saillies; grâce à cette disposition, l'attraction reste sensiblement constante pour une course assez grande de l'armature dont les mouvements sont amortis par un cylindre à air.

La bague servant de frein est portée par un levier articulé à une tige qui suit les mouvements de l'armature, mais dont l'extrémité s'appuie sur un ressort à boudin qui, prenant son point d'appui sur une traverse également solidaire de l'armature, garde une longueur constante et serre le frein, jusqu'au moment où, par suite du déplacement de l'armature, le levier vient porter sur un butoir fixe; le ressort se comprime alors, le frein est desserré et le charbon descend rapidement; tandis que lorsque le courant de dérivation ne s'écarte que peu de sa valeur normale, le porte-charbon monte et descend avec l'armature.

Ces lampes peuvent être montées avec deux paires de charbons; lorsqu'une des paires est brûlée, la tige du porte-charbon supérieur vient appuyer sur l'extrémité d'un levier dont l'autre bout vient servir de butoir à la seconde paire de charbons dont la bague est manœuvrée par la même armature; le courant étant supprimé dans la première paire, l'allumage se fait comme il a été dit ci-dessus.

Cette lampe est une des plus employées aux États-Unis.

Dans les lampes à courant alternatif du professeur E. Thomson, des bobines montées en dérivation repoussent un parallélépipède de cuivre, avec une force sensiblement proportionnelle au carré de la différence de potentiel des charbons, et lorsque cette répulsion dépasse une valeur fixée à l'avance, la masse de cuivre déclenche le mécanisme de rapprochement des charbons.

La lampe exposée par MM. Gautier-Pidot est construite pour marcher par deux en série, avec 95 volts; son mécanisme comprend un électro-aimant d'allumage à gros fil, et un électro en dérivation, pour le réglage. A l'allumage, l'électro, en soulevant le porte-charbon supérieur, soulève en même temps un rouage commandé par la crémaillère de ce porte-charbon et met son dernier mobile en prise avec un arrêt commandé par l'armature de l'électro de réglage, arrêt qui laisse échapper le rouage dès que la différence de potentiel dépasse la valeur normale, et permet au charbon de descendre. Un dispositif particulier amortit ce mouvement, et la palette qui constitue le dernier mobile ne fait qu'un demi-tour à la fois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'enroulement de l'électro en dérivation est double; une partie de cet enroulement est mise en court circuit tant que la palette est en contact avec le doigt d'arrêt; quand elle échappe, le courant traverse cette partie de l'enroulement en sens contraire du reste et diminue le magnétisme du noyau; l'armature et l'arrêt reviennent à leur position primitive de sorte que la palette est arrêtée après un demi-tour et ne reprend son mouvement que si l'abaissement (de 1/20 de millimètre) du charbon n'a pas été suffisant pour réduire la différence de potentiel à sa valeur normale.

Lampe Dulait. — La lampe est à point lumineux fixe; un électro en série détermine l'allumage tandis que le réglage est fait par un électro en dérivation. Le porte-charbon supérieur transmet le mouvement au porte-charbon inférieur par deux vis sans fin et deux pignons; lorsque le courant est lancé, l'électro en série attire son armature, à laquelle est suspendu tout l'équipage du porte-charbon supérieur, et sépare les charbons que leur poids tend à réunir. L'électro en dérivation a pour effet de permettre ce rapprochement dès que l'arc s'agrandit. A cet effet la vis reliée au charbon inférieur entraîne dans sa rotation un disque placé au haut de la lampe, et ce disque commande par un engrenage intérieur et un pignon une étoile et des ailettes régulatrices. Un taquet porté par l'armature de l'électro en dérivation enclenche cette étoile, tant que la différence de potentiel n'a pas dépassé sa valeur normale.

Sur le même principe M. Dulait a construit des lampes qui portent deux ou quatre paires de charbons.

LAMPES À MOTEUR ET À ACTION INTERMITTENTE.

La lampe construite par M. Postel-Vinay a son électro-régulateur en série; il détermine également l'allumage. Le moteur est un électro en fer à cheval, en dérivation sur les bornes, et qui agit comme un trembleur sur une roue à rochet agissant dans le sens du rapprochement des charbons, dont l'axe porte une vis sans fin menant une roue dentée.

Celle-ci transmet son mouvement au pignon qui mène la crémaillère par l'intermédiaire d'un rochet et d'un doigt d'arrêt qui s'oppose à ce que le porte-charbon descende sans entraîner les rouages, mais lui permet de remonter. Lorsque la lampe est mise en service, le moteur rapproche les charbons; ceux-ci en contact, le courant passe par l'électro en série. Celui-ci attire son armature; celle-ci par l'intermédiaire d'un levier pousse la vis sans fin, dans le sens de son axe, ce qui fait tourner en même temps la roue dentée et la crémaillère, et écarte les charbons d'une quantité déterminée; l'arc se produit; il est ensuite réglé par le moteur qui entre en fonction dès que l'arc s'allonge, mais qui ne peut vaincre le ressort antagoniste de l'armature, tant que l'arc conserve sa valeur normale.

La lampe Alpha, inventée par M. Maquaire, a pour moteur une petite dynamo à anneau denté, genre Paccinotti. Le fil, dans lequel passe le courant qui a traversé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'arc, est enroulé d'abord une fois sur chacune des branches de l'électro en fer à cheval inducteur de cette dynamo, puis une seconde fois; et l'un des balais est relié à l'extrémité du premier enroulement, tandis que le second, est relié à une lame mobile entre deux butoirs, l'un en rapport avec l'entrée du fil dans les inducteurs, l'autre avec sa sortie; suivant le butoir sur lequel porte la lame, le courant passe dans un sens ou dans l'autre dans l'induit de la dynamo, et détermine le rapprochement ou l'éloignement des charbons par l'intermédiaire d'une roue dentée engrenant avec l'axe fileté de l'anneau.

Les surfaces polaires, cylindriques, ne sont pas concentriques à l'anneau, mais en sont plus voisines en leur milieu qu'aux bords (l'inventeur pense augmenter ainsi la sensibilité). Le double enroulement a pour but de maintenir l'égalité des deux branches du fer à cheval, quel que soit le butoir sur lequel porte la lame : la culasse du fer à cheval n'est pas continue, la solution de continuité est remplie par une pièce de fer en forme de coin, dans laquelle pivote la tige filetée de l'anneau. Ce coin peut pivoter sous l'influence d'un ressort, autour d'un axe parallèle à cette tige, de manière à débrayer la vis tangente, dès que le courant qui traverse les inducteurs tombe au-dessous d'une certaine valeur; lorsque son intensité augmente, la vis embraye sur la roue dentée, et celle-ci transmet son mouvement au pignon qui entraîne les porte-charbons par l'intermédiaire d'un ressort de manière à éviter tout choc dans le mécanisme. De plus, avec cette disposition, les charbons sont ramenés au contact par leur poids dès que le courant cesse ou s'affaiblit outre mesure.

L'électro-régulateur peut être monté en dérivation ou en série, son armature porte la lame mobile entre les deux butées. Il est formé d'une bobine cylindrique entourant un noyau qui se replie parallèlement à l'axe de la bobine, et sur lequel l'armature est fixée par un ressort très court, de manière à constituer un circuit magnétique presque fermé. L'attraction sur l'armature est réglable; dans ce but la partie du noyau engagée dans la bobine est coupée en deux parties qu'une vis permet de rapprocher ou d'éloigner. Les lampes peuvent être munies de veilleurs et d'agencements pour brûler successivement deux paires de charbons; lorsqu'une paire de charbons est usée, le porte-charbon supérieur vient buter contre une tige métallique reliée à la borne négative et met la lampe hors circuit, lorsqu'il n'y a qu'une paire de charbons; quand il y en a deux, un électro-aimant est introduit dans le court circuit de la première paire et le passage du courant dans cet électro a pour effet de faire embrayer le moteur sur un second pignon correspondant à la crémaillère du second charbon; le courant passe alors par le premier porte-charbon, le court circuit et son électro, puis par les deux charbons de la seconde paire.

La lampe Pieper (premier modèle) possède un électro-aimant d'allumage, en série, placé à la partie inférieure de l'appareil et agissant sur le charbon inférieur, qui reste fixe tant que la lampe fonctionne, et un électro-aimant de réglage en dérivation, agissant comme un trembleur; son armature, sollicitée par un ressort antagoniste,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porte un petit ressort appuyant sur le contact amenant le courant, et qui ne l'abandonne que quand l'armature est attirée. L'armature porte de plus un bras vertical garni à son extrémité supérieure d'un frein, tandis que la partie inférieure, élastique et recourbée, est terminée par un sabot; lorsque le courant de dérivation n'excède pas sa valeur normale, l'armature reste écartée du pôle, le frein appuie sur la tige (en fer poli) du porte-charbon supérieur et l'empêche de descendre dans sa gaine; quand l'armature est attirée, le frein s'écarte, la partie inférieure du bras se raidit et le sabot descend, entraînant avec lui la tige; en même temps le courant cesse dans la bobine et le frein arrête la descente. On peut régler la durée du contact et la tension du ressort antagoniste, de manière à réduire la chute du porte-charbon à chaque oscillation et à faire varier la valeur du potentiel normal. L'appareil règle convenablement pour des courants d'intensités diverses, par exemple entre 4 et 12 ampères. Il doit être muni d'un veilleur quand plusieurs lampes sont montées en série, mais, dans ce cas, on doit regretter l'absence d'un dispositif écartant les charbons qui viendraient à coller.

Cet inconvénient est évité dans la lampe différentielle du même inventeur, lampe qui est construite pour point lumineux fixe et dont le mécanisme demande une moins grande hauteur que celui de la lampe précédente. Le mouvement est communiqué aux porte-charbons par une chaîne sans fin actionnée par un double mouvement d'horlogerie; l'un de ces mouvements tend à l'écart, l'autre au rapprochement des charbons. Deux bobines à noyaux de fer doux, verticales, constituent l'électro-aimant différentiel; l'armature est une tige de fer horizontale, renflée en son milieu, et qui se meut horizontalement à droite ou à gauche, suivant que la branche en série ou la branche en dérivation prédomine et déclenche l'un ou l'autre des deux mouvements d'horlogerie; le déclenchement et l'enclenchement se font sur le dernier mobile du rouage qui est une roue à ailettes. Au moment de l'allumage, l'électro en série fortement excité, le rouage a le temps de prendre une vitesse considérable avant que le mouvement qui tend au rapprochement soit déclenché, et les porte-charbons pourraient prendre un mouvement oscillatoire.

Pour s'opposer à l'écart trop rapide, l'axe de la roue à ailettes porte un bras sur lequel peut glisser un petit poids; quand la vitesse du rouage est trop grande, ce poids projeté à l'extrémité de sa course vient heurter une butée taillée en plan incliné; lorsque le bras qui le porte est vertical et dirigé vers le haut, le rouage s'arrête, le poids retombe et peut passer sous la butée; le mouvement est donc arrêté un instant par tour de la roue à ailettes.

LAMPES À MOTEUR ÉLECTRIQUE ET ACTION CONTINUE.

Dans la lampe Bréguet, le porte-charbon inférieur est fixe; le porte-charbon supérieur assez lourd, dont la tige est taillée en crémaillère, engrène avec un pignon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monté sur l'arbre d'une petite dynamo Gramme, en série, parcourue par le courant principal; la position du charbon est déterminée par l'équilibre entre son poids et le couple, variable avec l'intensité, exercé sur l'induit. La lampe peut être réglée pour des intensités diverses en déplaçant une masse de fer doux dans le voisinage des pièces polaires.

On y a récemment ajouté un amortisseur électrique; c'est un court circuit, ou shunt peu résistant, dans lequel un courant intense est développé par les mouvements de l'induit.

Cette lampe a été modifiée par M. Thury de manière à fonctionner en série. Les porte-charbons sont taillés en crémaillère et engrènent avec deux pignons de diamètres doubles l'un de l'autre, portés sur le même axe qui reçoit son mouvement d'un petit moteur électrique; le porte-charbon inférieur est le plus lourd, de sorte que les charbons sont séparés quand le courant ne passe pas. Le moteur à axe horizontal a comme inducteurs deux noyaux de fer verticaux, portant chacun deux bobines, l'une inférieure, l'autre supérieure à l'armature (la forme générale est celle de la machine Edison, type 86). Le fil fin pris en dérivation sur les deux charbons passe dans les quatre bobines et dans l'armature, tandis que le gros fil, en série avec les charbons, ne recouvre que les deux bobines inférieures.

Le coupe-circuit automatique, qui sert en même temps à l'allumage, est formé de deux électros, l'un enroulé du fil fin, l'autre du gros fil, agissant en sens opposé sur une armature; quand celle-ci est en contact avec l'électro du fil fin, sur laquelle un ressort l'appuie en l'absence de tout courant, les deux bornes sont reliées par une résistance équivalente à l'arc et ce circuit s'ouvre dès que l'action de l'électro à gros fil prédomine sur celle de l'électro à fil fin et du ressort.

Lorsque le courant est envoyé dans la lampe dont les charbons sont écartés, il passe dans la résistance et dans le fil fin, le moteur rapproche les charbons au contact, le courant passe alors dans les inducteurs du moteur, neutralise l'effet du fil fin, l'armature n'est plus sollicitée à tourner, et le poids du charbon inférieur le fait descendre, l'arc s'allume : en même temps le circuit de la résistance équivalente est rompu; les deux enroulements des fils fin et gros sur les inducteurs agissent alors différentiellement sur le moteur; tandis que la résistance équivalente est mise en circuit si les charbons sont brisés, ou si la différence de potentiel entre les deux bornes devient dangereuse (50 à 60 p. 100 au-dessus du potentiel normal).

Les mouvements du moteur sont amortis par une feuille de cuivre plein qui entoure l'armature, les courants d'induction déterminés par le mouvement de l'armature font frein.

La lampe Pilsen, inventée par MM. Piette et Krizik, est très répandue sur le continent. Chacun des porte-charbons est mené par une tige de fer doux de forme conique à son extrémité supérieure; dans la disposition adoptée par M. Henrion, ces fers sont attirés vers le haut (avec une force indépendante de leur hauteur) par deux solénoïdes

IMPRIMERIE NATIONALE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans lesquels ils pénètrent. Le solénoïde qui attire le porte-charbon supérieur est parcouru par le courant de la lampe, qui de la borne positive passe par les charbons et un électro auxiliaire avant d'atteindre la borne négative. Ce courant a donc pour effet d'ouvrir l'arc ou d'écarter les charbons. Le second solénoïde a son enroulement en dérivation, mais composé d'un certain nombre de tours de gros fil et d'un nombre plus considérable de fil fin; il tend à soulever le charbon inférieur et par conséquent à raccourcir l'arc; les deux porte-charbons sont réunis par un fil passant sur une poulie et ont des courses égales, les charbons sont de diamètre différent. Un troisième circuit réunit le pôle négatif au point de jonction du gros fil et du fil fin, mais ce circuit est ouvert en marche normale, car il passe par le noyau de l'électro auxiliaire, par son armature et un butoir contre lequel cette armature est pressée par un ressort antagoniste; quand l'électro cesse d'agir, que le courant ne passe plus entre les charbons, l'armature porte sur le butoir, le troisième circuit est fermé et le courant passe tout entier dans le gros fil du second solénoïde et ce nouveau circuit dont la résistance doit être équivalente à celle de l'arc.

M. Henrion construit des lampes de ce type qui fonctionnent avec une grande régularité depuis 3 ampères, et les emploie soit en dérivation avec 52 volts, ou en dérivation par séries de deux avec 105 volts, ou enfin en séries et en grand nombre avec 42 volts par lampe.

Pour prévenir les mouvements oscillatoires lors de l'allumage dans les lampes en dérivation, la poulie sur laquelle s'enroule la corde qui relie les deux noyaux est molletée et un cliquet s'oppose à son mouvement dans le sens de l'écart des charbons; les noyaux ne peuvent se déplacer dans ce sens qu'en faisant frotter la corde sur la gorge de la poulie, ce qui forme un frein suffisant; dans les lampes en série, le cliquet porte une rainure lui laissant un certain jeu, la corde ne fait frein que lorsque l'écart des charbons a déjà atteint une certaine valeur, ce qui permet à la lampe de régler dans les deux sens en marche normale.

La lampe Doubrava, telle qu'elle est construite par les ateliers Steinlen et Ducommun, de Mulhouse, peut être considérée comme dérivée de la lampe Pilsen, mais ici les porte-charbons sont portés non sur des noyaux de solénoïdes, mais par les bobines elles-mêmes qui se meuvent dans un champ magnétique sensiblement uniforme; à cet effet deux bobines, enroulées différentiellement dans les lampes en série de 22 qui servaient à l'éclairage de l'Exposition, reliées par une corde passant sur une poulie, glissent le long de deux tiges de fer doux; celles-ci forment les côtés verticaux d'un cadre rectangulaire dont les côtés horizontaux sont entourés par des enroulements de gros fil traversé par le courant total; celui-ci, après avoir parcouru ces enroulements, arrive aux bobines, s'y bifurque entre deux circuits dont l'un, en gros fil, entoure les bobines mobiles, passe par les charbons, tandis que l'autre, de fil fin, est en dérivation sur le premier et ne parcourt que les bobines.

L'allumage et la mise hors circuit sont assurés par un veilleur; si les charbons ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont pas au contact lorsque le courant est lancé, celui-ci passe par les électro-aimants, crée le champ magnétique dans lequel les solénoïdes, parcourus par le courant de dérivation seul, tendent à rapprocher les charbons, la dérivation en gros fil qui contient le veilleur est coupée; une fois les charbons en contact les solénoïdes parcourus par le courant principal les écartent, l'arc est formé, puis réglé; si le courant est interrompu par une cause quelconque, le veilleur rétablit une communication directe entre les deux bornes par les électro-aimants du champ seulement.

Ces lampes, dont le fonctionnement a été très régulier à l'Exposition, ont été expérimentées sur des accumulateurs; la même lampe a été étudiée à deux régimes différents (7 et 4.5 ampères) obtenus simplement en chargeant de poids le porte-charbon inférieur avec 46 volts dans le premier cas et un arc d'un demi-millimètre, 39 volts dans le second et un arc à peine visible, sans résistance extérieure; on a obtenu encore une allure très uniforme pour l'intensité du courant et l'intensité lumineuse, comme dans les conditions normales (54 volts et un arc de 1 millimètre et demi).

SUSPENSION DES LAMPES.

Dans les suspensions des lustres Gramme, les foyers étaient portés par une corde passant sur des poulies et s'enroulant sur un treuil, tandis que M. Jaspar avait suspendu à l'extrémité de cette corde un contrepoids plus lourd que le régulateur; une seconde corde attachée à celui-ci permettait de le descendre; M. Borssat avait adopté une suspension à contrepoids, mais par corde sans fin; celle-ci passe sur deux poulies fixes et reçoit deux poulies mobiles, dont l'une porte le contrepoids, l'autre la lampe ou le lustre.

Dans ces diverses installations les conducteurs sont complètement distincts des câbles portant les foyers; ils sont attachés d'un bout à une pointe fixe et de l'autre à la lampe dont ils suivent les mouvements; ils ne sont exposés à aucun frottement et leur enveloppe isolante n'est soumise à aucune usure.

M. Crompton suspend ses lampes par les câbles conducteurs eux-mêmes. Pour ses foyers de 25 ampères (en série), les conducteurs sont composés d'un toron de 98 fils d'un demi-millimètre de diamètre isolé par une couche de coton, deux couches de caoutchouc et une tresse enduite d'ozokérite qui conserve toujours une certaine souplesse. Ces conducteurs, attachés à des crochets fixes, se relient chacun à une des bornes du régulateur, en passant d'abord sur un galet en porcelaine porté à l'extrémité d'une traverse fixe qui les tend, sur une poulie dont la chape porte le contrepoids, sur une poulie fixe portée par la traverse supérieure dont on vient de parler, puis sur un galet fixé à l'extrémité d'une traverse mobile portant le régulateur, et enfin à la borne correspondante; cette disposition est employée par M. Crompton même dans des installations en plein air.

M. Cance emploie également les conducteurs comme câbles de suspension, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ensemble présente un aspect artistique plus satisfaisant, les conducteurs sont dissimulés. Le régulateur est suspendu par un crochet à un tube de cuivre qui porte à son intérieur deux tiges de cuivre dont les extrémités inférieures sont reliées par un fil souple aux bornes de la lampe; ce tube peut glisser à frottement dans un second tube fixé au plafond. Ce tube est percé à une certaine hauteur au-dessus de la lampe de deux trous latéraux; une pièce en fonte fixée au tube au-dessus de ces trous porte les axes de deux poulies métalliques folles; ces axes sont isolés et reçoivent chacun le courant d'un fil vertical dissimulé dans la partie supérieure du tube. Deux câbles souples de fil nu sont accrochés d'un bout aux extrémités supérieures des tiges, passent chacun sur une des poulies folles et supportent par un crochet un contrepoids évidé qui laisse passer à son intérieur le tube auquel le régulateur est suspendu.

CHARBONS.

MM. Carré, Sautter et Lemonnier, Lacombe, Lévy, Goodwin et Ballat, pour la France, la Solar Carbon C°, en Amérique, exposaient des charbons pour lumière et pour piles obtenus par moulage ou par passage à la filière. C'est par les procédés de M. F. Carré que sont préparés la plus grande partie des charbons à lumière; cependant MM. Rouart frères en fabriquent par les procédés Gauduin (charbon de brai, aggluliné par des hydrocarbures). Les mêmes fabricants produisent des charbons émaillés dont l'usure est inférieure à celle du charbon ordinaire; les charbons les plus employés en France sont des charbons nus et à mèche, tandis qu'en Amérique on donne la préférence aux charbons cuivrés.

BOUGIE JABLOCHKOFF.

La bougie Jablochkoff, du modèle le plus ordinaire, de 0 m. 25 de longueur et de 0 m. 004 de diamètre, ne dure que deux heures environ; on s'est préoccupé de construire des chandeliers automatiques, supprimant la main-d'œuvre nécessaire, pour envoyer successivement avec un commutateur le courant dans plusieurs bougies montées sur un même support. M. Gadot a placé ces bougies en dérivation, sans précaution spéciale, tandis que la Société de l'éclairage électrique emploie une disposition mécanique : la commutation est produite par le déplacement d'un ressort tendu par un fil métallique qui est brûlé par l'arc quand la bougie est usée, et déclenche ce ressort. Une autre disposition imaginée par M. Bobenrieth donne de très bons résultats; chaque bougie est, comme dans les autres chandeliers, pincée entre deux mâchoires; toutes les mâchoires extérieures sont placées sur une rondelle métallique en rapport avec le circuit extérieur; les mâchoires intérieures sont isolées; un anneau en plomb relie chaque mâchoire intérieure à un disque central relié aussi au circuit par l'intermédiaire d'une tige flexible; les amorces des bougies ont des résistances très considé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rables, de 20,000 à 100,000 ohms, et sont très notablement différentes les unes des autres; elles s'allument successivement dans l'ordre de leur conductibilité; l'anneau de plomb fond lorsque la bougie est consommée, et met hors circuit la machine correspondante.

LAMPES À INCANDESCENCE DANS L'AIR.

La lampe Soleil, de MM. Clerc et Bureau, a été complétée depuis son invention par des organes de réglage qui lui ont fait perdre sa simplicité primitive. Bien que la lumière en soit absolument fixe, que sa teinte, plus chaudement colorée que celle des lampes à arc, soit d'un effet plus agréable et plus artistique, son usage s'est peu répandu.

Un bloc de marbre de 0 m. 05 de longueur, 0 m. 04 de largeur et 0 m. 03 de hauteur est évidé en son centre; le fond de cette partie évidée est porté à l'incandescence par l'arc voltaïque produit entre deux charbons horizontaux qui passent à travers deux trous pratiqués dans le bloc et qui sont dans le prolongement l'un de l'autre. Deux ressorts pressent ces charbons contre les parois de leur logement et les maintiennent à distance constante malgré leur usure. L'un de ces charbons est creux et contient un petit charbon monté à l'extrémité d'une tige fixée au noyau d'un solénoïde; un contrepoids agissant sur la tige presse constamment le petit charbon sur le gros charbon opposé; quand l'appareil est mis en circuit, le noyau attiré par le solénoïde ramène le petit charbon à l'intérieur du charbon creux, et l'arc s'établit entre celui-ci et le gros charbon plein.

On ajoute à la lampe un veilleur quand elle doit fonctionner en série.

Dans le type exposé (10 ampères et 100 volts) les charbons ont 0 m. 020 de diamètre, leur usure est de 0 m. 002 par heure pour chacun; le bloc de marbre dure de douze à quinze heures (un bloc en magnésie pourrait durer cent heures), et la puissance lumineuse est estimée à 120 carcels.

M. Pieper a construit une nouvelle lampe à incandescence dans l'air, qui, comme ses devancières aujourd'hui abandonnées, donne une lumière de qualité intermédiaire entre celle de l'arc et celle de la lampe à incandescence dans le vide, et dont la consommation en watts est également intermédiaire entre celles de ces deux systèmes. Le charbon fabriqué par M. Pieper a la forme d'un rail à double champignon; il est taillé en biseau à l'une de ses extrémités qui s'appuie sur deux gros conducteurs rectangulaires horizontaux en cuivre; un poids réglable est placé sur la tête du charbon, qui est guidé dans sa descente et dont le contact avec les deux conducteurs est ainsi assuré; le courant passe d'un conducteur à l'autre en suivant le biseau du charbon, qui se trouve porté à l'incandescence; le profil du rail en charbon a été déterminé expérimentalement, de manière que sa taille se conserve malgré l'usure. M. Rousseau, membre du jury et professeur à l'Université de Bruxelles, a bien voulu examiner l'intensité lumineuse de cette nouvelle lampe. L'intensité horizontale maxi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mum, dans une direction perpendiculaire à celle du biseau, est donnée ci-dessous en carcels :

DÉSIGNATION.	COURANTS.	VOLTS.	WATTS.	INTENSITÉ.	WATTS PAR CARCEL.
Charbon n° 1	30,8	7,8	240	19,1	12,5
Idem	34,4	7,9	272	22,1	12,3
Charbon n° 2	34	7,4	252	26,4	9,55

Dans le plan horizontal passant par le foyer et au régime de 34 volts et 8 ampères, on a obtenu 22.1 de carcels de face, 13.1 à 45 degrés et 9.8 dans une direction voisine de celle du biseau; ce qui donne une intensité horizontale moyenne de 15 carcels environ; dans les mêmes azimuts, M. Rousseau a mesuré également l'intensité émise dans des directions inclinées sur l'horizon et dressé le tableau suivant où l'intensité moyenne horizontale est prise comme unité et qui donne l'intensité moyenne dans tous les azimuts pour un angle déterminé avec l'horizontale et la répartition de la lumière entre 0 et 10 degrés, 10 et 20 degrés, etc.

ANGLE au-dessous de l'horizon.	INTENSITÉ moyenne.	RÉPARTITION de la lumière totale dans chaque zone.	ANGLE au-dessus de l'horizon.	INTENSITÉ moyenne.	RÉPARTITION de la lumière totale dans chaque zone.
0°	1	//	10°	1.01	0.0872
10°	0.99	0.0864	20°	0.94	0.0821
20°	0.96	0.0821	30°	0.86	0.0711
30°	0.91	0.0739	40°	0.68	0.0550
40°	0.86	0.0632	50°	0.45	0.0348
50°	0.79	0.0508	60°	0.34	0.0197
60°	0.66	0.0362	70°	0.27	0.0112
70°	0.49	0.0212	80°	0.19	0.0052
80°	0.34	0.0094	90°	//	0.0007
90°	0.19	0.0020			

L'intensité moyenne sphérique serait sensiblement les quatre cinquièmes de l'intensité horizontale moyenne, soit 12 carcels environ; la théorie indique d'ailleurs qu'elle doit être la moitié de l'intensité maximum, puisque la surface lumineuse se réduit sensiblement à un plan.

La lumière est très fixe; l'entretien de la lampe est presque nul et la consommation de charbon évaluée à un demi-centime par heure.

LAMPES À INCANDESCENCE DANS LE VIDE.

La lampe à incandescence, dont Edison a fait la base de son système d'éclairage, est trop répandue pour qu'il y ait lieu de la décrire; les types les plus répandus de 10 et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

16 bougies fonctionnent sous des différences de potentiel de 50, 65 et 100 volts; ces types paraissent les plus convenables pour l'éclairage domestique, et se prêtent parfaitement à la distribution en dérivation tout indiquée pour l'éclairage de régions peu étendues et de grande consommation. Il a été reconnu cependant que dans les cas où des foyers lumineux plus puissants et moins nombreux pouvaient être employés, il y avait économie à les substituer à ces types courants au point de vue du prix des lampes et de l'installation, peut-être même au point de vue de la consommation d'énergie, et on a été amené à construire des lampes aussi puissantes que des arcs, consommant plus il est vrai, mais ayant des avantages évidents comme sécurité et simplicité de fonctionnement. Les lampes Sunbeam, fabriquées par MM. Clarke, Chapman et Parsons, dont le pouvoir éclairant équivaudrait à 100 carcels, répondent à ce besoin.

D'un autre côté les conditions de la distribution peuvent imposer une distribution en série, qui serait impraticable avec les lampes de haut voltage primitivement employées, d'où la convenance d'avoir des lampes à faible résistance et à grand débit, usitées spécialement en Amérique.

Les charbons, en filaments ou lames minces, proviennent généralement de la carbonisation en vase clos de substances fibreuses, bambou, coton, soie, dont les fabricants cachent ordinairement la nature; M. Lodyguine purifie par l'action du fluorure de bore les charbons ainsi obtenus; la Société du travail électrique des métaux obtient, par l'action de l'acide sulfurique sur le sucre, un charbon dit *homogène*, qualité revendiquée par MM. Woodhouse et Rawson, tandis que les charbons Gérard sont fabriqués, comme les charbons à lumière, par passage à la filière d'un mélange de charbon et de matières gommeuses.

Les charbons sont nourris en y faisant passer le courant pendant qu'ils sont plongés dans une atmosphère de gaz hydrocarburés ou dans un hydrocarbure liquide, et acquièrent ainsi une résistance uniforme ou du moins la propriété d'acquérir en tous points la même température sous l'influence du courant.

Leur jonction avec les fils de platine qui traversent l'ampoule est faite par dépôt galvanique de cuivre dans les lampes Edison et par dépôt de charbon dans la plupart des autres, et la solidité de cette jonction est un point important pour la durée de la lampe.

Les nombreux travaux dont la lampe à incandescence a été l'objet depuis son invention ont certainement eu pour résultat d'abaisser la consommation par bougie, et, d'après les constructeurs, on peut évaluer à 3.5 watts[1] la dépense moyenne pour les lampes de puissance ordinaire peu de temps après leur fabrication et correspondant à une durée moyenne de 800 heures, dépense qu'il peut y avoir intérêt à diminuer aux dépens de la durée de la lampe. D'après les inventeurs de la lampe Sunbeam, ces

[1] Ce chiffre est cependant dépassé en pratique et atteint 4 ou 4.2 watts dans un grand nombre d'installations. Il n'est d'ailleurs pas susceptible de précision, l'évaluation des puissances lumineuses et du degré d'incandescence n'étant pas jusqu'ici soumise à des règles universellement acceptées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chiffres s'abaisseraient à 2 watts pour des lampes de 150 à 1,500 bougies, pour la même durée de 800 heures, lampes dans lesquelles le courant varie de 6 à 30 ampères.

Les lampes de la Compagnie Thomson Houston, de 7 et 10 ampères, consommeraient 3 watts, et celles de M. Heissler (30 bougies à 5 ampères) 2.3 seulement, mais leur durée n'est pas indiquée.

Les lampes de M. de Khotinsky sont remarquables par la résistance du filament; on peut employer des tensions de 150 et 200 volts pour actionner des lampes de 10 bougies et au delà, ou bien faire fonctionner des lampes de 5 bougies sur des distributions ordinaires à 100 volts.

Lorsque la source d'électricité est une pile, surtout si celle-ci est portative et peut être jointe à la lampe par des conducteurs sans résistance appréciable, il y a tout intérêt à diminuer la tension; les lampes Gérard, dont le filament est assez gros, peuvent donner 6 bougies avec 6 volts.

Pour des applications spéciales, lampes de voiture, de pompier, de mineur, on est descendu encore au-dessous. La Société générale des lampes à incandescence, MM. Woodhouse et Rawson, avaient exposé des lampes fonctionnant avec deux accumulateurs. M. Trouvé, auquel on doit un grand nombre d'applications de l'électricité aux arts et à la médecine, avait exposé des lampes de ce genre actionnées par des piles au bichromate; sa lampe est renfermée dans une double enveloppe; elle s'allume ou s'éteint par le déplacement du couvercle qui porte les zincs.

Les lampes à incandescence en série doivent être munies d'organes accessoires assurant la continuité du circuit en cas de rupture du filament.

Dans le système Heissler, de distribution à courant constant (lampes à incandescence de 14 volts et 5 ampères estimées à 30 candles), la mise en court circuit de toute lampe rompue est assurée par un électro-aimant de 200^{ω} de résistance intérieure mis en dérivation sur les bornes de la lampe; quand celle-ci s'étend, le courant tout entier passe dans l'électro-aimant pendant le temps suffisant pour que celui-ci attire son armature et établisse un court circuit entre le fil d'arrivée et celui de sortie.

La Compagnie Thomson emploie également des lampes à incandescence en série sur ses circuits à arcs. La lampe est du type Sawyer Mann, les extrémités du filament sont en rapport, l'une avec un écrou central, l'autre avec une virole de laiton formant la base de la lampe. La douille porte en son centre une vis saillante sur laquelle se visse la lampe, séparée par une feuille de mica d'une pièce plate annulaire formant ressort. Lorsque la lampe n'est pas montée sur la douille, celle-ci forme un court circuit, la pièce annulaire étant pressée contre une lame reliée à l'un des conducteurs, tandis que l'autre est en connexion permanente avec la vis centrale; lorsque la lampe est vissée, la pièce annulaire est écartée de son contact, qui porte sur la virole. Les deux conducteurs sont, à l'intérieur de la douille, séparés par une feuille de papier très mince, qui est percée par l'extra-courant. Lorsque, par suite de rupture,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le courant cesse de passer dans le charbon, la continuité du circuit est ainsi rétablie, sauf une petite épaisseur d'air d'environ 1/30 de millimètre.

Cette disposition, suffisante pour les circuits alimentés par des courants alternatifs, ne paraît pas fonctionner avec une sécurité absolue pour les courants continus.

Pour ceux-ci, les fils de platine qui amènent le courant sont, à l'extérieur de l'ampoule, tordus et voisins l'un de l'autre; on compte qu'en cas de rupture du filament, un arc jaillit entre ces fils, les fond, et met la lampe en court circuit.

Les lampes sont construites pour des courants de 6.5 et 10 ampères; ces dernières prenant 20 ou 40 volts.

La disposition analogue des lampes Edison sera décrite avec le système dit *municipal.*

VII

PROCÉDÉS DE DISTRIBUTION.

La distribution de l'électricité se fait ou en dérivation, en employant des génératrices à potentiel constant, ou en série avec des génératrices à intensité constante. Le premier système est presque exclusivement employé en Europe, soit qu'il s'agisse de courants continus, soit de courants alternatifs; le second est, concurremment avec le premier, très employé en Amérique; il offre l'inconvénient d'exiger des tensions élevées, dangereuses si des précautions minutieuses ne sont pas prises pour l'isolement des fils, mais il est beaucoup plus économique et est le seul pratique lorsque les consommateurs sont très espacés.

Le prix élevé des conducteurs à grande section qu'entraîne la distribution par dérivation à basse tension a fait imaginer les systèmes dits à *3 ou 5 fils,* qui permettent l'emploi de conducteurs plus faibles, tout en laissant à chaque foyer son indépendance; ces systèmes étaient représentés à l'Exposition par les Compagnies Edison française et américaine, pour les courants continus, et par la Compagnie Thomson pour les courants alternatifs.

DISTRIBUTION À COURANT CONSTANT.

La constance du courant est automatiquement réglée par la dynamo elle-même; il suffit alors d'assurer la continuité du circuit: en cas d'extinction fortuite des lampes, il est inutile de les remplacer par une résistance équivalente, la force électromotrice de la machine baissant à mesure que l'on éteint un plus grand nombre de foyers.

Les machines Thomson Houston, Sperry et Henrion pour les courants continus, et Heissler pour les courants alternatifs, ont été décrites plus haut, ainsi que les lampes, soit à arc, soit à incandescence, à grand débit. La Société de l'éclairage électrique emploie des machines à courant alternatif dont l'induit renferme beaucoup de fer, et qui donnent à vitesse constante un courant sensiblement constant; dans le circuit de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dynamo sont montés en série, suivant la méthode employée en 1878 par M. Jablochkoff, les circuits primaires de transformateurs en nombre égal à celui des bougies à alimenter; chaque bougie est alimentée par le circuit secondaire du transformateur correspondant, placé dans le socle de la lanterne. On a pu ainsi porter de 5 à 20 le nombre des foyers entretenus par une machine auto-excitatrice Gramme, et abaisser très notablement le prix de revient de l'éclairage par bougies.

Ce système, qui joint à l'économie que donne la haute tension le bénéfice de l'indépendance des foyers, peut s'installer très rapidement, comme l'a montré la Société de l'éclairage électrique au début de l'Exposition.

Le système municipal d'Edison a de commun, avec les dispositifs ci-dessus, l'emploi de tensions élevées, mais il ne constitue pas une distribution à proprement parler; toutes les lampes doivent être éteintes et allumées en même temps.

Le courant est fourni par une machine de 1,200 volts et 9 ampères, et se divise en trois circuits de même résistance, recevant chacun 3 ampères; les lampes employées diffèrent par leur voltage seulement, leur puissance éclairante étant estimée à une bougie par volt.

Si une lampe est brisée sur un des circuits, elle est automatiquement mise en court circuit; l'ampèremètre de ce circuit placé à la station centrale accuse une augmentation de courant; on introduit une résistance (une ou plusieurs lampes) de manière à ramener le courant à 3 ampères.

La mise en court circuit de la lampe est assurée par deux moyens; chaque lampe porte, comme dans le système Thomson Houston, un papier mince, séparant les deux conducteurs aboutissant aux extrémités du filament, et qui est percé par l'étincelle en cas de rupture du circuit. De plus, un fil de platine isolé pénètre dans la lampe par une extrémité, tandis que l'autre est fixée à un ressort relié au conducteur positif. Si le filament se rompt, et que le vide soit maintenu dans la lampe, le courant passe dans l'air raréfié entre le conducteur négatif et ce fil, l'échauffe assez pour que la partie du fil de platine extérieure à la lampe se rompe, et le ressort établit alors une connexion directe entre le conducteur positif et le négatif.

Tout le réglage consiste donc à manœuvrer les rhéostats d'excitation, de manière à obtenir constamment le voltage normal, et à ajouter des lampes sur chacun des circuits.

DISTRIBUTION À POTENTIEL CONSTANT.

Le procédé le plus simple consiste à affecter à chaque arc un circuit spécial partant de la dynamo; chacun de ces circuits est muni d'un rhéostat de réglage; si le moteur est à vitesse constante, l'excitation mixte peut être employée; mais dans les stations importantes, le réglage à la main de l'excitation est préféré. Les appareils de mesure et de réglage constituent alors une part importante des prix de l'installation, et sont groupés sur des tableaux, avec les commutateurs ou interrupteurs, et les appareils de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sûreté, coupe-circuits fusibles ou interrupteurs automatiques. Dans le cas où l'installation comporte plusieurs machines, celles-ci, groupées en quantité, communiquent par leurs balais + et —, avec deux rails sur lesquels est prise aussi l'excitation, et des commutateurs spéciaux sont destinés à mettre en service chaque machine.

M. Cance emploie cette disposition dans des installations remarquables par la régularité de leur fonctionnement, chaque foyer étant surveillé individuellement; mais en général, on se contente de brancher les arcs sur deux conducteurs portant des rails + et — du tableau sans affecter de rhéostat à chacun d'eux. Les tensions usitées sont 65 ou 110 volts : le premier chiffre permet de placer indifféremment un arc ou une lampe en dérivation sur les conducteurs; avec le second, on place en dérivation deux arcs en série, ce qui est plus économique.

Pour la mise en service des machines, la Compagnie française Edison emploie un enclenchement dû à M. Ebel, qui s'oppose à ce que l'induit puisse être mis en circuit sans que le champ soit excité; cette disposition paraît recommandable.

La distribution en dérivation pure et simple conduit à employer des conducteurs d'un prix très élevé, surtout s'il est nécessaire d'avoir entre les deux fils qui amènent le courant une différence de potentiel sensiblement constante et uniforme en des points éloignés les uns des autres, et quel que soit le débit, ce qui est le cas pour une distribution de lumière par lampes à incandescence, dont le voltage ne doit pas varier de plus de 2 à 3 p. 100. Pour diminuer le prix des conducteurs, la Compagnie Edison emploie le système dit *à trois fils*.

Deux dynamos (ou groupes de dynamos associés en quantité) donnant chacune aux bornes la force électromotrice nécessaire, 110 volts par exemple, sont couplées en tension, et le troisième fil ou fil neutre part du conducteur qui les relie; et les lampes sont mises en dérivation, soit sur le fil + et le fil neutre, soit sur le fil — et le fil neutre; de cette manière, quand le nombre des lampes allumées dans chaque groupe est le même, le fil neutre n'est parcouru par aucun courant, si à une lampe d'un groupe en correspond une de l'autre groupe, ayant le même point d'attache sur le fil de compensation; le système fonctionne alors comme si le fil n'existait pas, et si les lampes étaient groupées deux par deux en séries.

Lorsque ces conditions ne sont pas réalisées, le fil neutre est parcouru en chacun de ses points par un courant dont l'intensité est le produit de l'intensité normale de chaque lampe par la différence du nombre de lampes allumées dans chaque groupe au delà du point considéré. Le courant le plus intense qui puisse être débité dans chacun des trois fils est donc au plus celui qui correspond à la moitié du nombre des lampes à desservir, et tombera bien au-dessous de cette valeur pour le fil neutre, si on fait pénétrer les trois fils dans chaque local dont la consommation est notable, de manière à équilibrer autant que possible les débits des deux groupes. On peut alors employer pour chacun des trois conducteurs un fil dont la section soit le quart de celle des deux fils qu'il aurait fallu employer dans le système ordinaire pour le même débit,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et en consentant la même perte d'énergie; mais les pertes de charge et, par suite, les différences entre les tensions individuelles des lampes peuvent être plus grandes.

Que l'on emploie la dérivation simple, ou un système à trois ou cinq fils, on diminuera toujours ces différences, et on approchera davantage de l'uniformité dans la distribution en employant des feeders ou alimentateurs, c'est-à-dire en reliant directement aux pôles des machines, ou aux rails du tableau de distribution, des points convenablement choisis sur le circuit. Les constructeurs forment ainsi un réseau que la station centrale alimente par plusieurs voies, et si un accident survient dans l'une des portions du circuit, les conséquences en sont très localisées. De chacun des points de jonction des feeders avec le circuit général, partent des fils fins, revenant à la station, où leur différence de potentiel est mesurée. Chacun des feeders comporte autant de fils que le circuit général.

La régulation se fait entièrement à la main, de manière à amener, en chacun des points de jonction, la différence de potentiel entre le fil neutre et chacun des deux fils + et — à sa valeur normale au moyen de rhéostats placés sur ces deux fils. Toutefois, le réglage du feeder le plus chargé se fait en agissant sur les rhéostats de l'excitation des dynamos (celles-ci sont excitées en dérivation simple).

Comme disposition accessoire, la Compagnie américaine Edison emploie deux petites dynamos qui sont chargées du service pendant les heures de faible consommation. Deux commutateurs permettent, si un accident survient à l'une des machines, de réunir rapidement les rails ± du tableau de distribution. Si, par exemple, c'est la machine dont le pôle positif est réuni au rail + qui est mise hors de service, le rail + est, par le jeu du commutateur, séparé de la machine, connecté au pôle — de l'autre machine, qui porte alors toute la charge; le fil neutre, réuni à son pôle +, sert alors de fil de sortie commun pour le courant total.

M. Thury se dispense des fils de retour qui servent à contrôler les différences de potentiel aux extrémités des feeders ou alimentateurs. Un voltmètre ordinaire est placé en dérivation sur les deux fils d'un feeder, mais en même temps le courant du feeder passe dans une barre de cuivre placée au voisinage de l'aiguille et tend à ramener l'aiguille au zéro; il est facile de placer cette barre à une distance telle que l'action de la bobine en dérivation (proportionnelle à la différence V de potentiel aux bornes de la machine) et celle de la barre (proportionnelle à l'intensité I du courant) produisent une déviation proportionnelle à $V - RI$, c'est-à-dire à la différence de potentiel au bout du feeder, et le réglage devra se faire en maintenant constante la déviation de cette aiguille.

Lorsque la station centrale a à desservir plusieurs centres situés à des distances très différentes, le système du réseau devient inapplicable; d'un autre côté, il est utile, pour ne pas élever outre mesure le prix des conducteurs, de consentir à une perte de charge plus grande sur les circuits les plus longs. Pour pouvoir utiliser une même grande dynamo à l'alimentation des divers centres secondaires, M. Lahmeyer emploie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(disposition exposée par M. Garnot) une dynamo auxiliaire pour chaque centre secondaire; cette dynamo, actionnée par le moteur de l'usine, est montée en série et traversée par le circuit; elle ajoute donc pour ce circuit, à la force électromotrice de la machine principale maintenue constante, une force électromotrice proportionnelle au débit de ce circuit secondaire; cette disposition évite l'emploi de résistances destinées à équilibrer les divers circuits secondaires.

La Compagnie Thomson-Houston emploie un procédé différent pour alimenter aussi un système à trois fils. Soit une machine A génératrice à 220 volts, et deux autres dynamos plus petites dont les inducteurs sont pris en dérivation sur les pôles de la machine A; les deux induits, en série, forment également une dérivation sur cette machine; les trois fils sont attachés, deux aux bornes de A et le troisième au fil connectant les deux induits : ce troisième fil joue le rôle du fil neutre. Ces deux dynamos, attelées sur le même arbre, fonctionnent toutes deux comme des moteurs, absorbant chacune 110 volts environ; elles peuvent être placées d'ailleurs à une distance quelconque de la génératrice.

Il est clair que le même système permettrait la division de la force électromotrice en 3, 4 ou 5 parties égales, en employant autant de dynamos.

Cette même division est approximativement réalisée pour les courants alternatifs par une disposition toute différente due au professeur E. Thomson. Les deux fils issus de la machine primaire sont reliés, à une distance quelconque, par une série de quatre bobines contenant un noyau de fer et ayant un coefficient de self-induction très élevé. Des extrémités de chacune de ces bobines partent des conducteurs entre lesquels sont placées les lampes en dérivation et dont la différence de potentiel, constante malgré les variations de débit, est sensiblement le quart de celle des bornes.

DISTRIBUTION AVEC ACCUMULATEURS.

L'emploi des accumulateurs pour la distribution des courants continus offre des avantages évidents au point de vue de la régularité de l'éclairage. Les variations de vitesse des moteurs n'ont plus d'influence nuisible sur la tension aux bornes des circuits, qui peut être maintenue constante à un volt près, en plus ou en moins, par l'adjonction de nouveaux éléments, s'il est nécessaire. L'utilisation des chaudières, des moteurs et des dynamos est améliorée, parce que le travail de ceux-ci peut être continu, et enfin une interruption, même de quelque durée, est sans inconvénient si la capacité des accumulateurs est suffisante. Par contre, le capital d'installation est généralement plus considérable et les frais accrus de l'entretien et du remplacement des plaques; enfin une perte notable d'énergie, environ 30 p. 100, accompagne la transformation lorsque les accumulateurs sont chargés par les dynamos et déchargés ensuite dans les circuits; cette perte est compensée, quand le courant de charge est produit par une machine à haute tension et à grande distance, par l'économie faite sur les câbles. Aussi n'a-t-on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

point formulé de règles générales relatives à leur emploi. Pour chaque cas, la solution préférable ne peut être déterminée que par l'examen des conditions particulières, notamment de la répartition des heures d'éclairage dans la journée.

M. Crompton a proposé d'employer les accumulateurs, répartis dans des centres secondaires, pour distribuer le courant produit par une dynamo à haute tension, et a organisé ainsi un certain nombre de stations centrales (Vienne, Kensington, le Mans, Gothenbourg).

Le courant, partant d'une dynamo à 440 volts, traverse en série quatre batteries d'accumulateurs placées dans autant de stations secondaires et sur les bornes desquelles sont branchées les canalisations de distribution proprement dite à 100 volts. Les accumulateurs se chargent aux heures de faible consommation, peuvent venir en aide à la machine au moment de la consommation maximum et, au besoin, la suppléer pendant un court arrêt. Leur capacité doit être calculée d'après la forme de la courbe indiquant la consommation aux différentes heures de la journée. Dans un exemple cité par M. Crompton, les accumulateurs auraient à fournir, au moment du maximum, le tiers de la consommation, et la machine les deux autres tiers. Abstraction faite des frais généraux et de l'amortissement, M. Crompton évalue à 0 fr. 203 les 1,000 watt-heures. Plus récemment, M. Crompton évaluait à un dixième seulement la part à demander aux accumulateurs, et à 0 fr. 15 les 1,000 watt-heures, c'est-à-dire 0 fr. 11 le cheval-heure aux bornes des lampes, prix singulièrement bas.

Le même système est préconisé par la Société propriétaire des brevets Faure, Sellon, Volckmar.

Un autre système, basé sur l'emploi de stations secondaires d'accumulateurs, consiste à les charger pendant une partie de la journée et à les séparer des dynamos pendant qu'ils débitent, ce qui exige évidemment un bien plus grand poids de plomb, des dynamos plus puissantes, et fait subir à toute l'énergie dépensée la coûteuse transformation des accumulateurs. Tel est le système King.

Le système King est adopté par l'Electrical Power Storage Company et la Chelsea Electricity Supply Company. Des dynamos à haute tension, placées dans une station centrale, chargent à haute tension des accumulateurs disposés dans des stations ou centres secondaires situés au milieu de la région à éclairer. Un centre secondaire comprend 8 groupes de 54 accumulateurs, dont 4 distribuent le courant tandis que les 4 autres sont chargés en série; ce centre secondaire est destiné à alimenter 2,000 lampes de 30 watts à 100 volts.

L'usine centrale charge en série tous les centres secondaires, c'est-à-dire que dans le circuit des dynamos sont intercalés à chaque centre 216 accumulateurs; la charge de ceux-ci prend ordinairement six heures; lorsqu'elle est achevée, les 216 accumulateurs sont mis automatiquement hors circuit, placés sur le circuit de distribution et remplacés dans le circuit de charge par les 216 autres. La charge de cette seconde série étant terminée, ces accumulateurs sont également placés sur le circuit de distri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bution par groupes de 54. La charge totale demande douze heures environ. De plus, en cas d'insuffisance des batteries en hiver, pendant les deux ou trois heures les plus chargées, un transformateur à courant continu est alimenté à courant constant par la station centrale.

La constance du potentiel de distribution est obtenue par l'intercalation automatique d'accumulateurs intercalés en sens contraire dans les circuits de distribution et qui règlent ce potentiel à 1 volt 1/2 en plus ou en moins du potentiel normal.

Dans ces conditions, on estime que l'énergie consommée dans les lampes serait environ 70 p. 100 de l'énergie disponible aux bornes des dynamos, et on estime à 12 p. 100 de leur valeur les frais d'entretien à leur état normal des accumulateurs employés.

Avec cet ensemble de dispositions, la capacité totale du système ou le nombre de lampes qui peuvent être alimentées pendant la partie la plus chargée de la journée est à peu près le double de ce que les dynamos seules pourraient fournir, si l'on tient compte de la perte qu'entraîne l'usage des accumulateurs.

L'organe essentiel est l'appareil automatique qui arrête la charge des accumulateurs; c'est un gazomètre dans lequel se rend l'hydrogène dégagé sur la plaque négative d'un des accumulateurs, choisi comme témoin de l'état du groupe dont il fait partie et dont la capacité est calculée de manière qu'il soit plein lorsque la charge est complète. Ce gazomètre porte une valve qui est maintenue fermée par un électro-aimant actionné par le courant de charge; quand le gazomètre est plein, il actionne un relais, ferme le circuit d'une pile locale dans un électro-aimant qui, en attirant son armature, rompt les contacts entre le circuit de charge et les accumulateurs et relie ceux-ci à la distribution. Cet appareil est le « transposeur » (*transposing switch*). Chaque série de 216 éléments est reliée à un transposeur. En même temps que les contacts (à mercure) du courant de charge et du transposeur sont rompus, le circuit local est interrompu dans un électro-aimant dit *relais de charge*, qui introduit rapidement une résistance en charbon à la place des accumulateurs.

L'armature du transposeur, continuant son mouvement, détermine ensuite un contact agissant sur le transposeur n° 2 de la seconde série de 216 éléments; celui-ci rompt les connexions avec le circuit de distribution, met ensuite ces éléments en série sur le circuit de charge, puis rétablit le courant dans l'électro-aimant du relais de charge, supprimant ainsi la résistance en charbon. La seconde série se charge à son tour et, quand sa charge est complète, elle est mise, par l'intermédiaire du gazomètre, sur le circuit de distribution. En même temps, un signal est envoyé à la station centrale.

Un second organe de réglage est en rapport avec le circuit de distribution et règle la tension aux points où les alimentateurs (*feeders*) se soudent au circuit principal. C'est un voltmètre actionnant un relais polarisé, dépendant d'un circuit local et au moyen duquel on peut introduire ou supprimer dans les circuits de décharge un ou plusieurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

accumulateurs en sens inverse du courant de décharge[1]. La décharge totale est d'ailleurs répartie également entre les deux groupes de 216 éléments au moyen d'une *balance* : c'est un double solénoïde dont chaque branche est parcourue par le courant d'un des groupes et qui supprime, pour le groupe dont le courant est le plus faible, l'un des accumulateurs dont on vient de parler.

Le voltmètre régulateur présente une disposition particulière : il est compensé pour les variations de température. A cet effet, le courant passe non seulement dans le fil fin de la bobine, mais dans un filament de charbon qui lui est ajouté en série et dont une extrémité plonge dans un tube recourbé dont une branche est fermée et remplie d'alcool, tandis que la branche ouverte renferme du mercure et reçoit l'extrémité du filament de charbon; une élévation de température augmente le volume de l'alcool, fait monter le mercure et diminue la longueur de la partie efficace du charbon.

La supériorité pratique de tous ces agencements automatiques sur le réglage à la main reste à établir.

Le major général Webber estime que la station pourrait débiter 600 ampères et, au besoin, 800 exceptionnellement, ou alimenter 2,000 lampes normalement et accidentellement 2,400, correspondant à 210 magasins ou appartements ayant 27 lampes, mais ne se servant que d'un tiers à la fois.

La Société pour la transmission de la force par l'électricité a installé à Paris et employait à l'Exposition une distribution à basse tension dans laquelle elle emploie aussi simultanément des dynamos et des accumulateurs. Ceux-ci servent à la fois de volant pour la tension et de réserve pour la partie de la journée où la consommation est le plus faible; de plus, ils peuvent jouer le rôle d'une machine de secours : il faut, pour cela, que leur capacité soit équivalente à l'une des unités génératrices de courant.

Les pôles négatifs des machines et de la batterie sont réunis sur une même barre, tandis que les positifs des machines sont en connexion avec le pôle positif d'un élément de cette batterie dont le rang est variable à volonté. La batterie ayant 65 éléments, on introduit aussi dans le circuit d'une des dynamos un nombre variable (de 65 à 48) d'accumulateurs. L'organe dit *commutateur de réduction*, qui établit cette connexion, est un simple contact mobile, lié au pôle de la dynamo, glissant sur une série de touches reliées aux pôles des 17 derniers éléments de la batterie. Dans le circuit principal de la dynamo est intercalé un disjoncteur automatique qui interrompt le courant dès qu'il tombe au-dessous d'une valeur fixée à l'avance.

Les pôles négatifs des divers feeders ou alimentateurs du réseau sont réunis aux négatifs des dynamos et des accumulateurs, tandis que les pôles positifs peuvent, par l'intermédiaire de commutateurs de réduction semblables à ceux des dynamos, être reliés à l'un des accumulateurs de la série.

Tous les commutateurs sont réglés à la main, ainsi que les rhéostats d'excitation

[1] Ce sont ces accumulateurs qui fournissent le courant aux circuits locaux qui actionnent les appareils régulateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des dynamos, d'après les indications des voltmètres et ampèremètres placés sur chaque circuit, tant des machines que d'alimentation. Les éléments de la batterie doivent être fréquemment changés de place, et les dynamos susceptibles de fonctionner également bien avec des forces électromotrices variables. Une station de ce système a fonctionné à l'Exposition, alimentée par trois dynamos Marcel Deprez à double anneau.

Pour une distribution étendue, la Société préconise l'emploi de plusieurs stations secondaires à basse tension, avec dynamos et accumulateurs, dont les réseaux seraient reliés entre eux et auxquelles la force motrice serait fournie par des récepteurs à haute tension, recevant le courant d'une station centrale proprement dite.

M. Léon Gérard, de Bruxelles, emploie trois modes de distribution :

1° A 110 volts, avec chargement d'accumulateurs; ceux-ci, au nombre de 60, sont divisés en deux groupes : l'un desservant la ligne, le second recevant le plein courant de la machine. Le tableau est disposé de manière à introduire à volonté les accumulateurs du second groupe dans le premier, et par suite à maintenir la tension constante malgré les variations de débit;

2° Le système en série simple, avec des machines de 800 volts et 10 ampères; une résistance variable de 0 à 2 ohms suffit pour le réglage;

3° Un système de distribution à haute tension et à grande distance, avec accumulateurs, qui est appliqué au Théâtre et à l'Hôtel-de-Ville de Bruxelles, système proposé dès l'apparition des accumulateurs et que M. Crampton emploie également, comme on l'a vu plus haut. Un des inconvénients de ce système est que tous les accumulateurs en série sur la machine reçoivent le même courant et que le débit de chaque groupe est différent. L'organe appelé *permutateur* par M. Gérard remédie à cet inconvénient en mettant successivement chaque groupe d'accumulateurs en relation avec les divers circuits. A Bruxelles, les 600 accumulateurs sont chargés par une machine située à 3,700 mètres; ils sont divisés en 10 groupes de 60; ils alimentent 10 circuits distincts dont les 20 pôles sont en relation, par des frotteurs circulaires, avec autant de cercles métalliques disposés suivant les sections droites d'un cylindre isolant, mis en rapport, par des barres noyées dans le cylindre, avec les pôles des batteries par l'intermédiaire de contacts à ressort réglable. Chaque rotation d'un dixième de circonférence change les rapports des circuits et des batteries.

ONDULEUR SOLIGNAC.

Un système tout particulier était exposé par la Compagnie Popp; il est basé sur l'emploi de l'onduleur de M. Solignac. Les dynamos génératrices sont à courant continu et à haute tension. Les centres secondaires alimentés par ce courant le transforment en courants alternatifs à haute tension également, reçus par des transformateurs Gaulard. Chaque centre secondaire se compose de deux transformateurs dont les circuits primaires sont mis en dérivation, chacun aux extrémités d'une résistance variable depuis

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

zéro jusqu'à l'infini. Les deux commutateurs tournants qui font varier ces résistances sont montés sur le même arbre, de sorte que la somme des résistances des circuits soit constante, l'un des transformateurs se trouvant en court circuit quand l'autre est sans dérivation et reçoit le courant total; ils sont, de plus, munis d'inverseurs par lesquels le courant est renversé dans le transformateur au moment du court circuit. A l'Exposition, on faisait ainsi fonctionner quatre bougies Jablochkoff au moyen d'accumulateurs fournissant 60 volts et 45 ampères.

Dans ce système, chaque centre secondaire doit être pourvu d'un moteur tournant avec une rapidité suffisante pour permettre un emploi économique des transformateurs; Cette disposition n'a pas encore été appliquée autrement qu'à titre d'expérience; il est difficile de voir quels avantages elle présente sur l'emploi direct des transformateurs combinés avec des machines à courants alternatifs, ou l'emploi des transformateurs à courant continu combinés avec une distribution à courant continu.

VIII

COMPTEURS.

COMPTEUR DE TEMPS.

Le compteur Aubert est un appareil de 0 m. 10 de diamètre renfermant un mouvement d'horlogerie, pouvant marcher deux cents heures, actionnant un compteur. Un électro-aimant déclenche le mouvement quand le courant passe, tandis que, pendant l'interruption du courant, l'armature, rappelée par son ressort antagoniste, arrête le mouvement. Le compteur, fort économique, ne convient qu'à une lampe unique, ou à un groupe de lampes fonctionnant simultanément.

COMPTEUR CHIMIQUE.

Le compteur chimique d'Edison est très précis, il est répandu principalement aux États-Unis, où il est employé par la Compagnie Edison. Sous sa forme primitive, il consistait en un double voltamètre à sulfate de cuivre; la lame positive de l'un, la lame négative de l'autre étaient attachées aux deux extrémités du fléau d'une balance, fléau qui à chaque oscillation faisait manœuvrer un commutateur par l'intermédiaire d'un relais, ce qui permettait une totalisation. Ce système paraît abandonné aujourd'hui; le compteur actuel se compose d'un voltamètre à sulfate de zinc, suivi dans les grands modèles d'un second voltamètre de contrôle.

Ce voltamètre est placé en dérivation sur une résistance en maillechort parcourue par le courant à mesurer; le courant dérivé passe par les voltamètres et par une résis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tance en cuivre calculée de manière à ne laisser passer que $\frac{1}{1200}$ du courant total, ou à déposer un milligramme de zinc par heure et par ampère livré au consommateur. D'après les expériences citées par la Compagnie Edison, la résistance totale du circuit dérivé, est pratiquement constante entre 10 et 30 degrés centigrades, pour des courants variant de 0 à 20 ampères pour le type le plus répandu; les variations de résistance du cuivre, du liquide et de la polarisation (d'ailleurs bien faible) des électrodes se compensent presque rigoureusement; les variations de la résistance du maillechort sont très faibles, de sorte qu'on peut considérer le courant du voltamètre comme une fraction constante du courant toial, et le poids du zinc déposé comme une mesure pratique de la quantité d'électricité dépensée.

Il est nécessaire que le métal et la dissolution employée soient très purs, et que la distance des plaques soit maintenue constante. Pour éviter l'abaissement de la température au-dessous du point de congélation, une lame bimétallique est disposée dans la boîte qui contient les voltamètres et la résistance en maillechort; lorsque la température s'abaisse, la lame se courbe et établit un contact allumant une lampe qui réchauffe l'air ambiant.

Ce compteur n'est arrivé à sa forme actuelle, considérée comme pratique, qu'après de nombreuses modifications de détail et des essais variés. Entre autres, Edison avait essayé un voltamètre à eau : après dégagement d'un volume déterminé de gaz, une explosion avait lieu ramenant toutes choses à l'état primitif. Dans le même ordre d'idées M. Trouvé propose de faire mouvoir une roue à auget formant compteur pour les gaz dégagés. Il est inutile d'exposer les défauts de ces systèmes.

COMPTEUR ARON.

Les compteurs Aron se composent de deux pendules, dont l'un est un pendule ordinaire; le second, synchronique au premier quand il n'y a pas de courant, porte à son extrémité inférieure un aimant permanent si c'est un compteur de quantité, une bobine en dérivation si c'est un compteur d'énergie; l'aimant, ou la bobine, oscille à l'intérieur d'un solénoïde fixe dans lequel passe le courant principal; la différence des nombres d'oscillations par heure est très sensiblement proportionnelle au courant dans le premier cas, à la puissance dans le second, et la différence dans un temps quelconque à la quantité d'électricité, ou au nombre de joules. Cette différence est enregistrée au moyen d'un train épicycloïdal dont l'axe a une vitesse angulaire proportionnelle à la différence des vitesses de deux roues commandées chacune par les rouages d'un mouvement d'horlogerie correspondant à chaque pendule.

Ce système très répandu en Allemagne, et dont plusieurs constructeurs exposaient des modèles, fonctionne très bien une fois le synchronisme des pendules bien réglé à vide. Il s'adapte aisément au système à trois fils : on fait porter à l'un des pendules deux aimants oscillant au-dessus de deux bobines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, ce système s'applique aux courants alternatifs, avec une exactitude suffisante pour la pratique.

COMPTEUR ELIHU THOMSON.

Le compteur Thomson pour courants alternatifs se compose d'un transformateur, d'un thermomètre différentiel, porté en son milieu par un fléau de balance, et d'un appareil enregistreur. Dans les deux boules du thermomètre sont insérées deux résistances qui communiquent d'une manière permanente par l'une de leurs extrémités avec l'une des bornes du circuit secondaire du transformateur, dont l'autre borne communique avec deux coupes à mercure placées sous les boules du thermomètre.

Quand le fléau incline d'un côté, la résistance du même côté a son extrémité dans le mercure correspondant, de sorte que le courant secondaire du transformateur passe tantôt dans une des résistances, tantôt dans l'autre. Le thermomètre différentiel contient une assez grande quantité de liquide; lorsque le courant secondaire passe dans la résistance de gauche, par exemple, il l'échauffe, dilate l'air du réservoir, et le liquide est chassé dans la boule de droite, qui devient plus pesante, et fait incliner le fléau à droite; le courant est alors interrompu dans la résistance de gauche, passe dans celle de droite, l'échauffe, chasse le liquide dans la boule de gauche et ainsi de suite; le nombre des oscillations du fléau (qui est enregistré par le compteur proprement dit) dans un temps donné va donc en croissant avec l'intensité du courant secondaire et, par suite, avec celle du courant primaire du transformateur suivant une loi qu'il paraît difficile d'établir *a priori*. Le professeur Elihu Thomson a trouvé que si on compose le circuit primaire du transformateur d'un double enroulement, l'un dans lequel passe le courant à évaluer, l'autre fin, placé en dérivation sur le circuit de ce courant, supposé alimenté par la machine à potentiel constant dont il a été parlé plus haut, le nombre d'oscillations est, dans une assez grande étendue, proportionnel à l'intensité effective du courant alternatif.

Un compteur analogue a été construit pour le système à trois fils; l'enroulement primaire du transformateur est alors plus compliqué. Si l'on désigne par A, B, C les trois fils, le fil B étant le fil neutre ou de compensation, ce circuit primaire se compose : 1° d'un enroulement pris sur le fil A; 2° d'un enroulement en dérivation sur A et B; 3° d'un enroulement pris sur le fil B, mais ayant la moitié du nombre des tours pris sur A et en sens contraire, de sorte qu'un courant passant dans le fil B donnant une indication dans un sens, le même courant passant dans A donnerait une indication dans l'autre sens. Ceci posé si n lampes sont mises en dérivation entre B et C, l'instrument indiquera n; si elles sont placées entre A et B l'indication sera $2n-n$, ou encore n; si n lampes sont placées dans chaque circuit, le fil compensateur n'est parcouru par aucun courant, et l'indication sera $2n$; enfin s'il y a n lampes entre A et B, n' lampes entre B et C, A sera parcouru par un courant n, B par le courant $n-n'$ et par suite l'indication correspondra à $2n-(n-n')$ ou à $n+n'$ lampes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTEURS À MOTEUR.

Desroziers. — Une dynamo motrice a son induit en dérivation, tandis que le champ est proportionnel au courant principal; l'induit est sans fer, et du type des induits de la machine décrite plus haut, et pour compenser la réaction d'induit, l'enroulement des inducteurs est mixte; ces inducteurs sont des solénoïdes sans fer. Ce moteur fait tourner un disque plat entre les pôles d'aimants permanents; la vitesse est théoriquement proportionnelle au produit des courants de l'induit et de l'inducteur, et il suffirait de faire entraîner les rouages d'un compteur par l'axe de l'induit. Pour compenser les résistances passives, l'auteur fait passer dans les inducteurs un troisième courant, inversement proportionnel au courant de l'induit, et produit par une dynamo auxiliaire, excitée par le courant même de cet induit; l'anneau de cette seconde dynamo est parcouru par un courant qui devrait varier en raison inverse du premier, et produire en passant dans les inducteurs de la première un couple constant, qu'on pourrait régler de manière à le rendre égal à celui des résistances passives. L'appareil démarre trop difficilement pour pouvoir être employé dans sa forme actuelle.

Le compteur Borrel, pour courants alternatifs, est aussi une réceptrice à courants alternatifs; c'est un disque en fer au-dessus duquel sont deux barreaux de fer, parallèles et coudés; une bobine placée excentriquement enveloppe le disque et l'extrémité des barreaux; quand un courant alternatif d'une intensité suffisante passe dans la bobine, le disque tourne avec une vitesse croissant avec l'intensité du courant; un compteur de tours est placé sur son axe, la vitesse n'est proportionnelle à l'intensité que dans des limites trop restreintes pour que le résultat puisse être considéré comme satisfaisant.

COMPTEURS À TOTALISATEUR.

L'intégromètre de M. Jacquemier paraît être le premier en date des instruments où la totalisation se fait par un embrayage à durée variable avec la grandeur de la quantité à mesurer. Dans son premier compteur de quantité, une aiguille, reliée par engrenage à l'axe de l'ampèremètre, se déplace en face d'un cadran; l'axe de ce cadran reçoit d'une horloge un mouvement continu et uniforme; il porte un encliquetage, qui peut engrener sur une roue à rochet folle sur l'axe; en tournant, une pièce fixée au cliquet vient heurter un butoir correspondant au zéro de l'aiguille, et fait mordre le cliquet sur la roue à rochet qui est entraînée jusqu'à ce que cette pièce vienne rencontrer un second butoir porté par l'aiguille, qui lui donne un mouvement en sens contraire et dégage le cliquet. A chaque tour, le rochet tourne d'un angle égal à celui de l'aiguille, et l'angle dont il a tourné pendant un temps quelconque est proportionnel à la quantité d'électricité, si la déviation de l'aiguille est proportionnelle au courant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette proportionnalité est assurée ainsi : l'axe de l'aimant mobile entraîne avec lui une came sur laquelle s'appuie un levier dont les déplacements angulaires amplifiés sont transmis à l'aiguille; le profil de la came est tracé de manière que ces déplacements soient proportionnels au courant.

D'autres types étaient exposés par le même inventeur, dans lesquels une horloge fait mouvoir deux rouages : un rouage horaire, réglé par un échappement, et un second rouage, lâché toutes les cinq minutes par le premier, et fournissant le travail nécessaire pour faire avancer le totalisateur; toute la force motrice est fournie par deux barillets se remontant à la main. Les indications de l'ampèremètre sont constatées par la chute d'un sondeur qui, toutes les cinq minutes, tombe sur une came courbe solidaire de l'armature de l'ampèremètre; le mouvement du sondeur est transmis au totalisateur par un train épicycloïdal dans un modèle, par un pignon à déclenchement dans l'autre.

Dans un troisième type, l'organe sondeur est un petit balancier très léger, qui, dès qu'il frôle l'aiguille, subit un petit mouvement différentiel suffisant pour que son extrémité supérieure arrête les ailettes du rouage de totalisation. Pour maintenir la proportionnalité, le mouvement du sondeur est transmis au totalisateur par des roues dentées non circulaires.

Le compteur d'énergie représente un quatrième type. La bobine mobile du wattmètre est sollicitée d'une part par l'action du courant, de l'autre par un contrepoids mobile; l'action du courant presse l'aiguille contre une butée. Le rouage du totalisateur, quand il a été lâché par l'horloge, déplace le contrepoids de manière à augmenter son action antagoniste; il arrive un moment où la bobine est entraînée, et l'aiguille quitte son butoir; elle rencontre alors un des mobiles du rouage et l'arrête; le totalisateur indique donc la quantité dont le rouage a dû défiler pour que le contrepoids fasse équilibre à l'action des bobines, proportionnelle au nombre de watts; par un choix judicieux de l'angle (102 degrés) d'ouverture du levier coudé qui porte le contrepoids, le mouvement du rouage est rendu pratiquement proportionnel au moment des contrepoids par rapport à l'axe de la bobine, dans des limites de puissance de l'appareil, ce qui supprime les cames et roues dentées non circulaires. Sous cette dernière forme plus simple, le compteur de M. Jacquemier a donné des résultats satisfaisants comme exactitude, aussi bien pour les courants alternatifs que pour les courants continus.

M. Jacquemier exposait également un cinémomètre déjà ancien (1877) et qui, combiné avec un dynamomètre ou un indicateur et avec son intégromètre, permet la mesure du travail dans les machines.

Sous leur forme actuelle, les compteurs de M. Cauderay sont composés d'un appareil de mesure, d'un mouvement d'horlogerie et d'un totalisateur. Le mouvement d'horlogerie est entretenu par le courant. Il se compose d'un balancier de 700 grammes, oscillant sous l'action d'un spiral, à raison d'une oscillation double par seconde; sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'axe sont fixées les armatures de deux électro-aimants à pôles opposés, disposés dans un même plan vertical des deux côtés de l'axe; les bobines des deux électros ont 1,000 ohms de résistance pour les distributeurs à 100 volts, sur lesquelles elles sont placées en dérivation.

Le principe de l'entretien est celui de M. Hipp; le courant n'est lancé dans les électro-aimants, pendant un quart de seconde, que lorsque l'amplitude des oscillations descend au-dessous de 180 degrés. Le contact est établi entre deux languettes d'acier portant des boutons de platine; l'une de ces languettes est en forme de fourche, l'autre en forme de levier coudé, chacune porte deux contacts; un double contact est donc établi : comme l'un d'eux est toujours légèrement en retard sur l'autre, l'étincelle d'interruption se produit toujours au même point, et l'autre contact ne s'altère pas; ce contact est d'ailleurs accompagné d'un léger frottement qui nettoie les boutons de platine. Ces languettes sont articulées autour d'un axe et sollicitées à rester dans une position déterminée par des ressorts; chacune d'elles est solidaire d'une tige en acier placée en face d'un collier correspondant sur l'axe du balancier; l'un de ces colliers porte une came, l'autre porte deux entailles dans lesquelles s'engage la tige correspondante.

L'axe du balancier porte une came conique, taillée en spirale sur les quatre dixièmes de sa circonférence, qui à chaque oscillation pousse graduellement un galet porté par un levier articulé, et pressé sur la came par un ressort; mais, dans son mouvement de retour, l'extrémité du levier vient buter contre un secteur denté dont la position est réglée par celle de l'aiguille de l'ampèremètre, de sorte que le chemin parcouru par le levier est proportionnel à l'intensité; les chemins décrits à chaque oscillation sont ensuite totalisés par un rochet et un compteur.

L'ampèremètre employé dans le compteur de quantité est un solénoïde parcouru par le courant, qui aimante un barreau de fer parallèle à son axe placé à l'intérieur; une armature creuse en fer, plongeant obliquement dans le solénoïde, est articulée à une de ses extrémités, tandis que l'autre est repoussée par le pôle de même nom du barreau de fer en face de laquelle elle se trouve; l'aiguille qui porte le secteur denté est fixée à cette armature.

Dans les compteurs d'énergie, l'appareil de mesure est un wattmètre, dont la bobine à fil fin a 3,000 ohms de résistance; l'axe en acier de cette bobine porte, vissées sur des colliers réglables, deux tiges auxquelles sont attachés les ressorts antagonistes à des distances telles que la déviation de la bobine soit aussi voisine que possible de la proportionnalité avec la puissance à mesurer. L'axe du balancier porte un collier avec entaille, qui à chaque oscillation entraîne un levier muni d'un cliquet faisant avancer d'une dent une roue à rochet de 60 dents; sur l'axe de cette roue est un cylindre en bronze, taillé suivant un plan incliné. Ce cylindre, par l'intermédiaire d'un galet, fait décrire un angle invariable à une tige articulée à l'une de ses extrémités; cette pièce rencontre dans sa course l'extrémité de l'aiguille du wattmètre, la soulève plus ou moins suivant sa position sur le limbe en la ramenant au zéro; l'aiguille transmet son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement à un cadre muni d'un secteur denté, engrenant avec le pignon de l'enregistreur.

Le compteur Cauderay-Frager se compose d'un ampèremètre, ou wattmètre, d'un mouvement d'horlogerie et d'un totalisateur.

Les bobines fixes du wattmètre sont à axe horizontal; la bobine mobile en fil fin, mobile autour d'un axe vertical, est suspendue à un fil fin de torsion, portant une aiguille dont les indications sont recueillies et totalisées toutes les 100 secondes.

La partie chronométrique se compose d'un balancier à spiral battant la seconde, dont le mouvement est provoqué et entretenu électriquement; à cet effet l'axe du balancier, aplati dans sa partie médiane, est monté dans le plan de deux électro-aimants en fer à cheval, en dérivation sur le circuit général; à l'état d'équilibre, la partie méplate est à 45 degrés du plan des électro-aimants; un commutateur spécial fait passer le courant pendant une des demi-oscillations du spiral et du balancier. L'axe de ce balancier porte un cliquet à queue qui fait avancer d'une dent à chaque oscillation une roue de 100 dents, premier mobile du totalisateur.

L'arbre de cette roue porte à sa partie supérieure une rampe qui tourne avec lui, et vient saisir une fois par tour la pointe de l'aiguille, la fixe en l'appliquant sur un pont métallique; cette pointe tombe ensuite sur une came et provoque, en l'abaissant, l'embrayage d'une roue de 600 dents, montée sur le premier arbre de la minuterie; cet embrayage cesse quand la pointe sort de la came, et la courbe qui limite cette came est tracée de sorte que l'angle au centre de l'arc décrit par la pointe de l'aiguille sur la came soit proportionnel non à la déviation de l'aiguille, mais au nombre réel de watts.

Le tracé de la came correctrice est rendu plus facile et les erreurs provenant des défauts de cette came diminuées, quand la bobine mobile est à 45 degrés du plan des bobines fixes en l'absence du courant.

L'appareil s'applique aussi aux courants alternatifs, moyennant une petite correction dépendant de la période; il est entré dans la pratique.

Il est construit, comme les appareils Cauderay, par la Société pour la fabrication des compteurs.

COMPTEUR BRILLÉ.

Dans ce compteur, comme dans le précédent, les indications d'un wattmètre sont totalisées après avoir été recueillies à des intervalles égaux; il comprend un électro-dynamomètre, un électromoteur, un modérateur, un mouvement d'horlogerie et un totalisateur.

L'axe de la bobine mobile de l'électro-dynamomètre est monté sur un couteau et sur un pivot; un ressort en spirale est calé sur son axe; deux butées limitent le déplacement de la bobine à un angle très petit.

L'électromoteur a trois armatures : l'une sert au remontage de l'horloge; une arma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ture principale et une petite palette de fer doux. L'armature principale quand elle est attirée, tord le ressort de l'électro-dynamomètre, et lorsque la torsion fait équilibre au couple résultant de l'action réciproque des bobines, la bobine mobile, jusque-là retenue par la butée, se déplace; son déplacement entraîne la rupture d'un contact, dit *contact de l'électro-dynamomètre*.

A des intervalles réguliers (cent fois par heure) l'horloge lance le courant dérivé dans les bobines de l'électromoteur et dans la bobine mobile; la palette de fer doux est attirée et établit le contact de l'électro-dynamomètre en dérivation sur celui de l'horloge; l'armature de remontage fonctionne également, remonte l'horloge et interrompt le contact de l'horloge; l'armature principale se met en mouvement, avec une vitesse réglée par le modérateur, jusqu'au moment où le contact de l'électro-dynamomètre étant rompu, aucun courant ne passe; la palette de fer retombe, et l'armature principale revient en place.

Dans chacun de ces mouvements l'armature principale décrit l'angle nécessaire pour que le ressort l'emporte sur l'action électro-dynamique, angle qui est la somme de la torsion nécessaire pour arracher le contact de la butée quand le courant est nul, et de la torsion équivalente au nombre des watts; cette dernière torsion seule doit être enregistrée et totalisée. Le rôle du modérateur est de rendre aussi constante que possible la vitesse de torsion du ressort de l'électro-dynamomètre; il est composé d'un moulinet monté sur un châssis mobile autour du même axe. Ce châssis est maintenu dans sa position normale par un ressort, dont la tension fait équilibre au couple transmis au moulinet quand celui-ci possède sa vitesse normale; quand ce couple croît, le châssis s'incline et fait frein sur une poulie commandée par l'arbre du dynamomètre

La totalisation des angles décrits par l'armature principale se fait par un entraîneur à friction; c'est un cylindre serré aux trois points de contact d'un triangle métallique dont un angle est formé par une lame flexible; l'un des côtés de cet angle porte un prolongement; en appuyant dans un sens sur ce prolongement on ouvre l'angle flexible, et le triangle glisse sur le cylindre; si on appuie en sens inverse, l'angle tend à se fermer, le cylindre est serré et entraîné. Ce prolongement est actionné par une bielle dont l'extrémité porte une coulisse; cette bielle fait partie d'un parallélogramme articulé, dont un côté participe au mouvement de l'armature principale; la longueur de la coulisse est réglée de manière que la bielle n'agisse pour entraîner le cylindre que lorsque l'armature a déjà décrit l'angle correspondant à un couple nul dans l'électro-dynamomètre.

L'appareil est théoriquement parfait : l'entraîneur produit un encliquetage sans temps perdu, et le couple, étant mesuré dans une position constante de la bobine mobile de l'électro-dynamomètre, est rigoureusement proportionnel au nombre de watts; mais les pièces en sont nombreuses et délicates.

Le compteur Blondlot, construit par M. Fabius Henrion, comprend un wattmètre et un totalisateur. Le wattmètre est un solénoïde vertical à gros fil, à l'intérieur du-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quel peut tourner une bobine plate de fil fin, dont l'axe horizontal traverse le solénoïde et porte une aiguille mobile sur un cadran. A intervalles réguliers, toutes les cinq minutes par exemple, un courant est lancé dans un électro-aimant à fil fin, dont l'armature attirée ramène brusquement l'aiguille au zéro correspondant à la position verticale de la bobine plate; au même moment, un disque en fer terminant l'axe de l'aiguille, attiré par un second électro-aimant, vient s'appliquer contre un disque semblable porté par l'axe d'une vis sans fin conduisant le rouage du totalisateur, axe qui est ainsi embrayé magnétiquement à chaque retour de l'aiguille au zéro; le courant lancé dans les électros cesse au bout de quelques secondes, le débrayage a lieu et l'aiguille du wattmètre, libérée, revient à sa position d'équilibre.

Compteur Clerc. — Wattmètre dont la bobine mobile est suspendue sur deux pointes ou deux couteaux; la force antagoniste est un poids réglable; il porte un cliquet qui permet à la bobine de s'écarter de son zéro, mais mord sur un rochet quand s'opère le retour au zéro; l'axe de ce rochet est pourvu d'un engrenage commandant l'enregistreur.

Toutes les minutes, l'instrument est ramené au zéro par un mécanisme déclenché par une horloge, qui peut être associée au compteur, ou être l'horloge d'une station centrale déclenchant à la fois tous les compteurs d'une distribution.

Le compteur d'électricité de M. Weber, exposé par la maison Alioth, paraît très simple; l'instrument de mesure est un cylindre de fer doux qui, par l'action combinée d'un ressort et d'un solénoïde, s'enfonce plus ou moins suivant l'axe de celui-ci. A chaque oscillation de l'horloge, ce cylindre tourne et fait décrire à l'axe du premier mobile du compteur un angle proportionnel à l'intensité du courant; à cet effet, le cylindre est creusé d'un sillon dont la largeur varie avec la hauteur; à chaque position du cylindre correspond une longueur variable de la portion de sa circonférence suivant laquelle il entraîne cet axe par l'intermédiaire d'un galet.

IX

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

ASCENSEUR CHRÉTIEN.

Une machine Gramme de 50 ampères et 200 volts, génératrice, envoie son courant à deux dynamos réceptrices placées en série, au sommet d'une tour de 35 mètres située vers l'entrée de la Galerie des machines; chacune de ces réceptrices actionne un arbre horizontal au moyen d'un manchon d'accouplement formé de deux plateaux en fonte portant des saillies, les saillies de l'un s'emboîtant dans les intervalles qui séparent les saillies de l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'arbre transmet par deux vis sans fin et deux grandes roues dentées son mouvement à deux arbres horizontaux qui lui sont perpendiculaires et portant les poulies à gorges sur lesquelles s'enroulent les câbles[1] qui sont attachés, d'un côté, au sommet de l'ascenseur, et, de l'autre, à des contrepoids qui font équilibre à l'ascenseur chargé de quatre voyageurs (sur huit qu'il peut transporter).

Dans son déplacement l'ascenseur introduit automatiquement des résistances dans le circuit des dynamos, et l'interrompt complètement lorsqu'il arrive à la fin de sa course, soit vers le haut, soit vers le bas; de plus, des résistances sont à la disposition du personnel qui occupe l'ascenseur et permettent de régler l'intensité du courant sur le nombre de personnes.

Enfin, l'arbre actionné par les dynamos porte une poulie de frein. Deux leviers articulés, munis de sabots en bois, sont réunis par un ressort dont la tension est suffisante pour arrêter tout l'appareil; deux électro-aimants, agissant en sens inverse du ressort, tiennent les sabots écartés du frein, dès que le courant a l'intensité correspondant à la vitesse maximum.

CHEMIN DE FER DU NORD.

La Compagnie du chemin de fer du Nord exposait un treuil électrique, employé à la gare de la Chapelle pour l'empilage des sacs. C'est un chariot à quatre roues portant deux dynamos, l'une dont l'arbre commande par engrenages; l'un des essieux fait avancer ou reculer le chariot sur ses rails; l'autre commande les mouvements d'élévation et de descente. Les prises de courant se font sur des languettes de laiton fixées sur des madriers établis à l'intérieur du chemin de roulement. On peut produire l'un ou l'autre de ces mouvements avec 25 ampères et 100 volts.

La même Compagnie exposait un appareil de manœuvre à distance des aiguilles. C'est une dynamo réceptrice de 110 volts et 10 ampères dont l'arbre porte une vis à 45 degrés, dont le pas est de 0 m. 055; ce qui permet d'exercer sur les lames d'aiguilles un effort de 70 kilogrammes, et de les déplacer complètement en deux tours de vis ou un quart de seconde; à la fin de la course, des taquets calent les lames appliquées sur les contre-rails.

SOCIÉTÉ POUR LA TRANSMISSION DE LA FORCE.

Marteau pilon. — Le marteau proprement dit est constitué par quatre fers doux, réunis par une culasse commune, s'engageant dans une série de quatre solénoïdes juxtaposés, et formés eux-mêmes de douze sections ou bobines élémentaires; les quatre solénoïdes sont entourés d'une enveloppe en fonte qui augmente leur attraction sur les fers doux. Le poids du marteau est de 1,200 kilogrammes, sa course

[1] Ces câbles, au nombre de 8, sont tous indépendants les uns des autres, et portent chacun leur contrepoids; chacun d'eux pourrait faire le travail demandé sans dépasser sa limite d'élasticité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 0 m. 90; il reste suspendu dans les solénoïdes lorsque huit sections seulement sont excitées.

Toutes les sections aboutissent à un collecteur semi-circulaire à quarante-huit lames portant deux balais ou frotteurs, qui peuvent avoir, à volonté, un mouvement indépendant ou être rendus solidaires. Pour soulever le marteau, les balais laissant passer le courant dans huit sections, il suffit de donner à leur ensemble un mouvement de rotation, mettant toujours huit sections en circuit, mais prises de plus en plus haut sur les solénoïdes; quand le marteau est au sommet de la course, la manivelle qui porte les balais est automatiquement déclenchée; les balais reprennent immédiatement leur position primitive, les bobines inférieures des solénoïdes sont seules excitées, et leur action, de même sens que celle de la pesanteur, accélère la chute du marteau.

Cabestan. — La dynamo réceptrice, du système M. Deprez, porte deux anneaux indépendants qui tournent en sens contraire. Les arbres de ces anneaux portent des cônes de friction, actionnant l'arbre vertical de la poupée; des rhéostats permettent de faire varier la vitesse de rotation, entre douze tours au départ et soixante-dix en marche normale, avec des efforts au démarrage de 500 kilogrammes à 350 à la périphérie de la poupée.

Au marteau est adjoint un pont roulant, qui pivote autour du marteau pilon, et repose à l'autre bout sur un chevalet porté sur deux galets roulant sur des rails circulaires, de 6 m. 60 de rayon; une dynamo spéciale à un seul anneau, actionnant par une vis sans fin une roue calée sur l'axe des galets.

RIVEUSE.

Une riveuse, spécialement destinée aux cadres de foyers de locomotives, est actionnée par une dynamo réceptrice de 13 chevaux, tournant à 600 tours. L'arbre de cette machine, à quatre pôles, est évidé en forme d'écrou sur une portion de sa longueur; dans cet écrou se meut l'extrémité filetée de la tige d'un piston plongeur vertical d'un corps de pompe vertical pris dans le bâti, et communiquant avec un grand cylindre qui lui est parallèle, l'ensemble formant une presse hydraulique. Le piston du grand cylindre porte la bouterolle supérieure; la bouterolle inférieure est portée par le bâti; l'ensemble, suspendu à un collier, peut être orienté dans toutes les directions.

Un commutateur ferme le courant sur des résistances progressivement décroissantes jusqu'au moment où la bouterolle est amenée au contact du rivet; à ce moment la pression à exercer devient considérable (22 tonnes pour des fers de 0 m. 022); le courant est rompu automatiquement avant la fin de la course. Le retour s'effectue très rapidement, et le circuit est encore coupé automatiquement avant la fin de cette course en arrière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TREUIL ET GRUE.

M. Guyenet s'est proposé de construire des treuils et grues électriques, d'un déplacement facile, et peu volumineuses, destinées spécialement aux manœuvres dans les magasins.

Le bâti du treuil est porté par un chariot qui permet de le transporter facilement. L'arbre du treuil porte deux tambours recevant les cordes, et à ses deux extrémités sont calées les roues par lesquelles il reçoit le mouvement de la dynamo, portée sur le même bâti; la jante de ces roues est évidée et présente deux couronnes, l'une intérieure, l'autre extérieure; la dynamo commande par courroie un arbre intermédiaire portant des galets de friction; un léger mouvement en avant ou en arrière du système formé de la dynamo et de l'arbre fait embrayer les galets sur la couronne intérieure ou sur la couronne extérieure; pour une position intermédiaire du levier de manœuvre, l'arbre intermédiaire tourne à vide; mais un frein commandé, par le même levier, est serré dès que l'arbre intermédiaire est débrayé. Dans le treuil exposé, la dynamo faisant 1,200 tours à la minute, on peut lever un poids de 160 kilogrammes avec une vitesse de 1 m. 60 par seconde.

La grue du même constructeur a une largeur de 0 m. 65. Son poids de 1,000 kilogrammes permet de la transporter facilement. Le moteur dynamo Gramme (type supérieur) actionne l'arbre de la grue par une double transmission de courroie : la manœuvre se fait par une corde; à l'état de repos un frein empêche tout mouvement du fardeau; en tirant un peu sur la corde, le frein est desserré et le fardeau descend; en tirant davantage, on tend la courroie de la transmission et le fardeau remonte.

Cette grue lève des sacs de 100 kilogrammes avec une vitesse de 0 m. 60; les manœuvres peuvent se succéder à raison de six par minute, et 100 sacs peuvent être arrimés en vingt ou vingt-cinq minutes.

Un mode nouveau de suspension des sacs, qui sont pris par le milieu, et dont le poids serre automatiquement les branches de la pince qui les saisit, complète cette grue, en permettant de laisser une moins grande hauteur entre le haut des piles et le plafond.

PONTS ROULANTS.

Deux ponts roulants ont fonctionné avec une parfaite régularité pendant toute la durée de l'Exposition, et avaient servi au montage d'énormes pièces de machines; ils sont construits sur des plans légèrement différents.

Le pont Bon et Lustrement est actionné par une machine Gramme et pèse 35 tonnes; le mouvement de la dynamo est transmis par l'intermédiaire de deux galets de friction à un arbre qui commande les trois mouvements : 1° de translation du pont;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° de déplacement vertical des fardeaux; 3° de déplacement horizontal perpendiculaire à la direction des rails sur lesquels le pont circule par l'intermédiaire de six cônes, réunis deux par deux par des manchons tournant avec l'arbre sur lequel ils peuvent coulisser; chaque paire de cônes agit dans un sens ou dans l'autre soit sur les roues motrices, soit sur l'arbre du treuil, soit sur les roues du chariot porteur de celui-ci.

La dynamo réceptrice reçoit le courant d'une génératrice semblable (type supérieur) de 220 volts et 25 ampères, à 750 tours, couplée directement sur une machine Westinghouse.

Le pont Etcheverry-Bazan-Mégy est actionné par une réceptrice Miot qui transmet par engrenages son mouvement à l'arbre général, qui porte trois embrayages doubles à frein du système Mégy, commandant les trois mouvements.

La génératrice, également du système Miot, est couplée directement avec un moteur Mégy à grande vitesse et peut donner à 850 tours 70 ampères sous 300 volts, tandis que la réceptrice, à trois inducteurs, pourrait à la même vitesse donner 70 ampères à 200 volts; mais, dans les conditions du travail normal à l'Exposition, le pont, pesant 27 tonnes à vide et 37 à charge, absorbait, pour une vitesse de 0 m. 60, une énergie électrique de 3,500 watts (35 ampères et 100 volts), et il suffisait de faire marcher la génératrice à 500 tours.

HAVEUSE.

M. Sperry expose une haveuse qui reçoit son mouvement d'un petit moteur électrique à axe vertical; à chaque tour le fleuret est ramené en arrière et comprime fortement un ressort qui le lance vivement en avant dès que le point mort est atteint; en dix heures de travail, un homme et un aide auraient pratiqué, sur une longueur de 36 mètres, une sous-cave de 1 m. 20 de profondeur, en donnant 200 coups par minute; la dépense à la surface était de 2 chevaux 55; la dynamo génératrice était à 480 mètres du front de taille, où le moteur fournissait 1 cheval 73; la perte sur la ligne était de 2.25 volts, avec un courant (maintenu constant) de 20 ampères et une différence de potentiel de 80 volts.

TRAMWAYS.

Trois types de voitures étaient soumis à l'examen du jury, présentés par la Société l'Électrique, de Bruxelles; la Société Thomson Houston et M. Sprague. Dans les trois types, le moteur est placé sous la voiture; mais, dans le type belge, il est unique et solidaire du truc, et actionne les deux essieux par l'intermédiaire d'une chaîne, tandis que dans les types américains chaque essieu a un moteur particulier, et la transmission a lieu par engrenages; le bâti du moteur est porté, d'un côté, par l'essieu lui-même, et de l'autre, par des traverses suspendues par des ressorts au truc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les procédés de réglage diffèrent d'un des systèmes à l'autre. La voiture belge, ou Jullien, est actionnée par des accumulateurs placés sous les banquettes; un commutateur permet de changer le groupement de ces accumulateurs et de les mettre ou tous en série, ou de les diviser en groupes associés en quantité [1], et cela pour les deux sens de marche, ou enfin de les isoler de la machine.

Dans les voitures américaines, le courant est fourni par des dynamos fixes et pris par la voiture sur un conducteur aérien unique, le retour du courant se faisant par les rails.

Pour la voiture Thomson Houston, le moteur est enroulé en série [2]; le réglage se fait en intercalant, entre l'induit et les inducteurs, une résistance variable. Le rhéostat est d'une construction particulière; il est formé d'une série de lames de fer repliées et séparées par du mica; à des intervalles réguliers se trouvent des lames plus épaisses, recourbées à leur extrémité supérieure, sur laquelle le contact est pris par un curseur muni d'un ressort. Toutefois l'antépénultième résistance est remplacée par une bobine avec noyau de fer doux, qui se trouve ainsi introduite dans le circuit un peu avant que la totalité du rhéostat entre en jeu; cette bobine est placée à l'extrémité du rhéostat, de telle sorte que lorsque la manette est à fond de course, au moment où le circuit va être interrompu, l'étincelle d'extra-courant jaillit au-devant du noyau de cet électro-aimant et ne peut se prolonger par un arc capable d'endommager les machines; un inverseur spécial change les communications et renverse le courant dans l'induit pour la marche en arrière [3].

Les moteurs des voitures Sprague sont enroulés en dérivation et sont alimentés à 450 volts; le réglage, qui avait lieu primitivement par un rhéostat introduit dans l'excitation, est, dans le modèle exposé, déterminé par un changement dans le couplage des bobines excitatrices; celles-ci sont au nombre de trois, et peuvent être réunies en quantités ou en tension par un commutateur analogue à celui qui modifie le groupement des accumulateurs dans le système Jullien; les balais sont remplacés par des plaques de charbon.

M. Sprague a eu en vue l'exploitation de réseaux de tramways par une station centrale; il établit en conséquence ses conducteurs principaux avec des alimentateurs comme pour un circuit d'éclairage, mais il ne prend pas le courant sur ces conducteurs; un fil spécial de bronze siliceux de 0 m. 063 de diamètre, fortement tendu (272 kilogrammes) à une hauteur de 5 m. 80 au-dessus de la voie, et recevant le

[1] Les accumulateurs sont divisés en quatre groupes de vingt, qui peuvent être associés : 1° tous en série; 2° deux en quantité, et les deux autres en série; 3° en deux groupes de deux en quantité; 4° tous en quantité.

[2] Les dynamos génératrices sont à potentiel constant d'environ 500 volts, et accouplées en quantité, à mesure que le développement du service l'exige.

[3] Dans les voitures exposées, chaque essieu portait un moteur de 10 kilowatts; ils peuvent remorquer, outre la voiture qui les porte, une seconde voiture chargée sur une rampe de 6 p. 100.

La voiture usitée en Amérique, pouvant contenir trente personnes, pèse 3,200 kilogrammes dont 1,200 kilogrammes pour les moteurs, de 5 chevaux chaque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

courant par des alimentateurs secondaires branchés sur le circuit principal, est divisé en sections isolées les unes des autres; c'est sur ce fil que le contact est pris par une poulie à gorge portée sur un bras porté par la voiture. Ce fil est suspendu à des isolateurs; le contact est pris sur sa partie inférieure; les changements de voie sont assurés par des plaques portant des rainures dans lesquelles on engage la poulie de la voiture elle-même.

Dans le système adopté par la Thomson Houston Company, les organes moteurs sont également placés sous le plancher de la voiture; un moteur est affecté à chaque essieu; il n'est pas fixé à la voiture d'une manière rigide, mais suspendu par de forts ressorts et monté à charnière d'un côté; les coussinets sont graissés automatiquement, recouverts d'une enveloppe qui les met à l'abri de la poussière; l'arbre lui-même est noyé dans l'huile.

Cet arbre porte une roue dentée formée de plaques d'acier alternant avec du cuir cru, qui engrène sur une roue en fonte montée sur un arbre dont les coussinets sont fixés aux flasques du bâti du moteur; c'est cette roue en fonte qui engrène sur une roue portée par l'essieu, dont la vitesse est le douzième de celle du moteur.

Le bâti portant le moteur et cette première transmission repose, d'un côté, sur l'essieu; de l'autre, un support en bronze, boulonné par une de ses extrémités sur les pièces polaires, vient reposer par l'autre bout sur des ressorts en caoutchouc fixés entre deux traverses métalliques suspendues au châssis du truc.

Les moteurs, d'une puissance variable de 5 à 8 kilowatts suivant le profil de la ligne, sont enroulés en série mais associés en quantité; le courant peut atteindre dans chacun d'eux 50 ampères et la force électromotrice 500 volts; la vitesse est réglée au moyen d'un rhéostat décrit ci-dessus.

Le courant est pris sur un conducteur aérien par une poulie à gorge, traverse un parafoudre, un interrupteur et un commutateur, les armatures, les rhéostats, les inducteurs, et se ferme par la terre par l'intermédiaire des roues et des rails; des coupe-circuits en métal fusible protègent en outre les machines.

Tous les points entre lesquels peuvent jaillir des étincelles, bornes de la machine, des interrupteurs, sont protégés par des électro-aimants.

X

DÉPÔTS ÉLECTROLYTIQUES. — SOUDURE. — EXPLOSEURS. — TRIEUSES.

DÉPOTS ÉLECTROLYTIQUES.

Depuis la mémorable découverte de Jacobi, l'art de déposer les métaux par voie électrolytique n'a cessé de progresser; non seulement le cuivre et les métaux précieux, mais le nickel, le cobalt et le fer peuvent, aujourd'hui, s'obtenir en couches minces ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

épaisses; on sait également déposer des alliages, soit d'argent et d'or, soit de cuivre et de zinc ou d'étain. Les compositions des bains, les densités de courant et les forces électromotrices à employer sont connues, et le mode opératoire décrit dans d'excellents traités, parmi lesquels on doit citer ceux de MM. Fontaine et Roseleur. Lenoir, puis Planté, ont indiqué l'artifice qui permet de reproduire des rondes bosses, aussi bien que des bas-reliefs. Aussi, bien que chaque atelier ait quelques tours de main spéciaux, c'est surtout par le soin donné à l'exécution, par le goût et le sens artistique, le choix des modèles, que se distinguent les reproductions par voie galvanoplastique exposées par les grandes maisons françaises, à la tête desquelles se placent par l'importance des travaux MM. Christophle et Cie, et parmi lesquelles on doit citer MM. Lionnet et Poussielgue-Rusand. Ces reproductions sont faites en cuivre d'abord, puis recouvertes ensuite des dépôts les plus variés; on donne à la dorure l'aspect de la dorure ancienne en disposant d'abord une légère couche de mercure, puis l'or, et chauffant l'objet pour volatiliser le mercure. M. Rivaud exposait des reproductions très fines obtenues par un dépôt direct d'argent sur les moules.

Dans la préparation des moules des objets délicats, la maison Christophle emploie la gutta-percha complètement fondue, comme l'a indiqué M. Pellecat, ce qui dispense de soumettre le moule et l'objet aux fortes pressions nécessaires quand la gutta est seulement ramollie; ce procédé remarquable permet, en outre, de reproduire directement en métal l'œuvre de l'artiste, sans passer par le creux en plâtre, puis l'épreuve en plâtre et enfin le creux en gutta.

La gutta, fondue et coulée directement sur la terre glaise humide, pénètre dans les creux les plus fouillés et sans bulle d'air; la terre est délayée ensuite dans l'eau et disparaît laissant un moule parfait; ce procédé rappelle, comme le fait remarquer l'inventeur, la fonte à cire perdue des artistes de la Renaissance et de l'Orient; le cuivre déposé par voie galvanique sous une faible épaisseur, puis renforcé par la coulée de bronze à l'intérieur, et enfin bronzé, donne une reproduction solide et fidèle.

Le dépôt direct d'un métal sur la fonte brute présente des difficultés spéciales; l'artifice qui consiste à plombaginer la surface n'est qu'une solution imparfaite du problème; le dépôt n'est pas adhérent, on doit lui donner une grande épaisseur, et les finesses du moulage disparaissent.

M. Weill paraît avoir trouvé le premier un moyen de faire un dépôt adhérent de cuivre sur la fonte, en employant des bains alcalins et organiques, tels qu'un tartrate cupro-sodique additionné d'alcali; ces bains dissolvent l'oxyde de fer et décapent la pièce; le cuivrage s'obtient en mettant des fils de zinc au contact des pièces dans le bain, ou bien en plongeant ce zinc relié par un gros conducteur aux pièces à cuivrer, dans un vase poreux rempli de soude caustique, ou enfin au moyen d'une source étrangère d'électricité. Il est important que le bain garde une composition constante, et M. Weill a indiqué les procédés rapides et exacts d'analyse volumétrique, au moyen desquels on détermine le poids d'oxyde de cuivre à restituer au bain.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En variant les conditions du dépôt, on peut obtenir des oxydes de cuivre présentant des couleurs variées, et, d'après l'inventeur, ces procédés permettraient également le dépôt d'autres métaux sur la fonte brute.

M. Bertrand a résolu ce problème par une autre voie, et exposait un grand nombre de petits objets de fonte brute, recouverts électriquement sans emploi de plombagine, d'étain, de nickel et de cuivre, vendus à très bas prix, meilleur marché que le fer-blanc.

Le jury a remarqué, parmi les produits nickelés, l'exposition de M. Pérille qui emploie de préférence des anodes percés; celle de M. Zippelius Gaiffe qui recouvre de cuivre, puis de nickel, les manches en bois des instruments de chirurgie, qui conservent ainsi leur légèreté, et dont le nettoyage complet devient facile, les joints et la virole étant entièrement recouverts par le dépôt de nickel; et, dans l'exposition de la maison M^me^ veuve Henry, les feuilles de zinc nickelées et polies qui se prêtent à la fabrication de menus objets, connus sous le nom d'*articles de Paris*. M. Zippelius Gaiffe applique également des dépôts de cobalt d'un heureux effet.

L'électro-métallurgie et le raffinage des métaux étaient peu représentés dans la classe 62, bien que le raffinage électrolytique du cuivre et la fabrication de l'aluminium par les procédés Héroult et Minet soient entrés dans la pratique industrielle; cependant, M. Létrange exposait du zinc obtenu par électrolyse, et M. Placet du fer assez épais qu'il affirme pouvoir être obtenu à raison de 0 fr. 15 le kilogramme; le jury a regretté que le silence absolu gardé par l'auteur sur ses procédés ne lui permît pas de se faire une opinion sur ce point, ainsi soustrait à son appréciation, et n'a pu examiner que les très intéressants moulages obtenus par dépôt direct du métal sur des épreuves photographiques.

M. de Méritens exposait des pièces de fer, de fonte et d'acier, rendues inattaquables par l'humidité, au moyen d'un mince dépôt d'oxyde magnétique, dépôt qui est d'une grande dureté et résiste bien au frottement, ainsi que des modèles d'appareils dans lesquel il soumet à l'action d'un courant alternatif les vins, eaux-de-vie et alcools d'industrie pour les vieillir et les purifier.

SOUDURE ÉLECTRIQUE.

La température élevée que produit le passage d'un courant électrique intense à la surface de deux barreaux métalliques en contact a été utilisée par le professeur E. Thomson pour souder non seulement le fer, mais les autres métaux ou alliages, cuivre, bronze, maillechort, les uns avec les autres.

Les barres à souder sont pincées entre deux étaux; un courant, dont l'intensité dépend de la section de la barre, est lancé à travers le contact, et à mesure que le métal se ramollit, les deux barres sont pressées l'une contre l'autre, et le courant réglé de manière à ne pas dépasser la température suffisante pour le ramollissement. L'opération

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est excessivement rapide, demandant deux minutes au plus pour les barres de 0 m. 05 de diamètre; la chaleur reste concentrée dans le voisinage de la soudure.

Pour ces grosses pièces, le courant doit être de plusieurs milliers d'ampères; il est produit par un transformateur; le noyau est formé de disques de fer doux, de 0 m. 30 de diamètre extérieur et de 0 m. 25 de diamètre intérieur; il a 0 m. 375 de long et porte l'enroulement primaire de 300 tours; un tube de cuivre de 0 m. 112 de diamètre extérieur et de 0 m. 045 de diamètre intérieur, placé suivant l'axe et relié aux deux étaux par deux barres de 135 centimètres carrés de section, constitue le secondaire qui est fermé par les barres à souder. Le circuit primaire était alimenté par une machine à courant alternatif de 300 volts à excitation séparée, et pouvant donner jusqu'à 120 ampères quand le circuit secondaire est fermé; on estime à 60 ou 80 chevaux la puissance absorbée pendant la soudure d'une grosse pièce (tige cylindrique de 0 m. 05 de diamètre soudée en une minute).

Pour les barres d'un moindre diamètre, l'emploi du transformateur est inutile, et le courant d'une dynamo auto-excitatrice, décrite plus haut et munie d'un régulateur de courant à main, suffit; la pression sur les mâchoires est donnée par un ressort, et le circuit est ouvert automatiquement dès que la course de celle-ci a atteint une certaine grandeur.

Les essais de résistance à la rupture de barres de fer soudées par ce procédé ont donné des résultats remarquables, pour le fer forgé; la rupture se fait aussi souvent à quelque distance de la soudure qu'à la soudure même, et les efforts nécessaires ne sont pas moins considérables pour une barre soudée que pour une barre ordinaire, au moins quand on laisse dans son intégrité le bourrelet formé par la soudure. Le cuivre et le laiton ont donné d'aussi bons résultats; l'acier, des résultats un peu inférieurs.

Aussi, bien que très récents, ces procédés sont déjà employés pour la fabrication d'outils, de chaînes, de tubes d'une grande longueur, etc.; la facilité avec laquelle on peut régler la température leur donne une grande supériorité sur le procédé où l'arc voltaïque est employé à chauffer directement les métaux.

Ce procédé plus ancien, dû à M. de Benardos, consiste à employer la chaleur de l'arc voltaïque, en créant cet arc entre un crayon de charbon et les pièces à souder; actuellement, le charbon est le pôle positif, il s'use assez rapidement, mais la pièce à souder est dans une atmosphère moins oxydante qu'avec la disposition inverse primitivement employée.

EXPLOSEURS.

L'exploseur Bürgin, adopté par l'armée fédérale suisse, pèse 20 kilogrammes; il est renfermé dans une boîte de $30 \times 27 \times 24$ centimètres; cette boîte contient une petite dynamo, à laquelle le mouvement est donné par une manivelle; la machine est à l'état normal en court circuit et son excitation assurée; quand le magnétisme des inducteurs atteint une certaine valeur, une armature placée obliquement devant les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

électros est attirée et le courant est lancé dans le circuit extérieur. Il peut être renforcé par l'addition d'un condensateur logé dans le socle de l'instrument. En changeant la distance de l'armature à l'inducteur, on peut employer la même machine pour les amorces en fil de platine ou aux amorces d'induction.

On attache dans les travaux de mines une certaine importance à la basse tension; celle-ci permet de se servir de fils moins bien isolés, et on a moins à craindre, en cas de perte, des étincelles dangereuses dans une atmosphère de grisou.

L'exploseur MANET, construit pour répondre à ce désideratum, est composé de trois organes : une petite dynamo à anneau Gramme et à deux pôles conséquents, un conjoncteur automatique et une sonnerie. L'induit est formé de deux anneaux dont l'un excite les inducteurs, tandis que l'autre est : 1° en circuit avec la sonnerie et le circuit extérieur tant que la vitesse est faible; on est averti par le fonctionnement de la sonnerie que le circuit extérieur est fermé; 2° isolé pour une valeur moyenne de la vitesse; 3° de nouveau en circuit avec le circuit extérieur quand la vitesse est grande. En tournant la manivelle, on peut lui communiquer une vitesse croissante, puisque dans la deuxième période le circuit extérieur n'est pas fermé; et lorsque la vitesse a une certaine valeur, que la force électromotrice du deuxième anneau est suffisante, l'inertie du système s'ajoute au travail de la manivelle pour aider au mouvement de l'induit, ce qui prolonge le courant pendant un temps appréciable. Le conjoncteur automatique qui réalise ces changements de circuit est analogue aux régulateurs à force centrifuge; le mouvement du manchon fait osciller un levier qui rompt ou établit les contacts. Un électro-aimant supplémentaire, dit *de retenue*, a pour effet de maintenir les contacts établis dans la troisième période; il est alimenté par une dérivation des inducteurs et ne permet au circuit de s'ouvrir que lorsque la vitesse, et par suite le courant, est redevenue nulle.

La machine est assez légère (10 kilogrammes) et la boîte, de 0 m. 21 de hauteur, a 21×27 de base; les amorces employées sont en fil de platine de 1/20 de millimètre; leur résistance, 3 ohms; la machine peut produire l'inflammation de la poudre des amorces, avec 20 amorces en circuit et 4 ohms de résistance extérieure, la force électromotrice maximum développée peut atteindre 80 volts. Le succès dépend surtout de la qualité et de l'uniformité des amorces.

TRIEUSES MAGNÉTIQUES.

L'usage de trieurs magnétiques, soit pour la séparation des minerais de fer, et notamment du fer magnétique et des sables, soit pour la purification des matières, telles que la pâte à porcelaine, où le fer présente des inconvénients, paraît se généraliser. M. EDISON exposait un appareil complet pour la séparation des minerais, ainsi que MM. VAVIN et JASPAR; le principe commun à tous ces appareils consiste à faire tomber sur un cylindre aimanté les matières brutes; la partie ferrugineuse est retenue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la surface du cylindre d'où elle est détachée ensuite et recueillie dans un canal spécial. M. Vavin détermine l'aimantation du cylindre au moyen d'un certain nombre d'aimants permanents disposés radialement, tandis que M. Jaspar se sert de deux cylindres de fer dont les extrémités portent des bobines; quand le courant d'une petite dynamo est lancé dans ces bobines, chaque cylindre présente sur presque toute sa longueur un pôle conséquent énergique.

Dans la trieuse Edison, le minerai tombe en nappe mince devant les pôles épanouis d'un large électro-aimant; à intervalles périodiques, la trémie qui donne passage au minerai est fermée, le courant rompu et les matières adhérentes aux pôles dirigées dans un récipient spécial.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE.

TRANSMISSION DES SIGNAUX ET DE LA PAROLE.

La télégraphie proprement dite n'a pas fait depuis l'Exposition de 1878 de progrès comparables à ceux de l'électricité industrielle; son développement a suivi celui de la civilisation générale et le progrès des échanges, les réseaux se sont étendus, et, en particulier, de nouveaux câbles sous-marins de grande longueur ont été déposés au fond de l'Océan; le développement total de ces câbles qui était de 60,000 milles marins atteint aujourd'hui 120,000 milles; les méthodes de pose et d'exploitation sont restées les mêmes. Cette grande industrie, presque entièrement entre les mains de Compagnies anglaises, était représentée à l'Exposition par l'Eastern Telegraph C° et la Commercial Cable C° (américaine), qui exposaient les appareils de service. La dernière y avait ajouté un modèle du bateau à vapeur, le *Mackay-Bennett,* employé à la réparation des câbles.

En dehors de ces deux compagnies, l'Administration française des postes et télégraphes était le seul représentant des grands services télégraphiques. Dans un pavillon spécial, elle avait exposé les divers appareils employés en France et quelques autres conçus par des fonctionnaires de l'Administration et encore à l'essai.

Le réseau télégraphique a été étendu et amélioré, la communication directe établie entre les chefs-lieux et la capitale, le nombre des télégrammes, triplé environ pendant la dernière période décennale et tout indique que ce mode de correspondance, de plus en plus apprécié, est loin d'avoir atteint tout le développement dont il est susceptible. Les chiffres officiels suivants font connaître l'augmentation du matériel et du trafic.

		1878.	actuel.
Longueur des lignes	aériennes	57,500 kilom.	90,338 kilom.
	souterraines urbaines	260	1,757
	souterraines à longue distance	»	4,527
Développement total	des lignes aériennes	158,500	274,956
	souterraines urbaines	5,500	15,508
	souterraines à grande distance	»	30,521

Les câbles côtiers et sous-marins de la Méditerranée ont passé de 1,587 à 4,316 kilomètres. Le trafic a subi les modifications suivantes :

		1878.	1888.
Services	intérieur	11,173,476 kilom.	21,617,525 kilom.
	international	1,319,460	5,006,613
	de transit	421.521	1,117,205

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le trafic par kilomètre a donc augmenté notablement; il en est de même du trafic par bureau :

		1878.	1889.
Bureaux..	principaux	674	890
	municipaux	2,307	5,201
	de gare	1,485	2,905
	d'écluses	136	138
	de sémaphores	129	128
	d'intérêt privé	108	252

Pour desservir ce trafic plus actif, le réseau a été amélioré comme qualité, par l'emploi de lignes souterraines de haute conductibilité substituées aux lignes en fer, par la suppression (en voie d'exécution) des appareils à cadran, par le développement donné à l'appareil Hughes, et l'introduction d'appareils rapides, tels que le baudot et le wheatstone.

		1878.	1889.
Appareils..	Morse	5,243	13,221
	à cadran	1,296	1,090
	Hughes	332	840
	Baudot	//	50
	Wheatstone	//	10
	divers	8	35

Grâce à ces perfectionnements, le débit des lignes peut suivre le développement du trafic et les retards qu'éprouvent parfois les communications proviennent surtout du temps demandé par la lecture et la transmission à nouveau, nécessitées par l'organisation du service, d'un certain nombre de dépêches. Ce délai peut être abrégé par l'emploi d'appareils récepteurs qui livrent une bande perforée, semblable à celles qui servent à la transmission; on trouvera plus loin quelques dispositions (Meyer, Nault, Parment) conçues dans ce but, mais qui n'ont pas encore été appliquées en service courant.

Sur les lignes longues et chargées, les courants émis par les appareils rapides, tels que le wheatstone ou les multiples, se succèdent à des intervalles tellement rapprochés que les signaux successifs ont une tendance à se confondre, tant à raison de l'inertie magnétique des récepteurs qu'à cause de l'influence nuisible de la capacité de la ligne; la disposition très simple imaginée par M. Godfroy paraît de nature à améliorer l'état de choses actuel sur les longues lignes.

Parmi les appareils exposés, plusieurs ont paru constituer des améliorations sensibles aux appareils actuellement en service; on s'explique cependant qu'ils n'aient pas remplacé ceux-ci; il faut, en effet, qu'une amélioration soit considérable, représente une augmentation réelle de rendement d'une ligne, ou du personnel qui lui est attaché, pour qu'un service public se décide à modifier des appareils existants déjà en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grand nombre, ou à détruire l'uniformité des types qui est une des conditions fondamentales de l'exploitation.

L'administration française a une préférence marquée pour l'emploi des appareils qui livrent les dépêches imprimées en caractères alphabétiques; malgré les perfectionnements qu'ont subis ces appareils, leur débit est inférieur à ceux des récepteurs qui impriment en caractères conventionnels, et qui, jusqu'ici, ont été seuls employés conjointement avec des transmetteurs automatiques; aussi les inventeurs ont-ils surtout cherché les moyens d'augmenter la capacité de ces appareils imprimeurs, tant par l'emploi d'appareils multiples (Baudot, Munier) que par celui de la composition préalable (Nault, Parment).

L'augmentation du débit des lignes par transmissions simultanées de plusieurs dépêches dans le même sens n'a pas encore été tentée avec les appareils imprimeurs; à côté des systèmes duplex par courants de deux intensités différentes, actionnant deux récepteurs distincts, soit parleur, soit récepteur Morse, on emploie des systèmes dérivés du télégraphe harmonique d'Elisha Gray et dans lesquels les transmetteurs et récepteurs correspondants sont des organes vibrant synchroniquement (phonopore Longdon Davies, système Sieur, système Mercadier).

Les appareils exposés par l'Administration des postes et télégraphes sont en partie fabriqués dans ses ateliers, sous la direction de M. Clérac, ateliers qui sont également chargés des réparations, en partie, chez des constructeurs, maison Bréguet, MM. Carpentier, Deschiens, Dumoulin-Froment, Postel-Vinay, Société générale des téléphones, renommés pour les soins qu'ils apportent à la fabrication. L'École supérieure de télégraphie exposait, avec le matériel de son enseignement, des appareils employés par M. Blavier, pour ses recherches sur les courants telluriques, et par MM. Estaunié et Brylinski, pour leurs intéressantes recherches sur l'intensité des courants téléphoniques. L'État français possède enfin, à la Seyne, un atelier où l'on recouvre les âmes de câbles sous-marins, dirigé par M. Morris. Un modèle des machines était exposé, ainsi qu'une photographie du navire *La Charente*, employé aux réparations et à la pose des câbles sous-marins.

Le service télégraphique joue un rôle important dans l'exploitation des chemins de fer; les conditions en sont tout à fait différentes de celles des services d'État; la rapidité des transmissions y a peu d'importance, la simplicité des appareils destinés à être mis dans les mains d'un personnel non spécial et la facilité des communications entre les différents postes ou gares y sont surtout recherchées. Ces qualités sont encore plus précieuses dans la transmission et le contrôle des signaux, télégraphie rudimentaire, dont les engins ne diffèrent que par des détails des appareils de la télégraphie ordinaire.

La Compagnie de l'Est avait seule organisé, par les soins de M. Dumont, une exposition spéciale dans la classe 62; les autres compagnies françaises ont cependant demandé que les appareils de sûreté employés sur leur réseau fussent examinés par le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jury, qui a déféré à ce désir; les applications de l'électricité spéciales aux chemins de fer ont été groupées ensemble.

La téléphonie était à peine née en 1878, puisque c'est de 1876 seulement que date l'admirable découverte de Graham Bell, et, cependant, on peut estimer à près d'un milliard la valeur des capitaux engagés aujourd'hui dans les entreprises téléphoniques qui couvrent le monde entier; déjà, en 1878, étaient venus s'ajouter au téléphone les transmetteurs à pile d'Edison et les appareils microphoniques du professeur Hughes, mais on n'avait encore construit à cette époque qu'un seul réseau téléphonique à New-York, tandis qu'aujourd'hui il n'est pas de ville de 20,000 âmes qui ne possède un semblable réseau, et les services publics font du téléphone un usage constant; on évalue à 50,000 le nombre des dépêches qui passent, par jour, au bureau central de New-York.

La téléphonie comprenait deux groupes d'exposants, les uns, comme l'American Bell C°, la Western Electric C°, l'Administration du grand-duché de Luxembourg, la Société générale des téléphones (France), la Société belge de télégraphie et de téléphonie internationales, s'occupent de transmissions urbaines et interurbaines; les autres ont pour objectif principal la téléphonie domestique, branche presque exclusivement représentée par des exposants français, et qui a pris une extension considérable; tous les constructeurs de sonneries, annonciateurs, avertisseurs et autres appareils de ce genre, ont adjoint à leur fabrication celle de postes téléphoniques ou micro-téléphoniques, dont quelques-uns sont remarquables par leur simplicité extrême, leur légèreté et leur bon marché. MM. de Branville, Mildé, Mors, Postel-Vinay, Trouvé, entre autres, ont beaucoup contribué au développement de cette application.

Les appareils transmetteurs et récepteurs employés pour les communications urbaines et interurbaines ne diffèrent pas essentiellement des précédents; l'emploi de la bobine d'induction y est nécessaire, pour les grandes distances seulement, car toute la téléphonie du grand-duché de Luxembourg repose sur des appareils sans pile; c'est surtout dans les appareils destinés à établir rapidement les communications que résident les difficultés, croissant avec le nombre des abonnés desservis par un même bureau. C'est en Amérique, berceau de la téléphonie, que l'usage du téléphone s'est aussi le plus rapidement répandu et que ces difficultés se sont fait sentir tout d'abord. Elles ont amené à construire les appareils dits *commutateurs multiples*, au moyen desquels on doit pouvoir mettre en rapport direct jusqu'à 6,000 abonnés, dans un temps très court. Ce système, consistant à réunir dans le même bureau, le plus grand nombre possible de fils d'abonnés, est de beaucoup supérieur, comme rapidité, au système, plus économique comme construction, des petits bureaux disséminés dans le réseau et reliés avec un bureau central et entre eux par des fils auxiliaires, système employé en France jusque dans ces derniers temps.

Les inconvénients en ont été atténués par une disposition, exposée par la Société des téléphones, mettant sous la main de chaque employé d'un de ces bureaux secon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

daires la totalité des fils auxiliaires arrivant au bureau; ce n'est toutefois qu'un palliatif et la même Société exposait un modèle de commutateur multiple, approprié au double fil.

Le système de téléphonie et télégraphie simultanée de M. Van Rysselberghe était exposé par la Société belge; il est employé en France, en Suisse et en Belgique. Les lignes de Paris à Marseille, à Bruxelles, entre autres, fonctionnent à l'aide des condensateurs et électro-aimants dits *graduateurs et séparateurs*, de M. Van Rysselberghe. En Amérique, où la téléphonie interurbaine à grande distance fait également de grands progrès, les services télégraphique et téléphonique sont séparés.

Les auditions théâtrales qui avaient obtenu, en 1881, un si grand succès, étaient encore une des attractions du soir, à l'Exposition; malgré l'accroissement de la distance et du nombre des récepteurs en dérivation, le son arrivait avec une netteté et une intensité remarquables. M. Ader qui avait organisé ce service[1], désireux de montrer la puissance à laquelle peut atteindre le son émis par le téléphone, y avait adjoint une série de récepteurs de grande puissance faisant entendre à plusieurs centaines de mètres le son de la trompe.

On a rattaché à la téléphonie les nouveaux phonographes d'Edison et de M. Tainter et terminé ce rapport par la revue d'applications diverses, telles que l'horlogerie, où le rôle du courant se borne, comme en télégraphie, à actionner des électro-aimants, dont les armatures provoquent une série de mouvements.

XI

TÉLÉGRAPHIE.

RÉCEPTEURS MORSE.

Bien que le type des récepteurs Morse de l'Administration des postes et des télégraphes n'ait pas varié depuis 1878, l'exposition du Ministère du commerce présentait quelques modèles s'en écartant un peu.

M. Oudin exposait un récepteur très léger et très compact renfermé dans la partie supérieure d'une boîte dont le compartiment inférieur contient une pile sèche de dix éléments. Le récepteur de M. Dini est robuste et économiquement construit; l'électro-aimant a sa culasse mobile autour d'un axe vertical, ce qui permet de faire varier l'angle de l'armature et de la ligne des pôles, et par suite de régler rapidement.

M. Charrière fait porter le levier d'impression et les butoirs par un bras monté sur un pivot concentrique à la molette; il peut être déplacé de haut en bas, entraînant l'armature par une vis verticale dont l'écrou est fixé à la platine du récepteur; on peut

[1] Dans le chalet occupé par la Société générale des téléphones.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alors régler sans arrêter le déroulement et sans que le couteau cesse d'être tangent à la molette, ou bien il soulève et abaisse l'électro-aimant lui-même au moyen d'une vis agissant sur deux plans inclinés, sur lesquels repose la culasse terminée elle-même par deux plans inclinés.

Afin de supprimer les tampons encreurs, qui s'encrassent quand l'encre n'est pas de bonne qualité, MM. Rault et Chassan fixent sur la molette une goupille tournant à l'intérieur de l'encrier (celui-ci est rempli de vaseline colorée), tandis que M. Lefilleul fait tourner la molette devant une roue à gorge tournant dans un réservoir plein d'encre fluide; ce dernier récepteur est muni d'une mise automatique sur sonnerie à la fin d'une transmission. L'emploi de l'encre de MM. Rault et Chassan, qui est assez consistante pour ne pas couler, quand l'appareil est inactif, constitue un perfectionnement sensible.

PARLEURS.

Les parleurs, peu usités comme récepteurs par l'Administration des postes et télégraphes parce qu'ils ne laissent pas de trace des dépêches, sont d'un emploi très commode pour les vérifications de ligne ou pour les services militaires, particulièrement quand la ligne est assez courte pour qu'on puisse se dispenser de relais.

Le parleur de M. Trouvé a la dimension d'une montre; un appendice de l'armature vient frapper le fond d'une boîte métallique contenant l'électro-aimant et qui joue le rôle de caisse de résonance; à ce parleur est associée une clef de Morse; c'est un petit levier pivotant autour d'un axe porté par la boîte; en combinant avec une pile portative ce petit appareil muni de trois cordons souples, on réalise un poste télégraphique volant d'une grande légèreté.

Le parleur contrôleur de M. Gras constitue un poste simple qui peut fonctionner soit en courant continu, soit en courant ordinaire. La manœuvre d'une vis permet, en outre, de faire fonctionner le parleur en frappeur, battant les signaux envoyés, ou comme un trembleur dont le bruit ne s'interrompt que lorsqu'il ne passe pas de courant dans la bobine. Le butoir de repos est comme d'habitude relié à l'entrée de la bobine, et le butoir de travail à la borne de pile par construction; quand on travaille en courant ordinaire, la sortie de la bobine est mise à la terre par la lame n° 1, et le bloc portant le ressort de manipulation est mis sur la ligne par la lame n° 2 d'un commutateur à deux lames; de plus ce dernier bloc porte une manette isolée. Pour le travail en courant continu, avec pile à un seul poste, il faut manœuvrer le commutateur à deux lames; au poste muni de pile, la lame n° 2 isole la borne de terre, tandis que la lame n° 1 réunit la borne de ligne à la sortie de la bobine qui est ainsi intercalée dans le circuit; la même manœuvre au poste sans pile met la butée de travail à la terre par l'intermédiaire de la borne de terre et de la borne de pile que réunit la lame n° 2; on doit ensuite, au moyen de la manette, faire communiquer le bloc du manipulateur soit avec la butée de travail (pour la réception), ce qui met cet axe sur le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pôle de pile au premier poste, à la terre au second, soit avec la butée de repos (pour la transmission), ce qui met le manipulateur sur la ligne par l'intermédiaire de la bobine du parleur.

Cette disposition peut rendre des services pour la télégraphie militaire. M. Gras exposait également une disposition fondée sur l'emploi du même commutateur pour introduire ou supprimer du circuit la bobine du parleur du poste transmetteur dans le travail ordinaire, chaque poste ayant sa pile; il suffit d'ajouter aux deux contacts sur lesquels la manette peut reposer un troisième contact intermédiaire mettant à la terre le bloc portant le ressort de manipulation, contact sur lequel on met la manette pour la réception. Si on a monté en trembleur le poste appelé, le parleur du poste appelant, bien que monté en frappeur, devra battre quand on appuiera d'une manière permanente le manipulateur sur la butée de travail.

Deux appareils à deux styles étaient exposés; dans les deux, les points et les traits parallèles à la bande de papier de l'alphabet Morse sont remplacés par des traits et demi-traits perpendiculaires à la bande et occupant moins d'espace.

Le manipulateur de l'appareil Estienne (le premier en date) est à deux touches, l'une pour les émissions de courants positifs, l'autre pour les courants négatifs. Le récepteur est un électro-aimant à armature polarisée. Deux styles terminés par des becs de longueur inégale sont appliqués contre la bande par le mouvement de l'armature suivant que le courant du relais est positif ou négatif. Les styles trempent dans un encrier par leur extrémité inférieure et s'alimentent par capillarité.

Le récepteur Hérodote est une modification des appareils Morse existants; on ajoute à l'appareil un second électro-aimant dont l'armature polarisée n'obéit qu'à des courants négatifs, et un second couteau parallèle au premier et côte à côte avec lui sous la molette.

L'appareil Estienne a été essayé en France, il est employé en Allemagne. Le rendement est légèrement supérieur à celui de l'appareil Morse, notablement inférieur à celui de l'appareil Hughes.

Diverses dispositions ont été proposées pour décharger la ligne le plus rapidement possible après l'émission d'un courant, afin que les émissions suivantes ne se confondent pas avec la première; dans ce but, on a cherché soit à mettre la ligne à la terre dès que l'émission est terminée et même à y envoyer un courant de sens contraire au courant de charge et de peu de durée.

Dans les manipulateurs Wunschendorff et Schœffer, le mouvement d'une pièce solidaire du levier est amplifié de telle sorte qu'on puisse sur sa course intercaler un contact à la terre et un contact de décharge. Dans le manipulateur Farjou, la ligne est mise à la terre; au moment où on abaisse la clef, celle-ci fait osciller un petit levier articulé qui repousse une bille vers le fond d'une glissière peu inclinée sur l'horizon; la bille en s'écartant soulage un ressort dont l'extrémité la portait, et ce ressort, en connexion permanente avec l'enclume de repos, bute sur un contact à la terre jusqu'au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moment où la bille retombe et écarte de nouveau le ressort; la ligne est ainsi mise directement à la terre, sans passer par le récepteur, pendant le temps qui s'écoule entre l'instant où le levier touche l'enclume de repos et celui où la bille retombe. Dans un second appareil, entre la position de transmission et celle de repos, le courant d'une pile de décharge est envoyé dans la ligne; un petit appendice, porté par le levier et portant à sa partie inférieure une lame isolante, fait basculer une fourchette liée à un pôle négatif; en s'abaissant la clef fait basculer la fourchette, en se relevant elle rencontre de nouveau la fourchette, mais la touche par sa partie supérieure non isolée. Enfin, dans un troisième modèle, dit *à compensation et à double décharge,* l'émission du courant est divisée en deux parties; avant que la clef touche l'enclume, le levier est mis en rapport avec le pôle positif de la pile complète du poste par un contact de très courte durée qui cesse quand la clef touche l'enclume qui est en rapport avec une partie de la pile seulement; en relevant le manipulateur le jeu de la bille met la ligne à la terre, puis la décharge complétée comme ci-dessus par la fourchette. L'appareil Farjou a donné entre Paris et Bordeaux (650 kilomètres) 120 lettres par minute, au morse, sans relais.

Dans son appareil multiple, M. Baudot, qui emploie comme récepteur des relais polarisés, envoie sur la ligne un courant à chaque contact, positif pour les touches abaissées et négatif pour les touches relevées, n'ayant pas d'action sur le récepteur; de plus, quand deux courants de même sens se suivent immédiatement, le second est affaibli par l'introduction de résistances ou de dérivations à la terre.

M. Wunschendorff, pour améliorer la transmission sur une longue ligne souterraine, avait été amené à mettre une dérivation assez résistante d'une manière permanente entre les appareils et la terre. M. Godfroy a notablement facilité ces transmissions en donnant à ces dérivations la forme de bobines à noyau de fer, d'une self-induction d'autant plus grande que la capacité de la ligne est plus considérable; au début le courant de la pile passe intégralement sur la ligne, puis s'affaiblit dans la ligne en se partageant entre elle et les dérivations; celles-ci, pourvu que leur coefficient de self-induction ne soit pas trop élevé, contribuent efficacement à la décharge après l'émission. Par exemple, M. Godfroy a pu produire, avec l'appareil Morse, 16 à 17 mots par minute sur une ligne de 925 kilomètres ayant une capacité de 185 microfarads. Ce système s'applique à tous les appareils télégraphiques; une application aux translations Baudot était exposée. En service, il a amené une augmentation de rendement, atténué les difficultés de réglage et permis de diminuer le nombre des relais de translation.

Les dispositions de M. Rambaud et de M. Willot tendent au même but; elles se rapprochent des dispositions antérieures de Schwendler.

M. Rambaud se sert d'un parleur qui peut en même temps servir à contrôler un translateur ou un manipulateur; l'armature de ce parleur est lourde et bute, sous l'action du courant envoyé dans la ligne, sur un butoir élastique relié à la borne de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

repos du translateur ou du manipulateur; cette armature est mise directement à la terre à cause de sa masse et de l'élasticité du butoir; le contact de l'armature est prolongé et dure encore lorsque le translateur ou le manipulateur est dans la position de repos. En réalité, M. Rambaud met ce parleur en dérivation sur le courant, de manière que son extra-courant ne produise pas d'étincelle nuisible et prolonge le contact de l'armature à la terre; cette disposition a été substituée au relais à coup de fouet d'Arlincourt; le réglage est plus facile et le nombre des éléments des piles locales diminué.

Le parleur de M. Willot est basé sur le même principe; ici c'est l'armature dont l'extrémité porte une entaille où est logé un ressort; quand le courant passe dans la bobine du parleur, ce ressort vient presser contre un butoir en rapport avec le butoir de repos du translateur. C'est ici l'armature et non le butoir qui est élastique.

Dans ces dispositifs la durée de la mise à la terre est d'autant plus grande que le magnétisme rémanent est plus prononcé dans le parleur; elle est croissante avec la durée des courants émis, plus longue pour un trait que pour un point.

Dès 1881, M. Wunschendorff avait appliqué aux appareils Hughes un dispositif de décharge qui a permis de les employer sur les lignes souterraines avec un bon rendement (160 lettres par minute entre Paris et Nancy, 397 kilomètres). Sur l'arbre des cames, on ajoute une came en acier qui, en appuyant contre un ressort, met la ligne en rapport avec la pile de décharge; le profil de la came est calculé de manière que ce contact commence un instant avant la fin de l'émission et se prolonge jusqu'au moment où la terre et la ligne sont en relation directe par l'ossature de l'électro-aimant; le courant compensateur dure environ un quart du temps pendant lequel le courant a été émis.

RELAIS.

Relais Mandroux. — Une armature polarisée est placée entre quatre bobines, dont les pôles en regard sont de nom contraire; un double ressort de rappel ramène l'armature à égale distance des pôles quand le courant ne passe pas. (Voir plus loin : *Câbles sous-marins.*)

Relais Baudot. — L'armature est polarisée par un aimant permanent à angle droit avec les bobines, et son axe repose sur des pointes implantées dans les pôles de cet aimant; cet axe est en cuivre sur une partie de sa longueur; la palette est perpendiculaire à cet axe et attachée à l'un des pôles seulement.

Relais Willot. — Spécialement étudiée pour les translations, l'armature est doublement polarisée et le relais ne fonctionne que pour les courants supérieurs à un milliampère, intensité habituelle des courants telluriques.

L'armature se compose de deux palettes S et N polarisées par un aimant permanent dont les pôles sont en face des palettes réunies par un axe en cuivre. L'électro-aimant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a la forme des électro-aimants d'Arlincourt; les noyaux des deux bobines portent à l'entrée et à la sortie deux pièces polaires, et sont reliés de plus par une culasse; après le passage d'un courant et en vertu du magnétisme rémanent, les deux pièces polaires d'un même côté ou sur le même noyau ont des polarités de même nom, tandis que pendant le passage même ces deux pièces ont des polarités différentes; la pièce placée près de la culasse présentant toujours un magnétisme moindre à cause de la dérivation établie par la culasse, les palettes de l'armature sont placées au niveau de ces pièces polaires, et l'action des pièces voisines de la culasse renforcée par deux vis de fer doux qui les traversent et peuvent être rapprochées de la palette correspondante, jusqu'à ce que, sous l'influence du magnétisme rémanent seul, l'armature soit en équilibre dans sa position moyenne où elle est du reste ramenée par un ressort. Lorsqu'un courant passe dans les bobines, le magnétisme des pièces polaires voisines de la culasse diminue d'abord, puis change de signe pour une intensité suffisante; l'action résultante des quatre pièces polaires sur les deux palettes de l'armature, nulle sous l'influence du magnétisme rémanent seul, prend une valeur croissante avec l'intensité du courant, et, pour une certaine valeur de l'intensité, peut vaincre l'action du ressort antagoniste. Ce résultat est atteint tout aussi bien par l'emploi d'électro-aimants Hughes.

Le relais Brown Allan est employé par l'Eastern Telegraph C° sur des lignes de longueur moyenne (1,800 kilomètres). Le courant du câble est reçu par une petite bobine légère, suspendue à un fil de platine, qui oscille entre les quatre pôles de deux forts aimants en fer à cheval; l'une des extrémités du noyau creux de la bobine est attachée à deux ressorts antagonistes; une tige de fer peut tourner à frottement dur autour d'un axe vertical fixé à la bobine; cette tige oscille entre deux butoirs très rapprochés (dans un autre modèle la tige oscille autour d'un axe indépendant de la bobine, et sur cet axe est calée une seconde tige de fer dont l'extrémité voisine de celle du noyau suit les mouvements de ce dernier). Dès qu'un courant passe, la bobine est attirée dans le sens correspondant, entraîne la tige de fer qui porte sur l'un des butoirs, tandis que la bobine continue son mouvement, et la tige est ramenée dès que le courant diminue d'intensité; c'est un relais sensible aux variations d'intensité. Les butoirs établissent les contacts d'une pile locale actionnant le récepteur.

Électro-motographe d'Edison. — Un tambour métallique entraîné par un mouvement d'horlogerie est recouvert d'un rouleau de papier humecté de potasse; une pointe de platine appuie légèrement sur le papier; le frottement du papier tend à entraîner cette pointe qui est sollicitée en sens contraire par un petit ressort; quand un courant passe entre la pointe de platine et le cylindre, le frottement est diminué considérablement; quand le courant va du cylindre à la pointe, celle-ci cède à l'action du ressort; un levier solidaire de la pointe reçoit un petit mouvement qui le fait porter sur un butoir et fermer le contact d'une pile locale; il n'y a ni extra-courant, ni magnétisme permanent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Relais à charbon d'Edison. — Entre un électro-aimant et son armature est disposée une pastille de charbon traversée par un circuit local; aux variations de pression de l'armature correspondent des variations de résistance et, par suite, d'intensité du courant local qu'on utilise pour actionner un récepteur.

L'appareil Wheatstone est beaucoup moins employé en France qu'en Angleterre, où il est seul en usage pour les transmissions rapides. Il a été très notablement perfectionné, et le modèle exposé par la maison Elliot frères peut produire jusqu'à 600 mots à la minute.

Cette grande production est obtenue, d'une part, par des améliorations d'ordre électrique (condensateur en dérivation pour éviter les étincelles aux contacts, condensateur en dérivation sur des résistances placées entre les récepteurs et la terre pour diminuer l'influence de leur self-induction), et, d'autre part, par une construction mécanique de plus en plus soignée. A la transmission, le balancier fait osciller un levier très léger, en rapport avec la ligne, entre deux butoirs réunis à des pôles de nom contraire; à la réception, le ressort a été remplacé par un poids, et le régulateur de vitesse amélioré.

APPAREIL AUTOMATIQUE UNIVERSEL.

M. Meyer avait conçu un appareil, complété et terminé par Mme veuve Meyer, dans lequel le récepteur produit en même temps qu'une bande imprimée une bande perforée, pouvant servir à la réexpédition de la dépêche sans traduction.

Les signaux imprimés se composent de traits fins correspondant aux points du morse, et de traits quatre fois plus larges correspondant aux traits; ces traits sont parallèles entre eux et perpendiculaires à la bande de papier[1]. Un clavier à trois touches sert de composteur. Le levier, manœuvré par la touche de droite, soulève contre la bande un couteau qui imprime le trait fin et sert de propulseur à un poinçon qui fait un trou au même niveau sur la partie droite de la bande; le levier correspondant à la touche du milieu soulève une pièce de la longueur du couteau et quatre fois plus large, en même temps qu'un poinçon fait un trou à gauche; enfin, ces deux touches et la troisième, ou touche des blancs, font avancer, chaque fois qu'elles se retirent, une roue à rochet dont l'axe porte le cylindre entraîneur du papier, et font frotter la molette contre le tampon encreur.

La bande perforée passe entre deux rouleaux, et de là sur un cylindre métallique qui communique avec la ligne. Deux frotteurs reliés respectivement aux pôles positif et négatif, et dont la distance est celle des deux bandes de trous, sont mis en contact avec le cylindre quand un trou passe au-dessous d'eux, ce qui produit une émission positive ou négative sur la ligne.

Ces courants sont reçus par deux relais polarisés qui ferment des circuits locaux dont les électro-aimants agissent sur des leviers munis de couteaux, agissant comme ceux

[1] Depuis l'ouverture de l'Exposition ceci a été modifié, et les points figurés par une trace courte, et le trait par deux traces semblables placées bout à bout, comme dans l'appareil Hérodote.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du composteur, et donnant, sur une bande réceptrice et entraînée par un mouvement d'horlogerie, une impression et une perforation; celle-ci sort du récepteur identique à la bande de transmission.

M^me^ Meyer estime à 100 dépêches par heure le rendement de l'appareil exposé.

APPAREIL NAULT. — PERFORATION PRÉALABLE ET APPAREIL HUGHES.

La dépêche est préparée au départ au moyen d'un perforateur, transmise automatiquement, et le récepteur Hughes la traduit en caractères typographiques.

Le clavier du perforateur est celui de Hughes. Chaque touche correspond à un goujon; en abaissant une touche, on soulève un goujon, et une roue à rochet, dite *rosace de détente*, avance d'une division et embraye avec le mouvement d'horlogerie l'axe vertical d'un chariot semblable à celui de l'appareil Hughes. Quand une ou plusieurs touches sont abaissées, le mouvement de la détente fait faire à cet arbre une révolution complète pendant laquelle le chariot rencontre les goujons soulevés; chaque rencontre produit l'embrayage d'une pièce, dite *toupie de perforation*, avec un axe horizontal du mouvement qui, en tournant, entraîne une came qui vient frapper le levier porte-poinçon et fait un trou dans la bande; l'espacement des trous, réglé par l'avancement du papier, est celui des lettres qu'ils représentent.

Le même perforateur sert de récepteur; un électro-aimant produit l'embrayage de la toupie à chaque émission de courant, sur une bande se déroulant d'une manière continue; la bande reçue et perforée est passée comme au départ dans un appareil Hughes; un frotteur, chaque fois qu'il envoie un courant, en rencontrant un trou, actionne l'électro-aimant et imprime une lettre; il est donc nécessaire que la longueur de bande, qui passe par tour de la roue des types, soit égale à celle qu'a déroulée le perforateur de réception par tour du transmetteur. Cette égalité est obtenue par un compensateur de vitesse et l'envoi de courants correcteurs. L'axe de la roue des types est prolongé et porte quatre roues; la première tourne à frottement doux sur l'axe, et se déplace avec la roue correctrice à laquelle elle est liée par un cliquet; elle entraîne un manchon à rainure hélicoïdale, dans laquelle peut se mouvoir un goujon implanté sur un manchon solidaire de la seconde roue; sous l'action du courant correcteur, cette roue se déplace longitudinalement, entraînant la troisième roue qui a le même diamètre que la seconde, et roule avec elle sur un plateau horizontal qu'elles entraînent; la quatrième roue, celle d'entraînement du papier, est solidaire de la troisième, et sa vitesse est modifiée comme celle de la troisième par l'influence du courant correcteur.

APPAREIL IMPRIMEUR AUTOMATIQUE.

Pour augmenter le rendement de l'appareil Hughes, M. Parment substitue à la roue des types deux roues parallèles, l'une pour les lettres, l'autre pour les chiffres et

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signes usuels; chacune porte quarante-huit caractères; sur la roue des lettres, les caractères les plus fréquemment employés figurent plusieurs fois : la voyelle *E* cinq fois, les autres quatre fois; sur la roue des chiffres, o et 5 figurent cinq fois, les autres quatre. Les blancs de la roue des types sont supprimés et produits sur la bande de réception par un électro-aimant spécial, excité par un courant négatif, tandis que l'impression est produite par un courant positif; on pourrait obtenir ainsi trois lettres et demie par tour, à condition de substituer une perforation préalable à la manipulation.

Le perforateur comporte huit poinçons manœuvrés par des touches et une manette; six touches blanches correspondent aux perforations positives; six noires aux perforations négatives; en regard des touches est un prisme à huit faces; sur chaque face, six lettres et six chiffres, inscrits dans l'ordre où ils sont sur les roues, la première lettre d'une face étant de six rangs en avance sur la première de la face précédente. Pour poinçonner, on doit se placer en face du prisme; si la lettre à imprimer se trouve sur la face visible du prisme, on presse la touche correspondante, sinon on fait tourner la manette d'avant en arrière, ce qui amène la face suivante du prisme devant l'opérateur et fait avancer la bande; on doit ensuite faire tourner de nouveau le prisme avec la manette, et n'imprimer la lettre suivante que si elle est au-dessus et à droite de la précédente, c'est-à-dire séparée par six rangs au moins.

La bande perforée passe dans un transmetteur automatique, et les signaux reçus par des électro-aimants polarisés fermant, suivant le sens du courant, le circuit de l'un ou l'autre des électro-aimants du récepteur qui va être décrit et qui était seul exposé; les autres éléments du système n'étaient représentés que par des dessins.

L'axe imprimeur de l'appareil Hughes est remplacé par trois axes qui peuvent embrayer, sous l'action des électro-aimants, avec trois axes situés dans leur prolongement et mus par le mouvement d'horlogerie; leur vitesse est quatre fois celle de cette roue. L'arbre n° 1 sert à l'impression; l'arbre n° 2 à faire les blancs; l'arbre n° 3 sert à déplacer longitudinalement la double roue des types, pour permettre d'imprimer soit des lettres, soit des chiffres; une émission de courant embraye un seul des trois arbres qui accomplit alors une demi-révolution.

La roue correctrice porte 24 dents placées sur l'une de ses faces, en regard de l'extrémité de l'arbre n° 1 qui porte deux cames diamétralement opposées agissant, l'une pour corriger l'avance, l'autre pour corriger le retard.

Les embrayages sont déterminés par deux électro-aimants Hughes; l'un, dont l'armature obéit aux courants positifs, gouverne les arbres n^{os} 1 et 3; le second obéit aux courants négatifs et régit l'arbre n° 2 par l'intermédiaire d'un mécanisme particulier; un axe est formé de trois parties discontinues; celle du milieu est actionnée par le levier d'échappement de l'électro-aimant des blancs; les deux extrêmes sont liées l'une au levier agissant sur l'arbre n° 1, l'autre sur un levier agissant sur l'arbre n° 3.

Les trois parties de l'arbre portent des saillies dans le prolongement les unes des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres, de sorte que le déplacement d'un manchon rend solidaire la partie médiane et l'une des extrêmes. Ce manchon est porté par une fourchette menée par un excentrique, porté par un arbre relié par engrenages à l'axe des blancs, et tournant deux fois moins vite que lui. L'émission d'un courant négatif fait tourner l'excentrique d'un quart de révolution, ce qui déplace le manchon, mais d'une quantité insuffisante pour rompre la solidarité existant normalement entre le levier de l'arbre n° 1 et la partie médiane; si un courant positif succède à ce négatif, des cames placées sur l'axe imprimeur (n° 1) ramènent le manchon et l'excentrique en place; au contraire, l'émission d'un second courant négatif doublant le déplacement rend solidaires les trois parties de l'axe et le levier de l'arbre n° 3; le premier courant positif émis après, actionnant le levier n° 1, déplace en même temps la roue des types, et permettra l'impression des chiffres; le manchon sera ramené à sa position initiale, et on imprimera des chiffres jusqu'à un nouvel envoi de deux négatifs l'un après l'autre.

Trois émissions négatives consécutives ont pour effet de produire le soulèvement de la pédale d'arrêt au moyen d'une came portée par l'arbre de l'excentrique, et de mettre en marche l'appareil récepteur.

A côté du récepteur imprimeur est un récepteur perforateur pour la retransmission de la dépêche.

A la même classe d'instruments appartient un appareil d'Edison au moyen duquel on aurait obtenu, sur une ligne courte, il est vrai, la vitesse extraordinaire de 2,000 mots par minute. La perforation est faite sur cinq bandes, et les perforations disposées de manière à représenter les diverses lettres de l'alphabet; le clavier est construit de telle manière qu'il suffit d'appuyer sur une touche pour déterminer ces perforations. La bande perforée est passée dans un transmetteur du genre Wheatstone; mais à chaque bande de perforation correspondent un fil et un style en fer traçant une courte ligne sur un papier préparé passant sur un cylindre qui tourne avec rapidité; l'ensemble des marques ainsi obtenues reproduit en caractères romains la dépêche expédiée.

APPAREILS MULTIPLES.

L'appareil Meyer à transmissions multiples était exposé sous son ancienne forme, et aussi avec une modification de M. Willot, permettant au récepteur d'imprimer en signaux Morse ordinaires. Dans ce récepteur, la vitesse du papier doit être assez grande pendant que le frotteur passe sur le secteur du distributeur correspondant à l'appareil, et insensible quand le frotteur passe sur les autres secteurs. A cet effet, le mouvement d'horlogerie est double et comporte deux barillets; l'un produit un mouvement continu de la molette et du disque encreur; le rouage du second est déclenché par un courant local, un instant avant que le secteur soit mis en rapport avec la ligne; ce courant passe dans les bobines d'un électro-aimant dont l'armature attirée libère le rouage; l'armature est ensuite maintenue par le courant de ligne qui circule également autour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du noyau, jusqu'à ce que l'impression soit terminée; l'armature se relève et arrête le rouage. L'électro-aimant destiné à l'impression est à armature polarisée, ce qui suppose la manipulation faite par courants inversés; l'axe de la molette est engagé dans le levier de l'armature : un courant positif rapproche la molette du papier, un courant négatif l'en éloigne.

L'appareil Baudot a subi des modifications importantes depuis 1878; le relais Siemens a été remplacé par un relais nouveau; un régulateur à force centrifuge substitué à la tige vibrante; le traducteur ou combinateur est purement mécanique.

Le régulateur est un frein qui agit dès que la vitesse dépasse la vitesse normale. Une masse mobile peut se déplacer en glissant sur deux tiges-guides; celles-ci sont fixées transversalement à l'extrémité d'un arbre. Deux ressorts à boudin tendent à ramener la masse vers l'axe de rotation; ils prennent leur point d'appui sur l'arbre lui-même. Au repos, le centre de gravité du système formé par la masse, les ressorts et les supports se trouve sur l'axe. Lorsque l'arbre tourne, la masse se déplace, et les ressorts, prenant leur point d'appui sur l'arbre, le font presser sur ses paliers, ce qui introduit une résistance dépendant de la distance de la masse à l'axe. Pour rendre ce frein isochrone, il faut que la masse ne soit en équilibre que pour une vitesse déterminée, et que pour cette vitesse l'équilibre puisse subsister quelle que soit la position de la masse. M. Baudot obtient ce résultat : 1° en disposant les ressorts de manière que leur tension soit nulle quand le centre de gravité de la masse est sur l'axe; 2° en déterminant leur section de sorte que pour un raccourcissement de 0 m. 01, par exemple, leur tension soit égale à la force centrifuge appliquée à la masse, tournant à la vitesse normale et à une distance de 0 m. 01 de l'axe; si cette dernière condition est réalisée pour une distance de 0 m. 01, elle le sera à toute distance, les tensions et les forces centrifuges étant proportionnelles à la distance à l'axe ou au raccourcissement. La masse reste donc en équilibre seulement à la vitesse normale, et introduit par l'intermédiaire des ressorts la résistance strictement nécessaire pour égaliser le travail moteur et le travail résistant. Le travail supplémentaire imposé au moteur par le régulateur varie de 5 à 90 grammètres par seconde, dans les modèles de M. Baudot, où la vitesse est de 265 tours par minute, et la masse de 40 grammes.

Quant au traducteur actuel, il est caractérisé par ceci : les cinq chercheurs, au lieu d'être sur un même rayon, se suivent; les dix voies de l'appareil primitif sont remplacées par deux disques parallèles, sur les tranches desquelles se meuvent les frotteurs. Les disques portent des entailles, les pleins de l'un correspondant aux creux de l'autre. Les électro-aimants aiguilleurs déterminent pour chaque frotteur le disque suivi; il y a pour chaque combinaison d'aiguillage, correspondant à une combinaison des touches du clavier, une position unique des frotteurs pour laquelle les frotteurs se trouvent tous en face de creux, et permettent le mouvement de bascule qui produit l'impression.

M. Munier a exposé un appareil quadruple destiné à actionner plusieurs récepteurs Hughes. A la transmission et à la réception sont deux appareils distributeurs synchro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niques, dont chaque secteur est attribué à un clavier d'un côté, à un imprimeur pour la réception. Chacun d'eux est divisé en secteurs plus petits au nombre de 7. Quand le balai du distributeur porte sur le premier de ces secteurs, le courant de ligne est envoyé dans un groupe de deux électro-aimants en série, à armature polarisée, le premier lâchant son armature sous l'influence d'un courant négatif, le second sous l'influence d'un positif; quand le balai porte sur le second, le courant est envoyé dans un groupe semblable; ces quatre électro-aimants se nomment *les clefs;* le balai sur la troisième touche met la ligne à la terre; les quatrième, cinquième et sixième, la ligne est mise en rapport successivement avec trois groupes d'électro-aimants semblables aux premiers, et qui sont les six relais; le septième secteur établit encore une communication à la terre.

Le clavier de manipulation est disposé de telle sorte qu'en abaissant une de ses touches, on peut mettre les quatrième, cinquième et sixième secteurs en rapport avec le pôle positif ou le pôle négatif d'une pile, tandis que les deux premiers ou bien restent à la terre, ou sont mis en rapport avec un pôle positif ou négatif; on peut donc, pendant le passage du balai sur le secteur, ou envoyer un seul courant actionnant l'un des six relais, ou envoyer deux courants, le premier actionnant une des quatre clefs, le second une des six séries de la réception, ce qui constitue trente combinaisons, dont vingt-huit seulement correspondant aux signaux Hughes, c'est-à-dire vingt-six lettres, blanc des lettres et blanc des chiffres, signaux qu'on peut décomposer en cinq groupes qu'on peut numéroter de I à V, le premier pour les signaux formés d'une seule émission de courant, et les autres pour les signaux agissant sur les première, deuxième, troisième et quatrième clefs et qui, dans chaque groupe, seront numérotés de 1 à 6 par le numéro du relais actionné; le cinquième groupe ne contient que quatre signaux.

A la réception, l'impression est faite pour une roue du type ordinaire, sous l'action d'un courant local passant dans l'électro-imprimeur au moment où la lettre à imprimer se trouve en face du papier. La fermeture de ce courant a lieu au moment voulu par le mécanisme suivant : un disque isolant, dit *collecteur,* porte deux couronnes de secteurs métalliques isolés les uns des autres; la couronne extérieure porte 28 divisions, la couronne intérieure, 5, dont les 4 premières correspondent à 6 divisions de la couronne extérieure, et la dernière à 4 seulement; un frotteur fait communiquer à chaque tour les éléments de la couronne extérieure avec la division correspondante à l'intérieur; le frotteur est synchronique de la roue des types; à chaque signal ou type, correspond un numéro, variant de 1 à 6, de l'un des cinq groupes; il faut que, lorsque le frotteur passe sur un numéro d'un groupe correspondant au signal envoyé, le circuit local se ferme. Toutes les touches du collecteur de même numéro sont reliées entre elles et au relais de même numéro; le secteur I de la couronne intérieure est relié à l'électro-aimant imprimeur par un circuit passant successivement par les armatures et les butoirs des clefs, qui est ouvert, par conséquent, quand l'une d'elles a lâché son armature, mais fermé dans le cas contraire. Si le signal formé au manipulateur appartient au 1er groupe,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le 3e par exemple de ce groupe, le courant de la ligne ayant été dirigé vers le 3e relais, l'armature de celui-ci aura lâché son armature, et au moment où le balai du collecteur viendra sur la 3e division du premier groupe, le circuit local sera fermé par le contact de l'armature n° 3 et de son butoir; la division n° 3 de la couronne extérieure, n° I de la couronne intérieure, et tous les contacts des armatures des clefs, les contacts des armatures des relais sont en dérivation sur le circuit local. Les autres secteurs II, III, IV, V, sont respectivement reliés aux armatures des première, deuxième, troisième et quatrième clefs, de sorte que, quand un signal du 3e groupe a été envoyé, le circuit local est fermé par l'armature de la 2e clef, le secteur III de la couronne, et la division de la couronne extérieure correspondant au numéro du relais qui a fonctionné, et il a été fermé seulement quand le frotteur, et par suite la roue des types, est arrivé à la place convenable. Quand l'impression se fait, l'armature de l'électro-imprimeur ferme le circuit d'une seconde pile locale sur lequel sont intercalés deux électro-aimants qui ramènent les armatures déplacées, soit des relais, au contact des noyaux.

Le synchronisme des distributeurs est maintenu par l'emploi du courant collecteur, comme dans l'appareil Hughes ordinaire; il est essentiel que la roue des types du récepteur et le balai du collecteur correspondant soient rigoureusement synchroniques, et que ces deux organes aient terminé leur rotation avant que le secteur correspondant du distributeur entre en activité; la vitesse de la roue des types est un peu supérieure à celle du distributeur; elle s'arrête à chaque révolution automatiquement et n'est débrayée que sous l'action d un petit électro dans lequel le distributeur envoie un courant local avant l'entrée en jeu du secteur.

L'appareil fonctionne à raison de 130 tours à la minute; chaque lettre demande 1 tour, avec deux émissions de courant seulement; on pourrait donc avoir, avec 1,000 émissions de courant par minute, environ 500 lettres ou 5,000 mots à l'heure.

Ce système, très intéressant pour l'Administration française des postes et télégraphes, parce qu'il utilise les éléments de l'appareil Hughes qui est l'instrument le plus répandu, a été essayé sur une ligne assez courte (Paris à Dijon), puis récemment sur la ligne de Paris à Lyon; la vitesse a dû être un peu réduite, et chaque clavier donne en moyenne 40 dépêches à l'heure.

TRANSMISSIONS SIMULTANÉES. — APPAREILS EDISON.

Parmi les appareils de l'exposition Edison, se trouvait un dispositif ancien pour envoyer à volonté des courants d'intensité variée dans le fil et les récepteurs correspondants. Chaque poste comprend deux relais dont l'un, polarisé, ne fonctionne que pour des courants positifs supérieurs à une intensité déterminée + 1, l'autre est un relais ordinaire fonctionnant sous l'action de courants, positifs ou négatifs, d'intensité au moins égale à 3. Au départ sont deux piles, dont l'une a deux fois plus d'éléments que l'autre, et deux manipulateurs. Quand les deux manipulateurs sont au repos, un cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rant négatif — 1 passe sur la ligne; si le manipulateur n° 1 est abaissé, le courant envoyé — 3 agit sur le relais ordinaire; le manipulateur n° 2 envoie le courant + 1, qui agit sur le relais polarisé, et les deux manipulateurs abaissés ensemble envoient un courant + 3 qui agit sur les deux relais. Lorsque le courant passe brusquement de — 3 à + 3 dans le relais ordinaire, la transmission serait troublée si l'on ne disposait un condensateur dont la décharge maintient l'armature appliquée. Cette disposition, combinée avec l'emploi d'un pont de Wheatstone à chaque station, sur une diagonale duquel est monté le relais du récepteur, permet la transmission quadruplex, et est employée en Amérique.

TRANSMISSION SIMULTANÉE DANS LES DEUX SENS.

Pour une transmission duplex simple, Edison expose deux systèmes. Le premier est analogue au système diplex qui vient d'être décrit; les signaux sont transmis dans un sens par renversement de la polarité d'un courant, et dans l'autre sens par changement de l'intensité. Le poste n° 1 a deux piles : le pôle positif de l'une P_1 et le négatif de l'autre P_2 sont reliés à la ligne par deux électro-aimants agissant sur une armature unique. La pile P_1 est isolée, et le pôle positif de P_2 est à la terre quand le manipulateur est baissé; quand il est levé, la pile P_1 a son pôle négatif à la terre et la pile P_2 est isolée. L'armature, maintenue par son ressort, bien que sollicitée par les deux électro-aimants, ne cède pas à leur attraction; le mouvement du manipulateur, renversant le sens du courant, agit sur le relais polarisé du poste n° 2.

Au poste n° 2, le manipulateur, quand il est levé, met la ligne à la terre par le récepteur à travers une résistance assez grande; quand il est baissé, cette résistance est supprimée et le courant positif ou négatif, qui passe alors dans les électro-aimants du n° 1, agit sur l'armature.

Un autre système est différentiel : le récepteur est placé sur le circuit primaire d'une bobine à deux fils, l'un de ces deux fils va à la ligne, l'autre à la terre par la ligne artificielle du poste transmetteur; un courant venant de la ligne se propage dans le même sens dans les deux fils, tandis que les courants émanés du poste, se bifurquant entre ces deux fils, n'ont pas d'action sur le récepteur.

PHONOPORES.

M. Langdon Davies donne le nom de *phonopore* à une bobine d'induction portant un fil primaire et deux fils secondaires, avec cette particularité que chacun de ces deux fils a une extrémité isolée; l'un est à la terre et l'autre aboutit au *transformateur* par la seconde extrémité; le circuit primaire comprend une pile, un trembleur ou vibrateur et une clef de manipulation. Le transformateur est le véritable récepteur, et le fil, après l'avoir traversé, se rend à la ligne. C'est un noyau de fer doux portant deux bobines :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'une reçoit le fil qui vient du phonopore, et l'autre fait partie d'un circuit local contenant un galvanomètre, un relais et un contact; au-dessus d'un des pôles est une plaque ou diaphragme qui vibre dès que des courants alternatifs passent dans la bobine, tandis qu'il est attiré et maintenu fixe par le courant local, en l'absence de courant sur la ligne; les vibrations de ce diaphragme n'acquièrent une amplitude appréciable qu'autant que la période des courants alternatifs est celle de son propre mouvement vibratoire, et, dans ce cas seulement, il fonctionnera comme récepteur en rompant le contact; sa position moyenne est d'ailleurs déterminée par l'intensité du courant local, passant dans l'une des bobines de l'électro-aimant dit *transformateur*. Le contact est établi, au-dessus du diaphragme vibrant, entre une languette, portée par un ressort, et une petite masse ou pendule, portée au bout d'une tige horizontale; lorsque les vibrations du diaphragme ont l'amplitude suffisante, il vient toucher la languette et trouble le contact entre elle et le pendule; l'intensité du courant local diminue, ce qui éloigne un peu le diaphragme du pôle et rend son action sur la languette assez énergique pour que le pendule soit soulevé et le courant local interrompu dans le relais, qui abandonne son armature et actionne le récepteur télégraphique, imprimeur ou parleur, qui se trouve dans un circuit fermé par l'armature.

A l'Exposition, une ligne de 10,000 ohms avait été établie entre deux stations comprenant chacune un morse ordinaire et deux phonopores de sons différents, les transformateurs de chacune d'elles étant accordés avec les phonopores de l'autre, ce qui permettait d'envoyer simultanément trois dépêches dans le même sens, sur le fil qui les réunit, et les signaux émis par les chefs de chaque poste venaient s'inscrire sur les imprimeurs de l'autre.

M. Langdon Davies indique plusieurs moyens de duplexer, dont le plus simple consiste à affecter des sons différents aux récepteurs et aux phonopores de la même station. Une ligne phonoporique proprement dite, étant ouverte aux deux bouts et travaillant par les décharges oscillatoires d'un condenseur à haute tension formé par les deux fils induits, peut avoir une résistance considérable. L'inventeur annonce avoir transmis, avec 15 éléments à chaque bout dans les circuits primaires, à travers une résistance de 100,000 ohms.

M. Sieur exposait trois systèmes de transmissions diplex.

Première méthode. — Le courant envoyé sur la ligne peut prendre l'intensité 1 quand le manipulateur n° 1 est abaissé, l'intensité 3 quand le manipulateur n° 2 est abaissé, et enfin l'intensité 2 quand les deux sont abaissés à la fois. Le récepteur est un relais à deux armatures, l'une, ordinaire, dont le ressort est antagoniste de manière à fonctionner pour un courant d'intensité 2 ou au-dessus, l'autre, polarisée, est repoussée pour les courants égaux à 2 ou inférieurs, mais reste attirée pour les courants d'intensité supérieure, la polarité développée par l'électro-aimant détruisant celle due à l'aimant permanent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deuxième méthode. — La transmission emploie deux piles, l'une positive, l'autre négative; une roue dentée, animée d'un mouvement de rotation rapide, met la ligne alternativement en communication avec deux frotteurs reliés aux pôles de ces piles; un manipulateur est intercalé dans chacun de ces circuits; le relais de réception est à double armature; chacune de ces armatures est polarisée et n'obéit qu'à des courants de sens déterminés; elles vibrent d'une manière continue; si, au moyen du manipulateur, on interrompt les courants positifs, l'armature correspondante, sollicitée par le ressort antagoniste, vient fermer un circuit local sur un récepteur.

Troisième méthode. — On ajoute aux organes ordinaires de la transmission simple des appareils fonctionnant par des courants alternatifs de courte période : le manipulateur ferme en local, sur un vibrateur, le circuit primaire d'une bobine dont le secondaire est en rapport avec la ligne; à la station réceptrice, ces courants sont transformés, ils passent dans le fil fin d'une bobine semblable dont le circuit primaire contient un relais à double armature polarisée qui vibre sous l'action de ces courants, et ouvrent le circuit local d'un récepteur qui était fermé au repos; ce circuit local passe successivement par les deux contacts de repos de la double armature, et il suffit que l'une des deux soit légèrement déplacée pour que ce courant local soit affaibli notablement; un relais établi dans ce circuit lâche alors son armature et ferme le circuit d'un récepteur Morse.

D'autre part la ligne, après avoir traversé la bobine, arrive à un appareil télégraphique ordinaire, muni du dispositif Van Rysselberghe; le manipulateur ordinaire, anti-inducté et muni du condensateur, n'envoie dans la ligne que des courants trop gradués pour déterminer dans le circuit primaire de la station réceptrice des courants assez intenses pour agir sur le relais à double armature polarisée.

APPAREILS AUTOGRAPHIQUES.

L'exposition américaine, à côté des appareils déjà anciens, au moyen desquels M. Elisha Gray avait réalisé les premières transmissions multiples par diapasons, contenait un spécimen remarquable de reproduction télautographique, c'est-à-dire d'une dépêche reproduite pendant qu'elle est écrite à la main, mais la combinaison qui a permis d'atteindre ce résultat n'était ni décrite ni exposée.

Dans l'appareil d'Edison, le transmetteur est un cylindre vertical tournant, sur lequel est enroulé le papier; la dépêche est écrite avec un crayon dur. Sur ce cylindre, animé d'un mouvement hélicoïdal à pas très petit, frotte une pointe, qui, en passant sur les petites dépressions causées par le crayon, se déplace assez pour produire la fermeture d'un courant; celui-ci, au poste de réception, agit sur un papier réactif enroulé sur un cylindre semblable dont le mouvement est synchronique du premier.

Dans l'appareil Jordery, la dépêche est tracée par un crayon qui fait mouvoir deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tringles à angle droit; chacune de ces tringles agit sur un rhéostat à liquide dont elle fait varier la résistance; les courants qui traversent ces rhéostats sont envoyés chacun par un fil dans les deux électro-aimants du récepteur.

Ceux-ci font mouvoir des armatures sollicitées par des ressorts antagonistes puissants, à angle droit l'une sur l'autre; chacune porte une fourchette dans son prolongement; un tube capillaire traverse le carré formé par l'intersection des deux fourchettes et laisse une trace sur un papier qui se déroule avec une vitesse de 4 millimètres par seconde.

Ces appareils, comme leurs prédécesseurs, n'ont qu'un faible rendement et n'ont jamais fait l'objet d'une exploitation suivie.

A titre historique, les appareils autographiques, l'un électro-magnétique de Meyer, l'autre électro-chimique de d'Arlincourt, qui ont tous deux fonctionné avec succès, étaient exposés au Pavillon de l'Administration française.

TRANSMISSION SUR LES CÂBLES SOUS-MARINS.

L'appareil de réception pour les grands câbles sous-marins est toujours le siphon recorder de sir William Thomson; à l'électrisation de l'encre du siphon, M. Cuttris a substitué un mouvement vibratoire de ce dernier. L'extrémité du tube en verre porte une petite pointe tirée d'un fil de fer très fin et séparée de l'armature d'un électro-aimant par l'épaisseur du papier; l'électro-aimant est excité à intervalles réguliers par un trembleur; le siphon vibre à l'unisson et trace sur la bande une ligne formée d'une série de points très rapprochés.

Pour la transmission, on est arrivé sur le câble de Marseille à Alger, duplexé par la méthode de M. Ailhaud, à transmettre de 600 à 650 émissions de courant dans chaque sens, ce qui dépasse la vitesse de manipulation que peut pratiquement soutenir un employé pendant quelques heures. MM. Belz et Brahic ont adapté la transmission automatique de l'appareil Wheatstone à ce service.

L'appareil n'ayant à transmettre que des points placés à droite ou à gauche de la ligne centrale, le perforateur ne porte que trois poinçons. Le transmetteur actionne un relais Froment monté en inverseur de courant, qui émet les courants envoyés au câble. Deux leviers coudés montés sur le même axe sont en relation d'un côté avec les aiguilles, de l'autre avec deux vis butoirs, contre lesquels des ressorts tendent constamment à les appliquer; ces leviers solidaires des aiguilles sont actionnés par une cheville unique fixée sur le balancier. Une pile locale positive est reliée au massif de ce transmetteur qui envoie le courant tantôt dans l'une, tantôt dans l'autre paire des bobines du relais. Les deux pôles de la pile de ligne communiquent : l'un avec les deux butoirs supérieurs, l'autre avec les deux butoirs inférieurs entre lesquels se meuvent les palettes mobiles du relais; l'une de ces palettes communique avec la terre, l'autre avec le câble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur ce même câble, relativement court (494 milles, 5,390 ohms et 12 microfarads), M. Mandroux, après la mort de M. Ailhaud, essaya l'emploi de l'appareil Hughes. Au départ, le câble est en communication avec un frotteur calé à l'extrémité de l'arbre des cames, et qui se meut sur un distributeur; chaque fois que le chariot rencontre un goujon soulevé, ce frotteur effectue une révolution; son jeu, combiné avec celui d'une came et d'un levier de transmission, détermine successivement :

1° L'isolement du câble pendant un temps très court, mais suffisant pour atténuer l'effet des courants telluriques;

2° La charge, par une pile de quinze éléments, d'un condensateur dont une armature est reliée au câble et produit le signal;

3° La mise à la terre d'abord à travers une résistance, puis directement;

4° La mise en communication du câble avec un galvanomètre Thomson, qui indique si la ligne est bien déchargée, ou s'il convient de modifier le réglage pour y arriver.

A la réception se trouve le relais dont il a été fait mention plus haut et dont l'armature, au lieu d'établir un contact sous l'action du courant de ligne, rompt au contraire le circuit d'une pile locale, dont une dérivation, dans la position de repos, passe d'une manière permanente dans l'électro-récepteur; le plus petit mouvement de l'armature produisant un mauvais contact augmente l'intensité dans ce récepteur, et l'action est immédiate, l'armature n'ayant pas à se déplacer d'une manière appréciable pour que le récepteur soit actionné.

Ce système, intéressant en ce qu'il permet d'utiliser le hughes sur des lignes d'une grande capacité, a fonctionné pendant deux ans sur les lignes franco-algériennes, mais son rendement est inférieur à celui du siphon recorder, et il a été abandonné.

MANIPULATEUR DE L'EASTERN C°.

L'Eastern C° emploie la double clef de M. Saunders, qui permet de contrôler au départ les dépêches transmises. Cette clef se compose de deux leviers Morse accouplés, dont l'extrémité postérieure porte un ressort en acier, isolé du levier principal par une feuille d'ébonite, et mobile entre deux vis butoirs. L'abaissement d'une touche envoie le courant de la pile de ligne sur le condensateur, et en même temps le courant de même sens émanant d'une pile locale dans un récepteur à double armature polarisée, tandis que l'abaissement de l'autre touche envoie un courant de sens contraire, et sur le conducteur et sur le récepteur, dont la seconde armature est attirée; chacune des armatures agit sur une des molettes d'un appareil imprimeur double; les deux molettes impriment sur deux lignes parallèles une série de traits qu'on lit dans l'alphabet des bandes perforées de Wheatstone.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPELS.

En France, dans le réseau exploité par l'État, il n'y a jamais plus de deux bureaux dits *municipaux*, embrochés sur la même ligne, et ne possédant pas de personnel permanent pour ces bureaux; un rappel par sonnerie est nécessaire, et il suffit de placer dans chacun de ces bureaux un relais polarisé, n'obéissant qu'aux courants d'un sens déterminé; la correspondance se fait avec l'un des postes par courant positif, avec l'autre par courant négatif; inversement pour savoir, au bureau central qui correspond avec eux, quel est le poste appelant, il suffit de connaître le courant reçu. M. Claverie a construit un commutateur inverseur qui supprime cette opération et met automatiquement sur la ligne le pôle correspondant au poste qui a appelé. Le courant du poste passe dans un électro-aimant dont l'armature est mobile au-dessus des pôles d'un aimant permanent, qui porte quatre butoirs, dont deux en rapport avec le pôle positif et deux autres avec le pôle négatif de la pile du bureau; cette armature porte une queue reliée à la terre et isolée de l'armature qui est reliée électriquement au manipulateur; quand l'armature porte sur l'un ou l'autre des butoirs antérieurs, la queue porte sur le butoir diamétralement opposé, et les communications convenables sont établies.

Dans le cas où plusieurs postes sont embrochés sur la ligne, M. Vacquier de Limon emploie pour l'appel d'un poste quelconque, désigné par un numéro d'ordre, un système de deux électro-aimants, l'un à deux bobines et deux armatures polarisées en sens inverse; l'autre est un électro-aimant ordinaire, et en face duquel est une roue ayant autant de dents qu'il y a de postes à appeler. Toutes ces dents, sauf une, différente pour chaque poste, sont en communication avec la terre; celle qui est isolée est sur sonnerie. Chaque émission positive du poste central agissant sur une des armatures polarisées fait avancer la roue d'une dent par l'intermédiaire d'un cliquet; par suite, à la cinquième émission positive, toutes les cinquièmes dents sont en face de l'électro-aimant, mais, au poste 5 seulement, le cliquet qui touche cette dent est en rapport avec la sonnerie. Le poste central lance alors un courant négatif, agissant sur la seconde armature du relais polarisé, qui ferme un circuit local sur le levier, la dent et la sonnerie; ce circuit traverse en même temps le second électro-aimant qui attire le ressort qui appuyait le levier sur la dent et le dégage de la roue; celle-ci revient à sa position primitive.

Le rappel général de M. Claude résout plus complètement le problème de l'intercommunication des postes embrochés; il permet à un poste quelconque d'en appeler un autre et de rester en rapport avec lui seul.

Chaque poste possède un relais double et un rappel à deux cadrans; chaque cadran porte autant de numéros plus un qu'il y a de poste. Le poste appelant amène l'aiguille d'un des cadrans sur son numéro, puis amène l'aiguille de l'autre cadran sur le numéro

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du poste appelé; cette manœuvre suffit pour que la communication soit établie entre les deux postes. Un numéro commun sert à établir la communication générale ou collective.

Le rappel, le récepteur et la sonnerie de chaque poste fonctionnent au moyen d'une pile locale; seuls les relais sont actionnés par le fil de ligne; ils sont tous embrochés dans le circuit, la terre n'est prise qu'aux deux extrémités.

Le relais double est composé de deux bobines placées chacune dans le champ magnétique d'un aimant permanent, et qui oscillent chacune sous l'influence d'un courant de sens déterminé; lorsqu'elles sont traversées toutes deux par un courant quelconque, une seule des deux s'écarte de ses butoirs.

Le rappel est une combinaison de deux appareils à cadran; un mouvement d'horlogerie actionne les deux cylindres quand on les fait déclencher par leur électro-aimant respectif. L'un des cadrans correspond à *poste appelé*, l'autre à *poste appelant*. La rotation de ces cylindres qui avancent d'un cran à chaque émission, l'un pour les émissions positives, l'autre pour les émissions négatives, a pour effet d'ouvrir ou de fermer les circuits, suivant la position des cames qui soulèvent ou laissent retomber des ressorts sur des contacts.

Le poste appelant émet un nombre de courants égal au numéro du poste appelé. Tous les cadrans *poste appelé* de la ligne s'arrêtent à ce même numéro, mais seul le poste correspondant pourra recevoir, les récepteurs des autres étant isolés de la ligne; après inversion de courant au départ, on émet des courants de sens contraire en nombre égal à celui du poste appelant; les aiguilles des cadrans *postes appelant* s'arrêtent au numéro correspondant, et toute la ligne sait quels sont les postes en correspondance. En ramenant les aiguilles de tous les rappels à la croix, on indique que la voie est libre.

Ce système est employé sur le chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée sur une longueur de 511 kilomètres, avec 11 postes.

C'est à la construction du relais que M. Claude attribue le succès de la méthode; les relais exposés fournissaient 55 contacts à la seconde, la durée de chacun des contacts étant suffisante pour actionner un appareil local capable de ce nombre d'oscillations, avec une intensité de 4 milliampères.

Un autre procédé (système Marchand, exposé par la C^e^ P.-L.-M.) consiste à munir le poste appelé de parleurs; les postes extrêmes seuls ont une pile de ligne; ces deux piles sont opposées : le poste appelant, en manipulant, met la ligne à la terre, et les parleurs de chaque poste sont actionnés; le circuit de la pile locale est fermé par le parleur. L'appel d'une gare se fait par le numéro indicatif de son nom. La gare appelée met son récepteur en communication avec la ligne et peut recevoir. Le système n'est pas automatique comme le précédent; de plus, il y a un réglage assez délicat à faire pour compenser les pertes et les variations d'intensité des piles.

Dans les postes qui peuvent être attaqués par deux autres, correspondant par cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rant soit positif, soit négatif, il est nécessaire de connaître le sens du courant qui actionne la sonnerie ou le parleur. MM. Sambourg et Willot exposaient deux appareils pouvant fonctionner avec le parleur ordinaire. Celui de M. Sambourg est installé sur une des parois de la boîte qui renforce les sons du parleur; c'est un petit aimant pivotant autour d'un axe horizontal; quand il ne passe pas de courant dans l'électro-aimant, il est vertical, le pôle Nord en bas ou en haut, suivant le sens du courant qui passe dans la bobine. L'extrémité supérieure de l'indicateur porté par l'aimant est visible, et l'on voit apparaître un signe + ou le signe —.

Une petite tige verticale faisant saillie au dehors permet de ramener l'aimant à sa position initiale. L'indicateur de M. Willot est un aimant disposé en face d'une bobine spéciale, qui l'oriente à gauche ou à droite de sa position d'équilibre, suivant le sens du courant.

STÉNO-TÉLÉGRAPHIE.

La sténo-télégraphie de M. Cassagnes est un système à grand débit qui fonctionne dans des conditions différentes, suivant qu'il s'agit d'une transmission à petite distance, dans une ville par exemple, ou à grande distance. L'appareil d'émission est dans les deux cas un clavier de vingt touches, formant quatre groupes de cinq, affectés chacun à une lettre, de sorte que quatre lettres peuvent être frappées simultanément.

Chaque touche est munie d'un contact; quand elle est abaissée, un courant est envoyé dans un fil aboutissant à un électro-aimant à la station réceptrice qui est reliée par un câble de vingt fils à la station de départ. L'appareil imprimeur ou récepteur porte quatre roues de types, chacune correspondant à un groupe de cinq électro-aimants. Ces roues sont montées à frottement sur un arbre commun; chacune porte une spirale dentée dont le nombre des dents est celui des types de la roue; dans le plan de cette spirale est une glissière manœuvrée par les électro-aimants; suivant la distance de l'extrémité de la glissière au centre de la roue, celle-ci s'arrête dans son mouvement de rotation, au moment où une certaine lettre se trouve dans la verticale de l'axe et sous le tampon d'impression. Lorsqu'un groupe de quatre lettres aura été frappé sur le clavier, les quatre roues présenteront sur la même ligne les lettres correspondant à l'avancement de leurs glissières respectives; avant la fin de la révolution, le tampon d'impression manœuvré par les cames d'un arbre spécial est appliqué sur les roues, d'autres cames refoulent les glissières; les spirales deviennent libres, et les roues achevant le tour commencé reviennent à leur position initiale et sont arrêtées au blanc par un taquet; si une roue ne doit imprimer aucune lettre, elle a le temps de faire son tour complet et d'être arrêtée par le taquet et maintenue au blanc, avant que le coup d'impression ne soit donné; un instant après que toutes les roues sont remises au blanc le taquet est déclenché, et elles repartent simultanément.

La relation entre l'avancement de la glissière et la lettre à transmettre est obtenue comme suit : cinq électro-aimants concourent à la formation d'une lettre; l'armature

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de chacun d'eux supporte une tige verticale, engagée par l'action du ressort antagoniste, dans une encoche pratiquée dans une tige ou glissière horizontale; si on suppose une seule armature abaissée, la glissière, sollicitée par un ressort, sera entraînée vers la roue des types, si son déplacement dans ce sens est limité par une butée; elle s'arrêtera à une distance fixe de l'axe des types chaque fois que le courant passera; en réalité, plusieurs armatures sont abaissées, et les déplacements de glissières correspondantes totalisés par l'une d'elles, et les amplitudes des déplacements individuels calculées de manière à produire un total différent pour chacun des types de la roue.

Pour une transmission à grande distance, la manœuvre du clavier sert à la perforation d'une bande analogue à celle de Wheatstone, mais comportant vingt rangées sur lesquelles les perforations peuvent être faites, plus deux rangées latérales utilisées pour l'enchaînement de la bande perforée. Cette perforation peut être produite par l'action de vingt poinçons actionnés par autant d'électro-aimants correspondant aux touches. La bande perforée passe dans un transmetteur contenant vingt petits leviers appuyant par des ressorts sur le papier; chaque fois qu'un trou passe devant un de ces ressorts, le pôle d'une pile se trouve, par le cylindre sur lequel sont enroulés le papier et le ressort, en rapport avec une touche d'un distributeur. Le moteur de ce distributeur est la roue phonique de M. Paul Lacour, dont le mouvement est régularisé par un diapason; à la station réceptrice, un distributeur synchronique du premier envoie le courant dans vingt relais qui ferment les circuits locaux des électro-aimants de l'imprimeur, semblable à celui qui a été décrit ci-dessus.

Les roues des types portent vingt-six types pour la première, onze pour la deuxième et la troisième, vingt-six pour la quatrième; ces nombres résultent du système sténographique de M. Michela, qu'emploie M. Cassagnes, et qui contribue à la rapidité des transmissions; les vingt touches du clavier sont réparties en quatre groupes, deux pour chaque main; le troisième groupe seul est employé pour les voyelles, et il n'y a jamais que deux touches de ce groupe en jeu, de même pour le deuxième groupe qui n'a à fournir que onze voyelles, et les vingt-six consonnes du premier et quatrième groupe peuvent être obtenues par l'abaissement simultané de trois touches au plus; le principe sténographique est celui-ci : une syllabe, où le produit d'une émission de voix peut toujours être représentée par deux consonnes suivies d'une voyelle et d'une nouvelle consonne; quelques-unes des consonnes pouvant manquer, l'abaissement de cinq touches sur chaque clavier permet donc de frapper une syllabe, et on peut arriver à frapper ces syllabes à peu près avec la rapidité de la parole.

La transmission par le câble à vingt fils permettra donc de reproduire immédiatement dans un rayon de 2 ou 3 kilomètres, et la transmission par le fil simple aura la rapidité de transmission des dépêches perforées à l'avance; de plus, les distributeurs peuvent être montés en multiple, et être divisés en trois secteurs correspondants; enfin, avec les relais convenables, on peut faire perforer aux récepteurs des bandes prêtes pour une translation, en même temps qu'ils impriment en caractères ordinaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'après les expériences faites sur la ligne de Marseille, avec un appareil triple, on a obtenu 400 mots à la minute, avec 180 tours à la minute.

On doit observer cependant que la notation phonétique de M. Michela, comme toutes les notations sténographiques, exige quelque expérience pour être lue rapidement, mais il suffit de quelques rapides corrections pour qu'une semblable bande puisse être livrée à un compositeur; la transmission est notablement ralentie quand l'orthographe est exigée.

DISPOSITIONS PARTICULIÈRES AUX GRANDS BUREAUX.

M. Picard substitue aux piles d'un grand bureau une machine dynamo.

Les deux pôles de la dynamo sont reliées à la terre par des résistances sur lesquelles on prend les courants passant dans les divers manipulateurs; on intercale d'ailleurs, pour éviter les courts circuits, des résistances de sûreté entre le manipulateur et la prise de courant, calculées de telle sorte que le courant ne dépasse pas un quart d'ampère, si la ligne est mise accidentellement à la terre près du manipulateur. Dans l'installation exposée, la machine est de 100 volts, et les résistances entre la machine et la terre de 5 ohms de chaque côté, ce qui représente une puissance de 1,000 watts pour la machine; mais au poste central de Paris, où il y a 400 lignes à desservir, on lui demande un débit de 15 à 20 ampères; le moteur, ayant en plus à desservir divers pareils Baudot, Hughes, etc., qui sont remontés automatiquement, a une force de 6 chevaux; on évalue à 10,000 éléments le nombre de ceux que cette installation permettrait de supprimer. Peut-être conviendrait-il de la compléter par l'emploi d'accumulateurs.

Parmi les appareils exposés se trouvait un dispositif de MM. Berthot et Lagarde, pour le remontage des appareils Hughes; ceux-ci sont placés de part et d'autre d'un arbre de transmission, actionnant un cliquet de remontage; celui-ci n'est en prise que lorsque le poids, en descendant, a fait basculer un levier mobile autour de l'axe du cliquet de retenue; ce levier bande le ressort qui écarte le cliquet de remontage de la roue; celui-ci s'engage dans les dents du rochet, le poids est relevé, et, en remontant, fait basculer le levier en sens contraire, ce qui dégage le cliquet et arrête le remontage.

XII

TÉLÉPHONIE.

TÉLÉPHONES.

Le téléphone Graham Bell est encore fréquemment employé sous sa forme primitive : aimant droit portant une seule bobine, enveloppé dans un étui en bois. M. Phelps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a recourbé l'aimant en forme de cercle pour servir de poignée, ou a associé dans le poneycrown six aimants recourbés en couronne dont les six pôles de même nom réunis forment le noyau de la bobine. M. Mildé, dans son poste dit *porte-montre*, recourbe l'aimant en escargot et M. Maiche règle l'aimant en l'assujettissant sur la cuvette par une partie filetée.

Une modification plus importante est réalisée dans le téléphone Siemens, usité en France pour la téléphonie militaire; l'aimant, en forme de fer à cheval ou de diapason, porte deux bobines, une à chaque pôle, placées en regard et très près du centre d'une plaque en fer-blanc d'assez grandes dimensions. M. Ader a augmenté très notablement la sensibilité du téléphone au moyen du surexcitateur; c'est un anneau de fer doux placé au-dessus de la plaque vibrante; l'aimant placé en dessous, de forme circulaire, a ses deux bobines placées comme dans le siemens. Le capitaine Zygang a cherché à rendre l'instrument très léger; la plaque-armature, en paillon d'argent, porte en son milieu un petit rectangle de 0 m. 015 d'épaisseur en tôle. Dans le téléphone Ochorowicz construit par M. Chateau, l'aimant a la forme d'un cylindre fendu suivant une génératrice, les bobines sont fixées sur les pièces polaires et enfermées dans une boîte plate formée de deux plaques de fer mince : l'une placée à la partie supérieure en regard des noyaux, l'autre en dessous, vissée sur l'aimant et percée de trous qui laissent passer les noyaux; ces deux plaques reliées par une couronne métallique forment une caisse de résonance. M. Hutinet emploie une disposition analogue avec deux membranes vibrant dans le champ de deux bobines à pôles opposés montées sur un aimant dont le développement extérieur forme poignée. M. Aubry dispose au milieu d'une caisse dont le fond est formé d'un disque de maillechort, et la paroi antérieure d'une membrane de fer-blanc, un aimant plat de forme annulaire, avec deux retours polaires radiaux portant les bobines, fixé sur le disque de maillechort par deux petits boulons de fer doux servant de noyaux aux bobines; l'ensemble en forme de montre est très ramassé et d'une grande sensibilité.

M. d'Arsonval emploie des aimants à pôles concentriques dont l'un porte la bobine; dans un modèle, un des pôles est terminé par un noyau cylindrique et est entouré par le second formant une cuvette; dans un autre, l'aimant à la forme d'un S à pôles conséquents, le noyau est implanté au centre, et les deux extrémités sont réunies par un pont muni d'un anneau en fer doux constituant l'autre pôle.

Dans le téléphone Sieur cet anneau n'est pas complet et le pôle présente deux épanouissements.

M. Pollard emploie neuf aimants groupés en trois séries superposées; les pôles intérieurs, tous de même nom, sont en contact avec un bloc central de fer doux traversé par le noyau de la bobine, et les pôles extérieurs sont reliés à un cylindre de fer doux sur lequel la plaque repose par sa périphérie; une manette permet de régler l'écart entre la plaque et le noyau central; l'appareil est destiné à la transmission particulièrement.

Imprimerie Nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le téléphone Colson la plaque est placée entre les pôles, l'un porte le noyau, l'autre, épanoui en forme d'anneau, est au-dessus de la plaque.

Les types d'Arsonval, Aubry, Pollard, Colson et Sieur sont construits par M. de Branville.

MM. Hutinet et Lagache exposent également des modèles avec un pôle *porte-bobine*, et l'autre influençant la plaque. Ces types constituent une classe de téléphones où le circuit magnétique est fermé par la membrane presque entière, au lieu de ne l'être que par une petite partie de celle-ci, comme dans le type Siemens.

M. Mercadier, sous le nom de *monotéléphone*, construit des récepteurs qui ne fonctionnent que pour un son d'une hauteur déterminée; les bords de la membrane sont libres, elle repose sur trois points de la circonférence nodale du son fondamental, ou du premier harmonique de la plaque vibrant sous l'influence d'une percussion centrale; elle est enfermée dans une caisse de résonance, portant deux tubes acoustiques au moyen desquels on écoute les vibrations en s'isolant des bruits extérieurs. On peut régler le son de la membrane en déplaçant un petit cylindre en cuivre le long d'un rayon.

MICROPHONES.

Les microphones exposés sont des microphones à contacts imparfaits, dérivés du type de M. Hughes; ces contacts sont multiples : cette combinaison paraît favorable à la netteté et permet d'employer des piles plus fortes.

La Société des téléphones emploie le transmetteur Ader avec des crayons de charbons formant une double grille entre trois baguettes de charbon fixées sur la planchette de sapin devant laquelle on parle, ce qui donne cinq circuits en quantité renfermant chacun quatre contacts; les crayons de forme cylindrique portent à leurs extrémités de petits tourillons passant librement dans des trous percés dans les traverses.

Transmetteur Maiche. — Deux séries de chacune cinq crayons cylindriques, en charbon à lumière, portées chacune par deux traverses en charbon fixées à la plaque vibrante; des plaquettes en ébonite, taillées en crémaillère, maintiennent l'écartement des crayons, et des réglettes en bois limitent leur jeu longitudinal.

Transmetteur Bréguet. — Sept blocs de charbon sont disposés au centre et aux sommets d'un hexagone régulier, et fixés par des boulons à la plaque vibrante; ils sont percés de trous dans lesquels s'engagent librement les extrémités de cylindres de charbon mobiles formant les rayons et les côtés de l'hexagone; le courant arrive par le centre et sort par un des sommets.

Le transmetteur Van Risselberghe a tous ses contacts, au nombre de huit, en quantité.

Le transmetteur Mandroux et Pecquet est double; quatre supports en charbon sont fixés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la planchette; un cylindre de charbon, mobile, repose par chaque bout sur deux de ces supports, les deux contacts sont traversés par le courant d'une pile; une seconde pile fournit le courant passant dans un second cylindre reposant sur les deux autres supports; ces deux courants se réunissent dans le primaire de la bobine.

Lagache. — Des petits barreaux de charbon légèrement inclinés sur la verticale sont enfilés à un bout dans une baguette de charbon, et reposent par l'autre extrémité striée sur une petite traverse en charbon; les baguettes sont séparées par des lames d'ébonite.

De Jongh. — Derrière la planchette verticale sont placées quatre rangées de quatre pastilles, et des petits cylindres de charbon horizontaux appuient chacun sur une paire de pastilles; ces cylindres sont supportés par des goupilles fixées sur un massif en bois derrière la planchette, massif qu'elles traversent obliquement.

Sieur. — La planchette verticale porte deux traverses à gorge, des cylindres de charbon suspendus par des agrafes en fil de fer disposés de manière à donner aux cylindres la pression convenable.

Abdank. — La planchette porte une plaquette de charbon, appuyant sur quatre pastilles reposant sur deux plans inclinés en charbon.

D'Arsonval et *Paul Bert.* — Microphone réglable, quatre charbons parallèles portant sur trois barrettes fixes; chaque crayon est entouré en son milieu par une petite feuille de fer-blanc; en regard un aimant, réglable avec une vis, agit sur cette enveloppe, pour diminuer ou augmenter la pression des charbons sur leurs supports; construit par M. de Branville.

MICROPHONES À POUDRES.

La compagnie qui exploite les brevets Bell aux États-Unis se sert de microphones à poudre de charbon entre deux lames minces de platine; le microphone porte une embouchure montée sur un col de cygne; on secoue l'appareil quand le tassement en a affaibli la sensibilité.

Microphone Mildé. — Une petite boîte de cuivre mince ondulé renferme des granules de coke, charbon de pile ou charbon à lumière; elle est percée sur ses faces de deux trous où pénètrent les charbons isolés d'elle par une feuille de papier, et en connexion avec les deux fils de pile; l'un d'eux est fixé à la plaque vibrante par une rondelle de liège. Dans un modèle militaire la plaque vibrante est métallique.

Le microphone Hipp est en usage dans l'armée suisse, et fonctionne sur le réseau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Brescia; avec les conducteurs ordinaires, et sans bobine, on peut l'entendre à 40 kilomètres: c'est une boîte isolante, remplie de poudre de charbon; sur les deux parois opposées sont placées deux lames de platine, où aboutit le courant; la boîte n'est pas complètement pleine.

Cet organe transmetteur est placé à l'intérieur d'un tuyau en bois portant une embouchure au fond de laquelle est une membrane de parchemin placée en avant du microphone; l'axe de l'embouchure est perpendiculaire à celui de la membrane.

M. Hutinet emploie simplement deux plaques de charbon séparées par une rondelle annulaire en feutre; les grains de charbon sont placés à l'intérieur de la rondelle.

M. Berthon, directeur de la Société générale des téléphones. — Une coupelle en ébonite est placée entre deux plaques de charbon, séparées par une bague en caoutchouc; elle est remplie de grenailles de charbon de cornue; en inclinant l'appareil, la grenaille presse contre la plaque supérieure et établit les contacts microphoniques; associé à un récepteur Ader, au moyen d'une poignée métallique, il constitue l'appareil usité dans les bureaux centraux de la Société des téléphones.

MICROPHONE À CONTACT MÉTALLIQUE.

M. Ader a proposé un nouveau type, destiné aux transmissions à grande distance par l'intermédiaire de bobines.

Un bloc de charbon est fixé à la planchette vibrante, un autre lui est relié par un cerceau non conducteur, mais les deux sont joints au pôle positif de la même pile; un bloc de cuivre, lié au pôle négatif, repose sur ces deux blocs de charbon et forme ainsi deux contacts microphoniques en dérivation. La bobine a un circuit secondaire contenant la ligne, et deux circuits primaires, formés par les fils de jonction du pôle positif aux deux charbons, qui sont enroulés en sens inverse sur son noyau.

APPELS.

Les postes microtéléphoniques, constitués par un microphone transmetteur et un ou deux téléphones récepteurs, sont pourvus d'un commutateur automatique, qui est le levier auquel est suspendu l'un des récepteurs; quand ce levier est abaissé, une sonnerie est dans le circuit de la ligne; quand il est relevé la sonnerie est hors circuit, et les bobines des récepteurs y sont introduites; en même temps le circuit du microphone est fermé. Un bouton d'appel sert à envoyer sur la ligne le courant de la pile de sonnerie, distincte ordinairement de la pile du microphone,

A la sonnerie trembleuse ordinaire le capitaine Zygang substitue une trompette électrique; c'est un trembleur dont l'armature est une plaque mince reposant par ses extrémités dans l'évidement d'un tube en laiton formant résonnateur.

Pour les longues lignes, dites *interurbaines*, MM. Van Rysselberghe et Sieur laissent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les bobines du téléphone constamment en circuit; sur le diaphragme de l'instrument appuie légèrement une pointe fixée à l'extrémité d'un pendule et dont le contact avec la membrane est très imparfait quand le diaphragme est agité. Ce contact est placé en dérivation sur le circuit d'une pile locale, la seconde branche de la dérivation passant dans une sonnerie, ou un parleur, ou un annonciateur; cette seconde branche reçoit presque tout le courant quand le diaphragme est en mouvement. L'appel se produit en fermant, au poste appelant, le circuit d'une pile contenant un vibrateur.

Lorsqu'on se sert de récepteurs et de transmetteurs téléphoniques, il y a souvent intérêt à supprimer complètement les piles et à produire mécaniquement les courants d'appel. L'appel Abdank-Abakanowicz est formé d'une bobine à noyau de fer doux, fixée à l'extrémité d'un ressort, assujetti par l'autre bout à un support fixe; cette bobine à l'état d'équilibre se trouve entre les deux pôles d'un fort aimant en fer à cheval; en l'écartant de cette position, où elle tend à revenir sous l'action du ressort, on lui fait décrire une série d'oscillations, déterminant dans la bobine autant de courants alternatifs; ceux-ci sont assez puissants pour actionner des sonneries, relais annonciateurs, à travers plusieurs centaines de kilomètres de fils télégraphiques.

M. Sieur emploie une petite machine magnéto-électrique Siemens dans le circuit de laquelle se trouve une roue interruptrice, ou bien un disque de bronze portant des goujons de fer à sa périphérie, et tournant entre les pôles d'un aimant muni de bobines; ce dernier appareil produit dans un téléphone récepteur un son intense qu'on perçoit à plusieurs mètres.

ANNONCIATEURS.

L'annonciateur est un signal optique persistant, indiquant qu'un appel a eu lieu, et qui doit être effacé quand on répond à l'appel; c'est un élément indispensable des bureaux centraux. Il consiste essentiellement en un disque mobile ou voyant, qui apparaît dans un guichet quand l'appel a lieu, ou démasque un numéro; ce disque est maintenu par un crochet solidaire de l'armature d'un électro-aimant, déclenché quand un courant est envoyé.

L'annonciateur de la Western Electric C° (U. S.) a deux électro-aimants horizontaux; la palette commune, mobile autour d'un axe horizontal, est articulée à la tige horizontale du crochet, dont le poids la maintient écartée du noyau à l'état de repos et qui se relève quand la palette est attirée, en laissant échapper le disque mobile autour d'un axe horizontal; celui-ci démasque un numéro correspondant à celui de l'abonné qui a appelé. La Société des téléphones emploie deux électro-aimants verticaux, un ressort pour maintenir le crochet abaissé quand la palette qui est dans son prolongement n'est pas attirée.

La chute du disque est utilisée pour fermer le circuit local d'une pile sur une sonnerie, lorsque le bout du disque tombant ne suffit pas à attirer l'attention.

L'annonciateur Sieur a un électro-aimant unique horizontal dont le noyau est muni

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de deux retours polaires verticaux, agissant sur la palette dont l'extrémité est bifurquée.

BUREAUX CENTRAUX.

Le bureau central où aboutissent toutes les lignes des correspondants doit être pourvu d'appareils permettant de mettre ceux-ci rapidement en relation, c'est-à-dire d'établir une connexion directe entre leurs lignes, ou d'indiquer à l'appelant si le fil de la personne appelée est libre. La WESTERN ELECTRIC C° exposait un panneau du meuble renfermant ces appareils, et des photographies du commutateur multiple destiné à desservir 6,000 abonnés à Chicago; et la SOCIÉTÉ DES TÉLÉPHONES, à côté des appareils déjà en usage, une portion du commutateur pour 3,000 abonnés, qui a fait le service de l'Exposition, dont les diverses parties étaient mises par ce bureau central en rapport avec le réseau de Paris.

Ces appareils sont, en principe, d'importation américaine, mais ont dû être modifiés pour être appropriés aux circuits à double fil, en usage actuellement à Paris et qui le seront probablement dans peu de temps partout où les progrès de l'emploi de l'électricité sous toutes ses formes amène, dans le service téléphonique, des perturbations auxquelles l'usage d'un circuit complet, fermé métalliquement, et non par la terre, peut seul remédier d'une manière radicale.

L'organe essentiel est le *spring-jack* ou commutateur à ressort; il est formé de deux blocs de cuivre séparés par une lame isolante; l'un est l'extrémité de la ligne d'un poste correspondant, l'autre communique avec l'annonciateur, monté en dérivation, soit sur la terre, soit sur le fil de retour; à l'état normal deux ressorts, portés chacun par un de ces blocs, portent sur un contact commun. Ces blocs sont percés de deux trous où l'on introduit les fiches de communication (dans celui de gauche) ou les fiches d'appel (celui de droite); une petite cheville d'ivoire appuyée sur le ressort fait saillie à l'intérieur de ces trous; en introduisant une fiche, cette cheville écarte le ressort et isole l'annonciateur.

Un tableau, desservi par une téléphoniste, comprend les annonciateurs, et au-dessous d'eux les jacks d'un nombre déterminé d'abonnés; ce nombre a été porté successivement, à Paris, de 25 à 49, puis à 80.

Après l'appel, accompagné de la chute de l'annonciateur, l'employé introduit une fiche d'appel, portée par un cordon souple aboutissant à l'appareil combiné, microphone et téléphone du bureau; il est alors en relation avec le poste appelant; après s'être enquis du numéro du correspondant demandé, il retire la fiche d'appel et place dans les trous de gauche des jacks des deux correspondants les extrémités d'un cordon souple conducteur portant une fiche à chaque bout, introduit la fiche d'appel dans le trou de droite du jack de l'appelé, et, pressant sur un bouton d'appel, avertit ce second correspondant. Si les deux correspondants n'appartiennent pas au même groupe, la mise en communication est un peu plus compliquée; il faut faire usage de conjonc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs reliant les différents tableaux, ce qui retarde la communication. L'employé peut s'assurer en introduisant la fiche d'appel dans le jack d'un des correspondants, et en dérivant ainsi une partie des courants dans son téléphone, que la conversation est terminée, alors même que l'on aurait oublié de faire jouer la sonnerie qui doit l'indiquer.

La division d'une ville en régions desservies chacune par un bureau central, relié par une ou plusieurs lignes auxiliaires aux autres bureaux centraux, a l'inconvénient d'augmenter beaucoup le temps nécessaire pour établir la communication entre deux abonnés; aussi y a-t-il intérêt, dès que le service est chargé, à réduire le nombre de ces bureaux et même à n'avoir qu'un bureau central, dans lequel chaque employé, étant chargé d'un groupe d'abonnés, peut néanmoins donner à chacun la communication avec tous les abonnés du réseau; il faut qu'il ait, par conséquent, sous la main autant de jacks qu'il y a d'abonnés; le fil de chaque abonné doit être desservi par autant de jacks qu'il y a de groupes; il est très intéressant de réduire autant que possible la dimension de chaque jack pour pouvoir en loger le plus grand nombre possible dans l'espace que peut atteindre facilement le bras d'un ou de deux employés associés; ce problème est encore plus difficile à résoudre quand le réseau est à double fil comme celui de Paris; les fiches sont plus compliquées de construction. Sous la direction de M. Berthon, la Société des téléphones a construit le commutateur multiple dont il a été parlé ci-dessus, et qui n'exige pas un espace plus grand que les commutateurs à fil simple; sa disposition permet à l'employé (une femme, pour le service de jour au moins) de rester assis.

Les organes du commutateur de M. Sieur ont une forme différente. Son commutateur à crochet se compose d'un crochet à ressort et d'une clef métallique qu'on introduit entre le crochet et une semelle métallique sur laquelle le ressort est fixé; pour les circuits à double fil, le commutateur a deux crochets, et la clef divisée en deux parties séparées par une lamelle isolante; avec un cordon souple réunissant deux clefs, on peut faire les mêmes opérations qu'avec le cordon souple réunissant deux fiches de l'appareil de la Société des téléphones.

Pour conserver en dérivation ou pour couper à volonté les relais des annonciateurs, on se sert d'un commutateur à deux crochets, montés sur la même semelle; celui de gauche, au repos, ferme un contact sur le circuit dérivé de l'annonciateur; l'interposition de la clef sur le crochet de droite laisse l'annonciateur en dérivation, sur le crochet de gauche elle rompt ce circuit dérivé; on atteint le même but sur les circuits à double fil avec un commutateur formé de trois crochets à ressort, et une clef double. Enfin un commutateur, formé de quatre crochets et actionné par un groupe de deux clefs doubles, sert à mettre en ligne l'appareil microphonique portatif dont se servent les opérateurs d'un bureau central; deux crochets et la clef correspondante établissent le courant de pile dans le microphone, les deux autres mettent le récepteur du téléphone sur la ligne double.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'Administration des postes et télégraphes a établi quelques bureaux centraux munis de ces appareils.

Un commutateur automatique est exposé par M. Bartelous (Belgique); il est destiné à transmettre à un bureau central les appels des postes, à fournir à ce bureau les moyens d'appeler les postes et de les mettre en communication entre eux; il constitue donc un bureau secondaire automatique. Un disque métallique percé d'une ouverture en son centre porte des ressorts radiaux en communication avec les postes desservis; à leur extrémité périphérique ces ressorts sont isolés du disque; à l'état de repos ils appuient sur une saillie circulaire que porte le disque vers le milieu de son rayon; les extrémités libres ou internes portent une petite fourchette, le disque est relié au bureau central, avec lequel tous les postes se trouvent ainsi en rapport tant que la fourchette n'a pas été relevée; deux axes situés dans le prolongement l'un de l'autre, et perpendiculaires au disque, portent chacun une aiguille qui, en tournant, vient soulever l'une ou l'autre des dents de la fourchette, suivant qu'elle appartient à l'un ou l'autre des axes; ceux-ci sont reliés au bureau central chacun par un fil, de sorte que la communication avec ce bureau a lieu à volonté par l'une des trois lignes : celle du disque commune à tous les postes, et les deux lignes des axes qui ne sont occupées que par un poste. Les aiguilles sont manœuvrées du bureau central même par une quatrième ligne, dans le circuit de laquelle sont installés deux électro-aimants polarisés, actionnant chacun un rochet monté sur l'un des axes; à chaque émission positive ou négative, correspond une rotation d'un cran de l'un ou l'autre rochet et de l'aiguille correspondante; le bureau central appelé par un poste peut donc se mettre en relation directe avec lui par un fil ne passant pas par le disque et, inversement, l'appeler.

La marche de l'appareil peut être contrôlée du bureau central; à cet effet deux des ressorts ne sont pas isolés du disque et n'ont chacun qu'une demi-fourche, de manière à être actionnés seulement par une des aiguilles; au moment où l'aiguille soulève le ressort, un circuit est établi par la ligne du disque et celle de l'axe correspondant, entre le poste central et l'appareil; en intercalant un galvanomètre et une pile dans le circuit on peut constater la fermeture de ce circuit.

Dans cette disposition les divers postes constituent autant de dérivations de la ligne joignant le bureau central au secondaire; d'autres dispositifs sont adoptés pour des postes embrochés sur la même ligne; la Société des téléphones emploie le procédé Ducousso, par courants positifs ou négatifs lorsqu'il y a deux postes; M. Ader appelle quatre postes embrochés sur la même ligne, avec fil de retour par le dispositif suivant: le circuit est mis à la terre entre les deux premiers et les deux derniers postes; le bureau central dispose de quatre combinaisons; il peut successivement mettre en relation avec le pôle positif ou négatif d'une pile (dont l'autre est à la terre) l'une ou l'autre des extrémités du circuit; un courant envoyé dans ces conditions ne passe que dans les relais des deux postes qui sont du côté attaqué de la prise de terre et un seul de ces deux relais fonctionne suivant le sens du courant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Sieur agit avec des relais de sensibilités différentes et des courants positifs ou négatifs pour actionner le même nombre de postes.

M. Van Rysselberghe embroche jusqu'à douze postes sur un même circuit avec une seule pile, divisée en deux moitiés, une à chaque extrémité de la ligne produisant un courant continu de 10 à 20 milliampères, passant à travers les clefs, les relais et les appareils téléphoniques, quand ceux-ci sont mis en circuit par la manœuvre du commutateur ordinaire; les relais agissent sur les sonneries par interruption de courant; ils restent en circuit quand le crochet du commutateur est soulevé, de sorte que l'on peut continuer à appeler le correspondant après avoir porté le téléphone à l'oreille. Si l'une quelconque des clefs d'appel est abaissée, toutes les sonneries marchent et un poste quelconque peut entendre ce qui se dit sur la ligne.

Des condensateurs d'un demi-microfarad sont placés en dérivation sur tous les relais, formant ce que M. Rysselberghe a appelé *un système auto-conducteur* grâce auquel, pendant que deux postes parlent, les autres peuvent s'appeler et correspondre par signaux Morse, sans gêner les premiers, pourvu que ceux-ci arrêtent leur sonnerie locale.

Dans le même ordre d'idées, on doit signaler encore l'appel direct de M. Berthon, qui permet à deux abonnés d'un réseau ayant des communications fréquentes de ne pas demander la communication du bureau central; les deux abonnés sont reliés par un double fil sur les deux branches duquel est mis en dérivation le relais de l'annonciateur au bureau central; l'abonné a deux boutons d'appel : l'un met un des pôles de sa pile d'appel, sur l'un des fils, et l'autre pôle à la terre, il sert à l'appel du correspondant, dont la sonnerie a une borne à la terre; l'autre bouton met un pôle sur chaque fil et agit sur l'annonciateur du bureau central.

Dans des installations domestiques, M. Mildé dispose le commutateur de manière que tous les postes soient en tension sur le circuit au repos, et que, pendant la conversation, les postes correspondants soient en dérivation; l'appareillage est alors d'une grande simplicité.

Le système Van Rysselberghe, exploité par la Compagnie de téléphonie et de télégraphie internationales, a pour but la transmission par les mêmes fils des courants téléphoniques et télégraphiques. Il est appliqué sur un grand nombre de lignes interurbaines, en Suisse, en Autriche, en Allemagne, en Espagne et en Amérique; en France, on l'a appliqué aux lignes Paris-Rouen, Paris-Le Havre, Paris-Lille, Paris-Reims, Rouen-Le Havre et Rouen à Louviers et Elbeuf.

Le principe consiste à augmenter assez la durée d'établissement du régime du courant télégraphique, pour que des variations n'agissent plus sur un récepteur téléphonique; un condensateur en dérivation et des bobines à noyau de fer embrochées sur la ligne avant l'appareil télégraphique ajoutent leurs effets à cet égard; ces bobines sont les *graduateurs*.

De plus, un condensateur dit *séparateur* isole le récepteur téléphonique du circuit télégraphique; il est unique si le circuit est fermé par la terre ou double s'il est à deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fils. Le téléphone récepteur n'est jamais parcouru par le courant de ligne; l'appel est fait au moyen de l'appareil Sieur. Ces appareils retardateurs sont sans influence sur le trafic télégraphique, au moins quand on ne se sert pas d'appareils très rapides.

M. Maiche a proposé d'employer comme bobine d'induction une bobine à deux fils induits, l'inducteur appartenant au circuit microphonique; le circuit télégraphique se bifurque dans ces deux fils, prolongement des deux fils de ligne; ceux-ci propagent des courants de même sens dans la ligne et de sens inverse autour de la bobine. Ces deux fils servent de fils d'aller et de fil de retour pour les courants téléphoniques qui se font en sens inverse dans chacun d'eux. Ce système a été essayé en France, sur des lignes souterraines et sur des lignes aériennes, en 1885, dans des conditions qui n'ont pas été portées à la connaissance du jury (voir les transmissions diplex Edison en télégraphie).

M. Mercadier expose divers systèmes de transmission multiple fondés sur l'emploi du récepteur qu'il a nommé *monotéléphone* (voir plus haut).

Dans l'un le transmetteur est un radiophone au sélénium, sur lequel tombe un faisceau lumineux intermittent. Les intermittences sont réglées par un disque en tôle mince, présentant quatre séries d'ouvertures réparties suivant autant de circonférences concentriques; ces ouvertures sont respectivement au nombre de 36, 45, 54, 64, et la vitesse du disque, environ 11 tours par seconde. Les variations de résistance du sélénium sous l'action de la lumière déterminent dans un circuit des variations d'intensité de même période; si l'on embroche sur ce circuit quatre monotéléphones accordés pour les périodes correspondantes aux quatre séries d'ouverture, chacun d'eux entrera en vibration. Au-devant du radiophone sont disposés quatre écrans mobiles; chacun d'eux en s'abaissant interrompt le faisceau lumineux correspondant à l'une des séries d'ouvertures, et, par suite, le son du récepteur correspondant; si le mouvement de l'écran est fait suivant le rythme de l'alphabet Morse, le récepteur passera par des alternatives de silence et de bruit, répétant la cadence des signaux; les quatre récepteurs étant indépendants, puisqu'ils n'obéissent qu'à des impulsions de périodicités différentes, les signaux envoyés simultanément par les quatre écrans seront perçus séparément.

Le transmetteur peut être remplacé par un radiophone thermique, composé d'un microphone ordinaire dont la plaque vibrante noircie est placée sous une lame de verre, de manière à former une chambre à air close, sur laquelle agit un faisceau calorifique intermittent.

Enfin, en se rapprochant encore plus des expériences d'Elisha Gray, M. Mercadier emploie quatre transmetteurs formés chacun d'un électro-diapason associé à un microphone; les circuits secondaires des bobines de ces microphones sont embrochés sur la ligne; les manipulateurs sont des clefs de Morse qui ouvrent et ferment les circuits primaires des microphones.

Le phonoplex d'Edison est aussi une association sur la même ligne de récepteurs télégraphiques et téléphoniques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque poste comprend, pour le télégraphe, une clef, un relais ordinaire et un condensateur placé en dérivation sur le relais et la clef; les appareils phoniques sont plus nombreux; un manipulateur agit sur un parleur dont la palette oscille entre deux butoirs, reliés par une résistance; la palette ferme par son contact avec l'un ou l'autre butoir le circuit d'une bobine contenant un noyau de fer, et sur lequel un condensateur est placé en dérivation.

Le fil de ligne part de la clef, passe dans la bobine et ensuite dans les bobines d'un téléphone, avant de sortir du poste; la pile de la bobine forme avec l'armature une partie d'un circuit en dérivation sur la ligne aux extrémités de la bobine. En abaissant la clef du manipulateur qui ferme le courant du parleur, l'armature est arrachée d'un des butoirs, le courant de la bobine est interrompu; l'extra-courant, renforcé par le condensateur, est lancé sur la ligne et pourra faire parler les divers téléphones embrochés et transmettre des signaux phonétiques.

PHONOSIGNAL.

M. Ader a proposé d'employé le téléphone comme instrument récepteur pour les longs câbles. A l'arrivée, l'extrémité du câble est mise en communication avec un trembleur dont le mouvement est entretenu par une pile locale; chacun des deux butoirs entre lesquels oscille l'armature est relié à un téléphone dans le circuit duquel est une pile; la pile correspondante au butoir de gauche a son pôle positif à la terre, l'autre son pôle négatif; le courant du câble, s'il est positif, renforce le courant dans le téléphone de gauche, l'affaiblit dans celui de droite; on cherche à régler les piles de manière à rendre à peu près nul le courant dans le téléphone où il est affaibli, de sorte que les émissions positives renforcent le son du téléphone de gauche, produisent le silence dans le téléphone de droite, et inversement.

Pour permettre d'apprécier plus facilement le côté où le son est renforcé, M. Ader divise le courant du câble entre deux trembleurs de sons différents.

On peut encore monter ces deux téléphones et les armatures des trembleurs sur un pont de Wheatstone dont ils forment deux branches; les deux autres branches sont formées de résistances de réglage; l'une des diagonales contient une pile et une résistance, et enfin, la seconde diagonale va à la terre et une pile peut y être intercalée pour contre-balancer les effets des courants telluriques et amener au silence l'un des deux téléphones.

Cette disposition a été essayée sur la ligne de Paris à Marseille, en ayant soin de décharger la ligne après chaque émission par un courant plus faible de sens contraire; les signaux étaient suffisamment nets avec des courants de 1/7 de milliampère dans les téléphones.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XIII

PHONOGRAPHES.

Le graphophone de M. Charles Summer Tainter ne diffère pas essentiellement du phonographe primitif d'Edison comme disposition générale; on y retrouve un diaphragme ou membrane vibrant sous l'influence de la parole, portant un outil laissant une inscription sur un cylindre qui se meut devant le porte-membrane d'un mouvement hélicoïdal; mais ici le cylindre, au lieu d'être recouvert d'une feuille d'étain où le style inscripteur ne produit que des gaufrages, est recouvert d'ozokérite dans laquelle l'outil creuse un sillon, en enlevant de véritables copeaux; de plus le parleur est distinct du récepteur; il est composé comme lui d'une membrane et d'un style qui, parcourant le sillon creusé par l'outil du récepteur et dont la profondeur varie d'un point à l'autre, fait reproduire à la membrane à laquelle il est fixé le son émis dans le récepteur.

Le cylindre est formé d'une feuille de papier très léger, ou plutôt formé par l'enroulement sur un mandrin et à joints recouverts d'une série de bandes; la cire fossile ou ozokérite est étendue à chaud sur ce papier et privée de bulles d'air par passages répétés dans un moule chauffé au bain-marie, qui lui donne une forme parfaitement régulière; le cylindre est ensuite enfilé à frottement dur sur deux manchons dont l'un, mobile par une vis, permet de le retirer facilement. L'arbre de l'autre manchon reçoit, au moyen d'une poulie folle et d'un rochet, son mouvement d'une pédale par l'intermédiaire d'un régulateur à force centrifuge; l'axe de ce régulateur porte deux poulies, l'une folle, commandée par la pédale, l'autre calée, qui mène le cylindre par une courroie; deux disques garnis de cuir, l'un solidaire de la poulie folle, l'autre calé à rainure et à languette sur l'arbre, sont pressés l'un contre l'autre par un ressort à boudin entourant cet arbre, ce qui assure l'entraînement; ce dernier disque porte le manchon d'un régulateur à force centrifuge qui écarte les disques et fait cesser l'entraînement dès que la vitesse dépasse la vitesse normale; une vitesse de 160 tours pour le cylindre de papier peut être ainsi maintenue à 2 p. 100 près.

Le récepteur est un large diaphragme de mica serré par sa garniture devant une plaque sur laquelle arrive l'onde sonore; cette plaque est percée de trous disposés circulairement autour d'un cône central sur lequel l'onde sonore émise se brise et est renvoyée à travers les trous sur la feuille de mica; le style fixé à cette feuille est très aigu et creuse un sillon dont la profondeur atteint un quart de dixième de millimètre. La plaque qui porte le diaphragme porte aussi un brunissoir qui passe sur le cylindre avant la pointe du style. Tout le bâti de la membrane est porté sur une vis commandée par une roue engrenant avec une autre placée sur l'axe du manchon; la membrane peut être enlevée après l'inscription, et le parleur lui être substitué. Ce parleur est une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

membrane de mica, au centre de laquelle est relié, par un fil de soie, un style très fin; le style et le fil sont protégés par un tube fixé à l'enveloppe de la membrane, qui porte aussi un tube acoustique bifurqué qu'on applique sur les deux oreilles.

Tous les détails sont étudiés pour substituer facilement le récepteur au parleur et *vice versa;* une fois le parleur fixé sur la vis, il suffit de faire mouvoir la pédale pour obtenir une reproduction parfaitement nette de la parole ou du chant; l'intensité est seulement un peu faible, si on n'a pas soin d'appliquer les extrémités du tube acoustique dans les oreilles.

Le phonographe d'Edison a été considérablement perfectionné par l'emploi du même principe. Le cylindre creux, sur lequel se fait l'inscription, est en cire, d'une longueur de 0 m. 115 et de 0 m. 05 de diamètre, de 0 m. 003 à 0 m. 004 d'épaisseur; il tourne à 60 tours par minute pour la parole, et à 100 tours pour la musique. Ce cylindre, dit *phonogramme,* est emmanché à frottement doux sur un manchon recevant son mouvement d'un axe fileté placé dans son prolongement, lequel tourne sur lui-même sans avancer comme dans le phonographe primitif; un chariot, mobile le long d'une tige parallèle à l'axe, porte un bras terminé par quelques filets de vis, qui forme écrou sur l'axe fileté et avance d'un quart de millimètre par tour de l'arbre; sur ce chariot sont placés le parleur, le récepteur, un outil pour tourner le cylindre de cire et une plaque portant une embouchure sous laquelle on introduit les membranes de l'un ou l'autre instrument.

La membrane réceptrice, en verre dans le dernier modèle, porte en son centre un petit couteau en acier; ce couteau est assujetti par une vis au levier diamétral, dont un bout appuie sur un bloc de caoutchouc qui, par son élasticité, sollicite le couteau à s'éloigner du cylindre. La membrane est légèrement bombée au repos; sa sensibilité est réglée par un ressort appuyant sur l'autre bout du levier près de l'outil et par l'intermédiaire d'une pastille de caoutchouc; cette tension de la membrane a pour effet d'appuyer l'outil sur le cylindre de cire qu'il ne doit jamais quitter.

Le parleur a une membrane en baudruche ou en soie serrée sur ses bords comme tous les diaphragmes entre un anneau et fond fileté; un caoutchouc central la relie au fil parleur; celui-ci est un ressort fixé à l'anneau et portant à son extrémité une pointe mousse moins large que les sillons tracés par le couteau du récepteur, sillons dans lesquels elle doit pénétrer jusqu'au fond.

La qualité du son paraît dépendre de la dureté de la cire ou plutôt du mélange de cire et de résine; le son est plus fort, mais la parole moins nette avec un mélange un peu mou; quant à la musique, elle est reproduite avec une intensité surprenante.

Le moteur employé est électro-magnétique : un régulateur à force centrifuge, qui rompt le courant dès que la vitesse est trop grande, et que deux ou trois éléments de pile suffisent à actionner.

M. Hammer a fait entre New-York et Philadephie une expérience remarquable avec cet appareil; la parole émise dans l'instrument, répétée par lui devant un transmetteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

téléphonique, fut transmise à travers 180 kilomètres de fil télégraphique, dont 10 sous-fluviaux, à un motographe ou relais d'Edison, faisant mouvoir une tige implantée sur un diaphragme, reçue par un second phonographe, répétée par lui et retransmise de nouveau par le même procédé dans une salle de conférence où elle arriva sans altération sensible, malgré ces nombreuses transformations.

XIV

APPLICATIONS AUX CHEMINS DE FER.

MANOEUVRE DES SIGNAUX-CLOCHES.

Sur le réseau du Nord, on emploie exclusivement la cloche Siemens; celle-ci est actionnée par un treuil portant à une extrémité une roue pleine en fonte, garnie de dents, destinées à faire osciller un marteau unique, qui frappe intérieurement contre un timbre, et donne une série de six coups simples à chaque déclenchement; un électro-aimant, dont l'armature porte un doigt, déclenche le mécanisme à chaque émission de courant : le même électro-aimant déclenche en même temps un signal optique; c'est un bras semblable à celui des sémaphores, qu'un fort ressort tend à maintenir horizontal et qui doit être réenclenché à la main dans la position verticale; le signal optique se fait même quand le poids moteur du treuil est à bout de course. Le courant est produit par un inducteur, composé d'une grosse bobine qu'on peut faire tourner entre les branches de douze aimants; un demi-tour de manivelle suffit pour déclencher toutes les cloches d'un groupe.

Le répétiteur de cloches indique au personnel des cabines d'enclenchement la provenance des trains annoncés par les cloches; c'est un relais polarisé, qui actionne une sonnerie et fait apparaître un voyant ou un autre dans un guichet suivant le sens du courant.

Sur le P.-L.-M., le système Leopolder est appliqué à la voie unique; les cloches, forme Leopolder ou Siemens, sont actionnées par des piles, produisant un courant permanent dans la ligne, et les signaux sont faits généralement au moyen d'un commutateur à poussoir, et quelquefois au moyen d'un annonciateur automatique, qui les produit en observant rigoureusement, tant entre les coups de cloche qu'entre les séries de coups, l'intervalle réglementaire; c'est une boîte à musique dont le cylindre tournant porte des goupilles interrompant le courant chaque fois qu'elles rencontrent un petit levier placé sur un chariot curseur. Pour envoyer un signal, on amène le curseur en regard d'un chiffre correspondant au signal et, avec une manivelle, on remonte le cylindre de l'appareil, qui se met à tourner en sens inverse sous l'influence d'un ressort de barillet, en produisant le nombre voulu d'interruptions de courant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISQUES.

Le moteur électro-mécanique de MM. G. Dumont et Postel-Vinay est destiné à la manœuvre électrique des signaux et des disques en particulier. La voie est libre tant que le courant passe dans les bobines du moteur; dès que le courant est interrompu, l'armature d'un électro-aimant, en se déplaçant, déclenche le mécanisme qui fait faire un quart de tour à l'arbre du disque, et ferme la voie; une nouvelle fermeture du circuit ouvre la voie. L'appareil peut fonctionner avec des éléments Leclanché.

L'arbre du moteur, qui commande par une poulie et une chaîne celui du disque, porte deux cames actionnées par les dents d'une roue, à axe horizontal, qui porte cinq dents; la distance des deux cames est le diamètre de la roue, les deux cames ne sont jamais en prise en même temps, les profils des dents et des cames sont tels que la came supérieure étant en prise par exemple, un mouvement d'un dixième de tour de l'arbre horizontal produit un mouvement d'un quart de tour du disque; la came supérieure échappe à la dent qui la conduit, la came inférieure se trouve en prise; un nouveau mouvement dans le même sens de l'arbre horizontal produira un mouvement d'un quart de tour du disque en sens contraire. Il faut donc que la fermeture et la rupture du circuit déterminent un mouvement toujours du même sens et d'un dixième de tour de l'arbre horizontal.

A cet effet celui-ci porte un treuil à encliquetage sur lequel s'enroule une corde au bout de laquelle est attaché un poids moteur, et une roue à dix dents trapézoïdales qui servent à relever un contrepoids, dégagé à chaque déclenchement et permettant à l'arbre de faire un dixième de tour; le contrepoids relevé cale tout le système. L'échappement de ce contrepoids est déterminé par des leviers actionnés par l'électro-aimant.

L'armature de l'électro-aimant porte deux crochets pouvant être mis en prise avec deux leviers légers; l'un est en prise quand l'armature est attirée, l'autre quand elle est écartée; ils tendent tous deux à s'écarter de la position d'enclenchement, et sont réenclenchés par des goupilles placées alternativement sur les deux faces de la roue à dix dents. L'arbre sur lequel pivotent ces leviers est entaillé; quand le levier se relève, l'entaille se présente devant un bec solidaire du contrepoids et le laisse passer; quand le levier est enclenché, le bec repose sur la partie ronde de l'arbre, et se trouve ainsi retenu. D'un autre côté la roue à cinq dents porte sur une de ses faces dix becs en bronze qui viennent s'appuyer tour à tour sur la partie ronde de l'arbre du contrepoids calant, entaillé comme l'arbre des leviers; quand le contrepoids s'abaisse, l'entaille se déplace et laisse passer le bec de la roue.

Si donc on suppose le disque à l'arrêt, l'électro-aimant inactif, un des leviers est relevé, l'autre est retenu par le crochet correspondant de l'armature : pour ouvrir le disque, on ferme le circuit, le levier est dégagé, se relève, le bec du contrepoids est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dégagé, celui-ci tombe et son arbre laisse passer un des becs de la roue à cinq dents; l'arbre horizontal entraîné par le moteur fait un dixième de tour et le disque est ouvert; la roue à dix dents tourne de la même quantité et l'une de ses dents relève le contrepoids, dont l'arbre vient présenter sa partie non entaillée au bec suivant de la roue à cinq dents et l'arrête; l'une des goupilles de la roue à dix dents abaisse le deuxième levier, le met en prise dans le crochet correspondant de l'électro-aimant, et l'arbre de ce levier cale à son tour le contrepoids relevé, le disque est ouvert, tout le système immobilisé jusqu'à la rupture de courant qui, faisant tourner encore d'un dixième de tour l'arbre horizontal, fera mouvoir le disque en sens inverse et le mettra à l'arrêt.

Dans l'appareil construit sur ce principe, chaque manœuvre entraîne une chute de 0 m. 03 environ du poids moteur; si celui-ci est mouflé, la chute n'est que moitié et une hauteur de chute de 3 mètres correspond à deux cents manœuvres environ; lorsque le poids est à fin de course, le circuit est automatiquement rompu. La sonnerie du contrôle, qui tinte tant que le disque est à l'arrêt, avertit le personnel.

M. Aubine (P.-L.-M.) a étudié un appareil analogue, dont le modèle était exposé par la Compagnie P.-L.-M., et destiné à être annexé à un appareil automatique provoquant la mise à l'arrêt du disque après le passage d'un train, par des moyens purement mécaniques.

Dans cet appareil, comme dans les précédents, l'arbre d'un treuil est rendu solidaire, par un cliquet, d'une roue montée sur le même axe, et munie de deux plateaux portant chacun cinq doigts de butée et autant de cames. Les doigts de butée reposent sur des axes à encoches qui arrêtent le mécanisme dans une position et le laissent défiler dans une autre. Les cames agissent par des galets sur des leviers reliés au disque par des câbles. Les déclenchements de l'appareil sont produits par une fourche montée sur un arbre, qui oscille sous l'action d'un électro-aimant; les becs de cette fourche maintiennent au repos des leviers armés de contrepoids fixés sur les arbres à encoche.

Un organe spécial, appelé *distributeur interrupteur,* est destiné à empêcher un courant accidentel de passer dans les bobines, quand le disque est à l'arrêt, et lui donne une stabilité parfaite.

L'exposition de M. Mors renfermait un appareil du même genre construit sur les indications de M. Rodary, avec dispositions accessoires, tendant également à remettre le signal à l'arrêt en cas d'ébranlement fortuit, ou de la rupture du câble du poids moteur, ou dans le cas où celui-ci n'aurait pas été remonté.

APPAREILS DE CONTRÔLE.

Contrôleur électrique d'aiguille Chaperon (État et P.-L.-M.). — Un axe porte d'un côté un contrepoids, de l'autre une chape portant une tige, qui passe librement dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un trou percé dans l'âme du rail, à 0 m. 04 de la pointe de l'aiguille; quand celle-ci s'applique sur le rail, le contrepoids s'élève en imprimant à l'arbre un mouvement de rotation; cet arbre porte à l'une de ses extrémités une plaque d'ébonite sur laquelle est fixée une lame d'argent formant un circuit entre deux ressorts isolés, dès que l'aiguille quitte le rail. La sonnerie actionnée par le courant tinte pendant la manœuvre et continue à tinter tant que l'aiguille n'est pas revenue à sa position normale.

L'appareil est légèrement modifié s'il s'agit d'une aiguille livrant passage indifféremment dans les deux sens, de manière que la sonnerie se fasse entendre pendant le passage d'une position à l'autre. Le répétiteur d'aiguille indique au poste de manœuvre quelle direction a été donnée; à cet effet chaque lame actionne un contrôleur et, suivant la direction, ferme un courant positif ou négatif, quand l'aiguille est appliquée sur le rail; ces courants actionnent un appareil récepteur et font incliner, suivant leur sens, une aiguille indicatrice. L'absence de courant causée par une manœuvre en cours d'exécution, ou incomplète, laisse fermé le circuit d'une sonnerie locale, circuit qui est au contraire ouvert par un relais dès que le courant passe.

Les positions des disques sont contrôlées par un appareil fermant le circuit d'une sonnerie quand le disque est à l'arrêt; ou bien par le jeu d'un répétiteur ou signal miniature; le disque miniature est fixé à la partie inférieure d'une tige équilibrée par un contrepoids, solidaire de l'armature d'un électro-aimant, armature mobile autour d'un axe horizontal passant par son centre.

Pour les signaux de nuit, il est utile, en outre, de savoir si les lanternes sont allumées; la Compagnie P.-L.-M. emploie dans ce but un photoscope dû à M. Jousselin; c'est un thermomètre bimétallique, qui se courbe quand il est échauffé par la lampe et vient établir alors un contact, fermant le circuit de la sonnerie ou de l'appareil répétiteur. Un disjoncteur robuste, porté par la lanterne elle-même, coupe le circuit de jour et y introduit la lame bimétallique, quand la lanterne est remontée.

PÉDALES. — CONTRÔLE DES TRAINS EN MARCHE.

Les pédales sont destinées à fermer un circuit lors du passage des trains; le courant peut actionner ou un avertisseur placé près d'un passage à niveau, ou un appareil enregistreur.

La pédale Aubine est placée parallèlement au rail, et montée sur un axe perpendiculaire à celui-ci et portant un levier coudé; l'un des bras agit sur un verrou qui immobilise la pédale pendant le passage du train; la pédale est ensuite remise en place par un basculeur à mercure. Un réservoir, divisé en deux compartiments communiquant par un robinet, est porté à l'extrémité d'un arbre, dont l'autre porte une came qui pousse le verrou et en dégage le levier au moment convenable. L'armature du robinet est réglée de manière que le train ait le temps de passer avant que le poids

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du mercure écoulé produise le mouvement de bascule qui doit remettre la pédale dans sa position première.

La pédale Chaperon est une trembleuse; une masse métallique portée par un ressort est normalement en contact avec les parois d'une boîte métallique fixée sur une plaque en tôle assujettie au rail par les boulons d'éclisse; un courant continu traverse l'appareil; il est interrompu par les trépidations lors du passage d'un train et fait tinter une sonnerie au passage à niveau; la première interruption fait tomber le volet d'un annonciateur et ferme le circuit d'une pile locale voisine de la maison du garde, jusqu'à ce que celui-ci ait relevé le volet.

La pédale de MM. Couard et Paget est conçue dans le même ordre d'idées; une boîte en cuivre contenant un ressort appuyé sur un contact métallique est placée sous le patin du rail. Ces trois pédales sont employées sur le réseau P.-L.-M.

Sur les chemins de fer de l'État, la pédale est constituée par un levier dont les bras sont dans le rapport de 1 à 10. L'extrémité du petit bras porte sous le rail et est maintenue par le grand bras qui fait contrepoids; le passage d'un train fait fléchir le rail et relever le grand bras; ce mouvement ferme un contact.

Ces appareils peuvent servir à contrôler la vitesse d'un train; on en établit deux ou un plus grand nombre, chacun envoyant un signal.

Dans le système du chemin de fer de l'État, les deux pédales, placées à 200 mètres l'une de l'autre, agissent sur un récepteur Morse dont le mouvement d'horlogerie a une vitesse uniforme et connue. Le premier signal débraye le mouvement, le second l'embraye; de plus, le premier ferme le circuit d'une pile locale qui détermine l'impression; on obtient ainsi des traits dont la longueur est proportionnelle au temps mis par le train à parcourir les 200 mètres.

Sur le P.-L.-M., chaque émission de courant fait mouvoir un marteau dont la tête métallique vient frapper sur un papier préparé chimiquement, enroulé sur un cylindre d'appareil enregistreur à mouvement hélicoïdal, ou bien, comme dans les enregistreurs Richard, fait mouvoir une plume qui marque à l'encre un trait continu sur une bande de papier se déroulant d'une manière uniforme.

Ces pédales sont remplacées sur le réseau du Nord par des crocodiles imaginés par MM. Lartigue et Forey; ce sont des contacts fixes placés dans l'axe de la voie et mis à la terre par des brosses fixées à la machine dès qu'un train passe au-dessus d'eux. On les utilise pour déclencher automatiquement le frein à vide lorsque la machine atteint un disque à l'arrêt. En les dédoublant ou les fendant transversalement, on s'en sert en même temps pour avertir une gare du passage d'un train devant ce disque. Le courant établi par le contact passe dans un électro-aimant qui ferme le circuit local d'une sonnerie à voyant. A cet effet, le commutateur, mis en action par le jeu du disque, réunit, quand le disque est ouvert, le pôle positif de la pile de sonnerie du disque à l'avertisseur de la gare, et, à la terre, le pôle négatif au contact fixe. Lorsque la machine passe sur le crocodile, la brosse complète le circuit, mais son frein, traversé par un courant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

négatif, n'est pas déclenché, tandis que l'avertisseur de gare fonctionne. Quand le disque est à l'arrêt, le commutateur réunit : 1° le pôle positif d'une seconde pile au fil de la sonnerie de la gare et à la terre; 2° met à la terre le pôle négatif de cette même pile; 3° le pôle positif de la pile de sonnerie du disque en relation avec le fil de l'avertisseur et la terre; 4° le pôle négatif de la même pile avec contact fixe. La machine passant sur le crocodile, les deux circuits sont successivement fermés, le frein fonctionne ainsi que la sonnerie du disque qui tinte comme d'ordinaire.

Le déclenchement automatique du frein à vide est obtenu au moyen d'un appareil étudié depuis par MM. Delebecque, Lartigue et Banderali. Il se compose d'un électro-aimant Hughes dont l'armature commande par un levier une tige, dont le mouvement, sous l'influence du courant de désaimantation, a une amplitude de 1 centimètre sous l'action d'une force de 4 kilogrammes. La partie mécanique est une fourchette portant un plan incliné qui soutient le levier de la valve d'entrée de la vapeur dans l'éjecteur du frein à vide. La fourchette est maintenue par une tige horizontale, appuyée à l'autre extrémité contre un butoir. Le mouvement vertical de la tige de déclenchement liée à l'armature entraîne la tige horizontale au delà de son butoir et permet à la fourchette de déclencher le levier de la valve à vapeur, qui s'ouvre et serre le frein.

Le même appareil met le frein sous la main du conducteur du train, lorsque celui-ci est muni du système d'intercommunication des trains en usage sur le réseau du Nord et qu'il suffit de prolonger jusqu'à la machine.

Système Metzger, *Chemins de fer de l'État.* — La distance entre deux gares est partagée en cinq sections, aux extrémités desquelles sont placées des pédales munies d'un interrupteur; celles-ci envoient des courants dans des appareils enregistreurs placés aux gares extrêmes, quand elles sont actionnées par le passage d'un train. La première et la dernière pédale n'envoient qu'un courant; les pédales intermédiaires envoient deux courants. L'enregistreur comporte trois voyants, qui sont blancs normalement, bleus pour les trains montants et jaunes pour les trains descendants. La sonnerie jointe à l'enregistreur fait entendre un roulement quand un train circule sans être attendu ou marche à contre-voie, ou quand deux trains sont engagés dans la même section, ou enfin s'il y a quelque irrégularité dans le fonctionnement de l'appareil.

APPAREILS DE CORRESPONDANCE.

Pour la correspondance entre deux postes ayant à échanger entre eux un nombre déterminé de signaux toujours les mêmes, on peut utiliser les dispositions des tableaux annonciateurs d'hôtel, chaque signal correspondant à un numéro déterminé. Le nombre des voyants ou annonciateurs est égal au nombre des signaux à transmettre et au nombre des fils de communication. Pour diminuer le nombre de ces fils, la Compagnie de l'Est emploie l'artifice suivant : soit à transmettre 36 signaux), à chacun d'eux est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

affecté au poste appelant un bouton), qu'on peut supposer répartis en 6 groupes de 6 chacun, ainsi que les annonciateurs correspondants; 12 fils sont affectés à l'intercommunication et forment deux catégories : ceux de la première relient tous les boutons du même groupe; ceux de la seconde, les boutons de même rang dans chaque groupe. Chaque bouton est à double contact : en poussant, par exemple, le troisième bouton du deuxième groupe, on ferme le circuit à la fois dans le deuxième fil de la première catégorie et dans le troisième de la seconde. Au poste récepteur, les fils de la première catégorie aboutissent à autant d'électro-aimants commutateurs. Quand l'un de ces électro-aimants est excité, il établit autant de contacts sur les fils de la seconde catégorie. Ainsi le deuxième électro-aimant, entrant en jeu, fermera à la station réceptrice les circuits de tous les récepteurs du deuxième groupe; mais, comme il ne passe de courant que dans le troisième fil, le troisième récepteur de ce deuxième groupe sera seul actionné (système G. Dumont).

Il convient d'ajouter sur l'électro-aimant commutateur un contact de plus sur un circuit local pour actionner la sonnerie.

De plus, le nombre des boutons est doublé. A chaque bouton du tableau ci-dessus en correspond un autre sur un tableau voisin, et en rapport avec le même fil. On se sert de ce second groupe pour envoyer des courants négatifs destinés, après manœuvre, à faire disparaître au poste appelé les signaux envoyés par les boutons à courant positif. Une disposition mécanique fait apparaître à une fenêtre correspondant à chaque bouton positif un signal qui rappelle le commandement envoyé, et qui est effacé quand le bouton négatif a été pressé.

Le principe peut être généralisé et permet d'envoyer avec $a+b+c+\ldots$ fils un nombre de signaux égal au produit $abc\ldots$.

Dans le même but et pour un nombre de signaux variant de 12 à 20, la Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée emploie la sonnerie à cadran Jousselin. Le mécanisme se compose d'une roue dentée, d'un pignon et d'un électro-aimant dont l'armature commande le déclenchement. A chaque passage du courant, une came lève le marteau, qui retombe sur un timbre, et en même temps la roue, sur l'axe de laquelle est montée l'aiguille, avance d'une division.

Deux appareils semblables, l'un appelant, l'autre appelé, munis d'un bouton de pression et réunis par un seul fil, suffisent à la correspondance. Les connexions sont faites de manière à provoquer l'apparition des mêmes signaux aux deux postes. Le remontage du ressort qui actionne le rouage s'effectue en ramenant au zéro l'aiguille indicatrice.

La Compagnie du Nord emploie, pour les distances supérieures à 500 mètres, un appareil à cadran de M. Goggemos. Le cadran est divisé en 13 secteurs, auxquels correspondent des boutons et des cases circulaires formant deux couronnes concentriques. Au centre se trouve une aiguille mobile. Les indications écrites dans les secteurs sont celles que l'on transmet; celles qui sont écrites dans les cases sont celles que l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reçoit. Les aiguilles reçoivent leur mouvement d'un échappement mené par une horloge. En pressant sur un des boutons, on établit un contact qui permet au courant d'une pile d'actionner l'électro-aimant du poste appelant et celui du poste appelé; les armatures de ces électro-aimants débrayent les rouages, et les aiguilles des deux postes se déplacent synchroniquement. En cessant de presser le bouton appelant dès que l'aiguille est en face de lui, l'aiguille s'arrête dans la même position au poste appelé.

Pour les distances inférieures à 500 mètres, la Compagnie du Nord emploie des appareils à guichets, avec autant de fils qu'il y a de signaux à transmettre, plus un pour la sonnerie. La pression d'un bouton ferme le circuit de la pile et fait apparaître sur les deux tableaux en correspondance le même guichet. L'agent appelé accuse réception en appuyant sur le bouton du guichet qui a parlé, et efface ainsi les deux signaux.

Le nombre des signaux est souvent réduit à deux.

Sur le réseau de l'État, la correspondance des gares avec les passages à niveau se borne aux quatre phrases suivantes : « Puis-je ouvrir », « Fermez », « Ouvrez », « Je ferme ». On obtient l'échange de ces phrases par une méthode galvanométrique. L'aiguille aimantée, verticale au repos, est sollicitée à droite ou à gauche, suivant le sens du courant qui parcourt le cadre galvanométrique. L'appareil complet comprend le galvanomètre, un inverseur de courants, la sonnerie d'appel, un commutateur récepteur d'avertissement, un commutateur d'attente, sonnerie et réception, et le paratonnerre.

De même, entre deux postes limitant une section de cantonnement, l'échange des signaux se réduit à ceux de « voie libre » et « voie occupée ».

BLOCK-SYSTEM.

La Compagnie P.-L.-M. emploie l'appareil Tyer, combiné avec la sonnerie Jousselin.

Les deux stations en correspondance sont munies chacune d'un appareil formé de deux aiguilles, l'une supérieure, répétitrice, l'autre inférieure ou indicatrice; chacune de ces aiguilles, montée sur l'axe de la palette d'un électro-aimant, peut affecter deux positions, suivant le sens du dernier courant envoyé dans les bobines. Deux boutons ou poussoirs à ressort établissent les contacts et envoient dans la ligne qui rejoint les stations un courant positif ou négatif : l'aiguille indicatrice d'un des postes et l'aiguille répétitrice de l'autre ont toujours la même position.

A l'état normal, toutes les aiguilles doivent être sur « voie libre ». Si la station A reçoit un train se dirigeant vers B, elle envoie un courant positif qui met en action la sonnerie de B, sans altérer la position des aiguilles. B répond en envoyant un courant de sens contraire, qui fait passer à « voie occupée » son aiguille répétitrice et l'aiguille indicatrice de A. Quand le train a atteint B, cette station envoie un courant inverse au dernier en appuyant sur le bouton « voie libre », qui efface les signaux faits anté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieurement. Il suffit donc d'appuyer sur le bouton « voie libre » quand le train dépasse la station et sur le bouton « voie occupée » pour répondre au signal reçu de la station précédente.

Comme on ne modifie pas la position des aiguilles en agissant sur le dernier bouton poussé, bouton dont la position est marquée par celle des aiguilles, M. Jousselin a annexé sa sonnerie à l'appareil Tyer; ainsi complété, il indique par un signal optique l'état, libre ou occupé, de la voie entre A et B, et permet l'échange de signaux, échange dont l'utilité a été démontrée par la pratique.

L'appareil Regnault, de la Compagnie de l'Ouest, a le même but que le Tyer, mais il n'exige pas la présence permanente de l'employé au poste appelé pour répéter le signal envoyé. Deux fils réunissent les postes en correspondance; chacun d'eux sert aux signaux d'une des deux voies.

Une pression sur le bouton *départ* du poste appelant envoie un courant positif qui fait incliner l'aiguille indicatrice de l'autre poste, en actionnant une sonnerie; et le déplacement de l'aiguille ferme automatiquement le circuit d'une pile, envoyant un courant positif dans le fil de ligne; dès que la pression du bouton cesse, ce courant agit sur l'électro-aimant de l'aiguille répétitrice du poste appelant; lorsque le train signalé est arrivé au poste d'aval, celui-ci appuie sur le bouton *arrivée* et envoie un courant négatif, qui efface le signal de la répétitrice du premier poste, une dérivation de ce courant passe dans l'électro-aimant de l'indicatrice du poste d'aval et la ramène à sa position primitive. La seconde ligne sert de même au bouton *arrivée* du premier poste, et *départ* du second, et actionne l'aiguille indicatrice du premier et la répétitrice du second; il y a donc pour cet échange entre les postes deux appareils distincts, desservis chacun par une ligne et n'ayant que la sonnerie de commun.

Comme dans le Tyer, l'organe essentiel est un aimant permanent portant à l'un de ses pôles les noyaux de deux bobines, et à l'autre l'axe de la palette qui oscille entre les deux noyaux ou leurs prolongements. (Voir plus bas le système de la Compagnie du Nord.)

ENCLENCHEMENTS ÉLECTRIQUES.

Ces appareils sont insuffisants par eux-mêmes pour assurer la sécurité de la partie de la voie comprise entre les deux postes; des disques et autres signaux, destinés aux mécaniciens chargés de la conduite des trains, doivent être manœuvrés d'après les indications transmises de poste à poste. Il y a actuellement une tendance marquée à lier les manœuvres de ces appareils et les signaux transmis électriquement, de telle manière que des manœuvres incorrectes ou dangereuses pour la sécurité ne puissent être faites. Ces liaisons peuvent être électriques ou mécaniques; on ne mentionnera ici que les premières.

La Compagnie de l'Ouest associe dans ce but aux appareils Regnault ci-dessus décrits : 1° un enclenchement empêchant qu'un poste puisse annoncer au suivant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'envoi d'un train avant d'avoir couvert celui-ci; 2° une serrure électrique, empêchant d'effacer les signaux tant que le train n'est pas sorti du canton à protéger, et que l'indication de ce passage n'a pas été transmise; 3° un relais empêchant le poste d'aval de transmettre cette indication avant d'avoir protégé le train.

La protection se fait par deux signaux; l'un dit *signal avancé,* commandant un ralentissement; l'autre, *signal de cantonnement,* commandant l'arrêt absolu.

Les leviers de manœuvre de ces deux signaux sont enclenchés, de telle sorte que le second signal ne puisse être fermé tant que le premier ne l'est pas; inversement le signal avancé ne peut ouvrir la voie qu'après que le signal de cantonnement a été ouvert. Un système de leviers et de tringles commande une main qui enveloppe la tige du bouton *départ* et ne permet de le manœuvrer qu'après la fermeture du signal de cantonnement.

La serrure électrique est manœuvrée par une pile locale qui, au moment opportun, actionne un électro-aimant qui dégage son pêne; le circuit de cette pile est fermé en même temps que l'aiguille répétitrice du poste est mise sur voie libre et à condition que le signal soit à l'arrêt. Si cette pile cessait de fonctionner, la marche des trains serait complètement arrêtée; pour éviter cet inconvénient, une clef spéciale permet d'ouvrir la serrure; mais la manœuvre de cette clef fait en même temps avancer un verrou, qui ne permet pas d'ouvrir complètement le disque de cantonnement, et fait apparaître au lieu du signal de voie libre le mot *attention.*

Le relais électrique est un interrupteur, qui introduit une solution de continuité dans le circuit de la pile correspondante au bouton *départ* tant que le signal avancé n'est pas fermé; c'est un électro-aimant, dans lequel circule le courant d'une pile locale, fermé par un commutateur monté sur l'axe du disque; tant que ce courant passe, l'électro-aimant ferme et le circuit de la pile de sonnerie du disque et celui de la pile du bouton de départ.

La correspondance ainsi complétée entre deux postes nécessite cinq piles pour chacun d'eux : les éléments sont des Leclanché, sauf pour la pile fournissant le courant qui maintient l'aiguille répétitrice en place et est fermé par le déplacement de l'indicatrice de l'autre poste.

La Compagnie P.-L.-M. a fait étudier par MM. Jousselin, Chaperon et Rodary, et construire par M. Postel-Vinay, un nouveau poste de block-system. Tout signal est normalement à l'arrêt; il ne peut donner la voie libre qu'à la condition de recevoir du poste suivant un courant négatif; quand celui-ci est envoyé dans les bobines d'un électro-aimant contenu dans l'appareil, ces bobines repoussent l'extrémité d'un levier de fer articulé sur le pôle d'un fort aimant; celui-ci, dans son mouvement, relève un verrou qui s'opposait à la manœuvre du signal; il peut donc être mis à voie libre; en effectuant la manœuvre, en sens inverse, de mise à l'arrêt, on presse nécessairement le bouton poussoir à ressort d'un Tyer, et un courant positif est envoyé au poste suivant, lui signalant l'arrivée d'un train.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour annoncer l'arrivée du train au poste précédent, et lui permettre de débloquer la voie, il faut pousser un second bouton, envoyant à celui-ci un courant négatif, mouvement qui est rendu impossible par un verrou, tant que le signal n'est pas à l'arrêt; dans cette position seulement, le courant de la sonnerie du disque ou du répétiteur passe en dérivation dans un électro-aimant qui abaisse ce verrou. Ce bouton ne peut être poussé deux fois de suite; il porte, en effet, deux encoches; l'une correspond au verrou dont il vient d'être parlé; l'autre à un second verrou qui s'engage dans l'encoche correspondante lorsque le bouton revient à sa position primitive et y reste tant que la sonnerie fonctionne; ce verrou se dégage, au contraire, quand celle-ci s'arrête et que la palette de l'électro en dérivation se relève en engageant le premier; le bouton ne pourra être poussé de nouveau que si le disque a été ouvert, puis fermé.

Par contre, le bouton qui émet les courants positifs, et qui annonce automatiquement la mise à l'arrêt, reste toujours libre et sert à l'échange de dépêches par les sonneries Jousselin.

En cas de dérangement on peut agir à la main sur la palette de l'électro-aimant en dérivation qui enclenche le poussoir de remise à voie libre envoyant les courants négatifs; il faut alors ouvrir une plaque à charnière mise sous scellés.

(On notera que sur le réseau de P.-L.-M. comme sur celui de l'Ouest on emploie beaucoup de disques automoteurs Aubine, mis à l'arrêt par le passage même du train, mais dont la sonnerie ne fonctionne que par la manœuvre ordinaire du levier de commande.)

Sur le réseau du Nord les appareils de block sont les électro-sémaphores de MM. Tesse, Lartigue et Prudhomme; la mise à l'arrêt du signal couvrant un train et le calage de ce signal dans cette position sont obtenus mécaniquement; la manœuvre de la manivelle fait apparaître électriquement un signal prévenant l'agent du poste suivant de l'arrivée du train; le signal d'arrêt ne peut être effacé que par ce dernier poste. Ces appareils sont trop anciennement connus pour être décrits de nouveau, mais dans l'origine ils étaient établis de manière à réaliser l'indépendance absolue des diverses sections de cantonnement; ce système a été modifié et on a cherché à empêcher qu'on pût débloquer une section sans bloquer la suivante; mais il est utile, pour les stations où un train doit être garé pour se laisser dépasser, de pouvoir à un moment donné rompre la dépendance.

Cette dépendance est obtenue par l'addition d'un enclenchement électrique solidarisant les axes des deux manivelles de la grande aile et du petit bras du sémaphore; en même temps on a solidarisé la grande aile et le disque qui le couvre à distance.

En temps normal un train étant annoncé par la chute du petit bras, il est impossible de le faire disparaître, et de donner la voie libre à ce train, si on n'a pas pu préalablement bloquer la section suivante en élevant la grande aile à la position horizontale, et par conséquent mis à l'arrêt le disque avancé.

La mise à l'arrêt du disque par le levier de manœuvre fait passer un courant dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'appareil d'enclenchement de la grande aile; celle-ci peut être mise à l'arrêt; tant qu'elle reste dans cette position, le disque ne peut être remis à voie libre; on doit attendre que la grande aile, déclenchée par le poste suivant, soit retombée.

Pour rompre cette dépendance, et permettre à un train de se garer sans bloquer la station suivante, ou plutôt de débloquer cette section après le garage, un commutateur est mis à la disposition d'un agent, et il envoie directement au sémaphore le courant qui permet de débloquer la section d'amont sans bloquer celle d'aval.

Enfin le système est complété par des répétiteurs des indications du petit bras du sémaphore; c'est une boîte renfermant deux électro-aimants Hughes, un pour chaque direction, dont les palettes se détachent lorsque le courant a suffisamment affaibli l'aimant; des voyants maintenus par ces palettes apparaissent en dehors de l'appareil; dès que ces voyants tombent, ils font tinter une sonnerie; le voyant ne doit être relevé qu'après passage du train devant le poste où est installé le répétiteur.

Ces dispositions ont été étudiées par M. E. Sartiaux.

Sur le réseau du Nord, on n'a encore établi que 36 de ces postes à enclenchement, tandis que le nombre des postes sémaphoriques s'élève à 515, installés sur 975 kilomètres de réseau à double voie. Le réseau du P.-L.-M. n'a qu'une seule section fonctionnant avec l'appareil décrit ci-dessus, tandis que l'ancien block-system Tyer-Jousselin continue à fonctionner sur une grande partie du réseau (2,500 kilomètres), et enfin l'Ouest possède 705 postes enclenchés par le système Regnault; on doit ajouter que, sur ce dernier réseau, dans la section où la circulation est le plus active, et où les appareils sont très rapprochés, on a appliqué des enclenchements purement mécaniques (24 postes sur 20 kilomètres) dont le jury de la classe 62 n'a pas eu à s'occuper.

Sur le réseau de l'État, la disposition suivante sert à l'enclenchement électrique du levier de manœuvre d'un appareil : ces leviers sont construits sur le modèle des leviers à coulisse des appareils Saxby, avec verrou à ressort dont la tige glisse le long du levier. Sur la coulisse, est fixée une tige portant deux marteaux et, plus près du centre de rotation, deux doigts de contact qui viennent, au moment où la coulisse a tourné d'un tiers de sa course, frotter sur deux plaques de cuivre dont l'une est à la terre, et l'autre avec un pôle de pile; le circuit de la pile ainsi complété, un électro-aimant ordinaire placé dans le circuit attire son armature; cette armature attirée laisse passer le marteau supérieur, et le levier peut terminer sa course. Une interruption sur le circuit de la pile enclenche donc le levier et ne permet pas la manœuvre. Le marteau inférieur présente une saillie à son extrémité antérieure, il peut passer sous la palette quand celle-ci est relevée, ou que le courant ne passe pas; le levier peut donc faire le premier tiers de sa course, la saillie dépasse le plan de l'armature, et le mouvement peut continuer, si la palette s'abaisse; mais le levier ne peut plus revenir à la position primitive; si une cause accidentelle a maintenu l'armature abaissée dès le début, en l'absence de courant, le mouvement est impossible encore.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin le marteau supérieur porte une encoche au milieu de sa longueur; si le circuit est interrompu, l'armature en se relevant vient s'y loger et enclenche le levier au milieu de sa course.

Le même principe est appliqué à l'enclenchement des leviers faisant partie d'un appareil Saxby.

XV

HORLOGERIE, AVERTISSEURS ET DIVERS.

HORLOGES ÉLECTRIQUES.

L'entretien électrique du mouvement d'une pendule peut se faire par plusieurs procédés.

M. Borrel et MM. Château père et fils (système Collin) donnent à chaque oscillation une petite impulsion au pendule, semblable à celle qu'il reçoit du poids moteur ou du ressort dans les horloges ordinaires; cette impulsion est produite par la chute de l'armature d'un électro-aimant (ou son mouvement sous l'action du ressort antagoniste), au moment où le courant cesse de passer; le passage du courant et sa cessation sont provoqués par un contact établi pendant un temps très court à chaque oscillation du pendule.

M. Hennequin exposait de petites pendules de cheminées, dans lesquelles c'est l'attraction de l'armature qui imprime cette impulsion, et pour économiser le courant, celui-ci, lancé dans l'électro-aimant à chaque oscillation, est interrompu par le mouvement même de l'armature dès qu'elle est à fond de course; les organes sont très simples, faciles à démonter et à remonter.

On peut aussi utiliser l'action du courant pour remonter le poids ou le ressort moteur. M. Wehrlé, de Bruxelles, fait actionner par un élément Leclanché, toutes les demi-heures, le moteur électrique remontant de la quantité nécessaire le poids; ce moteur remplace le volant de la sonnerie. Si la pile est usée ou le circuit interrompu, la pendule continue à marcher comme d'habitude, mais la sonnerie cesse de fonctionner.

Dans l'horloge électrique de M. Chambaud, le remontage par la pile a lieu toutes les cinq minutes. Le courant actionne un trembleur qui remonte un poids, agissant sur l'échappement; dès que le poids a atteint une hauteur déterminée une fois pour toutes, le courant est interrompu.

Dans la petite pendule papillonne, construite par M. Revet, d'après les indications de M. Personne, un électro-aimant agit sur le pendule pour augmenter l'amplitude, dès que celle-ci s'est abaissée au-dessous d'une certaine limite; à cet effet une tige solidaire du pendule porte, articulée à son extrémité inférieure, une seconde tige sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laquelle est placé un papillon en mica; quand la vitesse maximum du pendule passant par la verticale tombe au-dessous de sa valeur normale, la résistance de l'air au mouvement du papillon n'incline plus que légèrement la tige secondaire, et elle vient frotter sur un petit contact, émettant ainsi le courant dans l'électro-aimant.

Le système bien connu de M. Hipp agit de même, mais dans les pendules de ce constructeur, instruments de haute précision, destinés aux observatoires, toutes les précautions sont prises pour assurer une marche d'une parfaite régularité.

Une palette est dressée verticalement sur un demi-cylindre en pierre dure, dont l'axe repose sur un couteau en platine iridié qui permet à cette palette d'osciller autour de la verticale de 40 degrés environ, sous l'action d'une contre-palette fixée sur une traverse du pendule; cette contre-palette est un rubis dont la face inférieure présente une légère encoche. Tant que l'oscillation du pendule a une amplitude assez grande pour que l'entaille de la contre-palette, qui mène la palette à gauche et à droite, puisse la dépasser, l'électricité n'entre pas en jeu; si l'amplitude diminue au delà d'un minimum fixé, la pointe de la palette s'arc-boute dans l'entaille; la palette et le couteau sont pressés vers le bas; le couteau est porté par un levier monté sur couteau, dont l'extrémité soulevée vient établir un contact; un courant est alors lancé dans un électro-aimant qui donne une impulsion au pendule en attirant une pièce de fer doux placée sur une traverse du balancier.

L'écart entre l'amplitude maximum du pendule et l'amplitude minimum, à partir de laquelle l'électro-aimant entre en jeu, est une minute d'arc. L'impulsion communiquée au pendule est donc variable avec l'intensité du courant et se répète à des intervalles d'autant plus éloignés que la pile est plus forte; on peut donc craindre que la valeur de l'oscillation ne soit légèrement affectée; M. Hirsch, directeur de l'observatoire de Neufchâtel, qui a étudié spécialement ces pendules, annonce qu'un changement de 25 p. 100 de l'intensité est sans effet appréciable.

L'étincelle d'extra-courant est pratiquement annulée par une dérivation offerte au courant, un instant avant sa rupture, par le jeu du levier qui détermine le contact; le même artifice est employé pour les contacts qu'établit le pendule à chaque oscillation pour envoyer un courant dans le compteur de secondes; d'après M. Hirsch, ces contacts en platine iridié, après avoir fonctionné plus de quatre ans, ou environ 70 millions de fois, ne s'oxyderaient pas d'une manière appréciable.

La pile entretenant le mouvement du pendule, et qui ne fonctionne que toutes les deux minutes environ, est formée de trois éléments Leclanché; celle qui actionne le compteur de secondes comprend quatre éléments Meidinger de grande surface; tandis que la première peut fonctionner six mois, la seconde doit être visitée tous les mois; à ces deux piles sont adjointes des piles semblables de réserve qu'on leur substitue par la manœuvre rapide d'un commutateur, de sorte que cette opération ne fasse pas perdre de secondes à l'horloge.

M. Hirsch insiste sur les avantages que présente cette pendule; tous les mouvements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se font sur couteaux, le graissage est supprimé; elle peut être enfermée sous une cloche et fonctionner sous pression constante; à Neufchâtel, la pendule marche sous une pression moyenne de 77 millimètres, avec une variation totale de 2 millim. 4. La variation de la marche serait de 0 s. 012 (douze millièmes de seconde) par millimètre de pression; M. Hirsch estime qu'après réglage définitif de la compensation de température, la variation diurne ne dépassera pas trois ou quatre centièmes de seconde.

SONNERIE À DISTANCE.

M. Renouf expose un système de sonnerie à distance qui permet d'actionner avec un régulateur des cloches ou timbres d'un poids quelconque. Un rouage ordinaire, sollicité par un poids, est déclenché à chaque émission de courant; le poids fait frapper un coup et le mécanisme réenclenche de lui-même, le courant étant interrompu avant que la chute du marteau soit complétée. Si l'on envoie un courant continu, le réenclenchement ne se fait pas et la sonnerie se fait entendre indéfiniment. On peut donc, au moyen d'un simple commutateur, faire passer directement sur la ligne le courant de la pile qui, en temps normal, passe dans le régulateur, convertir une simple sonnerie d'heures en signal d'alarme.

Un appareil analogue est exposé par M. Salvaing.

REMISE À L'HEURE.

Les chemins de fer de l'État font connaître aux gares l'heure de midi donnée par une horloge type en utilisant le fil télégraphique, dit *omnibus*, de ces gares. L'appareil se compose d'une boule métallique pouvant glisser librement sur une tige verticale, et armée à sa partie inférieure d'un ressort qui établit en tombant le courant dans un relais; on la remonte au point d'arrêt au moyen d'un cordon de tirage; d'un électro-aimant dont l'armature retient la boule au haut de la tige; d'un contact placé sous le cadran d'une horloge régulatrice, s'établissant tous les jours à la même heure, et enfin d'un commutateur pris sur le fil de ligne. Lorsque l'horloge régulatrice établit le contact, le courant passe directement dans l'électro-aimant de la première horloge à régler, la boule tombe, le relais fonctionne et envoie dans la ligne un courant qui passe dans l'horloge de la gare suivante, et l'heure est ainsi annoncée de gare en gare. Un agent a mission de mettre à l'heure l'horloge et de relever les boules; c'est plutôt une indication télégraphique de l'heure qu'une remise à l'heure proprement dite.

Le système d'unification de l'heure Collin, exposé par MM. Château, suppose que les horloges à régler ont une légère avance; toutes les horloges sont montées en dérivation sur un circuit commun. Au moment où l'aiguille d'une horloge arrive sur midi juste, elle ferme son circuit local; les rouages sont arrêtés, mais le pendule continue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à battre; au moment où l'horloge type arrive à midi, la pile est mise hors circuit et toutes les horloges repartent. La pile n'est mise en circuit que quelques minutes avant midi par l'horloge type elle-même. L'arrêt électrique sur l'axe de l'échappement est direct; un long levier pendant, armature de l'électro-aimant, engrène dans les dents d'un rochet calé sur cet axe une goupille dont son extrémité est armée; l'armature ne cède à l'attraction que lorsqu'elle est déclenchée; à cet effet un levier, dont l'extrémité glisse sur un limaçon calé sur un axe faisant un tour en une heure, tombe à l'heure du réglage dans une encoche pratiquée dans ce limaçon, et un ergot placé à l'extrémité opposée libère l'armature.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est emploie le système Redier et Tresca, fondé également sur le principe de l'avance des horloges à régler, non seulement pour remise à l'heure des horloges d'une gare, mais pour remettre à l'heure de Paris les horloges de Troyes et de Vesoul. L'horloge régulatrice se met en communication avec la ligne télégraphique pendant cinq minutes et, dans cet intervalle, envoie un courant continu pendant 60 secondes, de 11 h. 59 à 12 heures. Ce courant, passant dans l'électro-aimant de l'horloge réceptrice, tend à arrêter le rouage, mais cet arrêt n'est réalisé, et l'armature libre d'obéir à l'attraction, que quand la réceptrice marque 12 heures, au moment où la distributrice marque 12 heures, le courant cesse, et le rouage repart. On peut corriger ainsi une minute toutes les douze heures. Le mode d'arrêt employé est la fourchette dite *de côté*.

M. Borrel abaisse, dès l'émission du courant, un levier contre lequel vient buter une goupille portée par la roue d'échappement.

SYNCHRONISATION OU DISTRIBUTION DE L'HEURE.

Cette distribution se réalise par l'emploi d'une horloge type déterminant des émissions de courant qui sont comptées et enregistrées par des horloges, dites *réceptrices*. MM. Chateau père et fils, Borrel, la Compagnie des chemins de fer du Nord exposent divers types de ces compteurs. Le renversement du courant à chaque émission, combiné avec l'emploi d'un récepteur polarisé conduisant les cliquets d'impulsion et d'arrêt qui déterminent le mouvement de l'axe des rochets, soustrait l'appareil à l'influence des courants atmosphériques et supprime les inconvénients résultant de doubles contacts. Toutes ces dispositions sont déjà anciennes. Il n'en est pas de même du système proposé par M. Cornu, et dont M. Borrel exposait les éléments principaux. M. Cornu s'est proposé de synchroniser, c'est-à-dire d'obliger les balanciers de plusieurs pendules à battre la même seconde. Le balancier à synchroniser porte, à sa partie inférieure, un aimant légèrement courbé suivant une circonférence dont l'axe coïncide avec celui du balancier; un des pôles de cet aimant s'engage dans un solénoïde, l'autre pôle dans un second solénoïde fermé sur une résistance variable qui constitue l'amortisseur; le premier solénoïde est parcouru par un courant dont la période est celle de l'horloge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

type; l'amortissement, réglable à volonté, peut être d'autant plus faible que l'écart des périodes du balancier à régler et de l'horloge type est plus faible aussi. Le balancier à régler, soumis à l'influence d'une cause périodique d'une part, à celle de l'amortisseur de l'autre, prend un mouvement de même période dont l'amplitude et la phase, par rapport au mouvement du balancier type, varient avec la grandeur de l'amortissement, avec la différence des périodes, suivant des lois exposées en détail dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (1887 et janvier 1888); ce système a été également l'objet de discussions approfondies au Congrès de chronométrie qui s'est réuni à l'occasion de l'Exposition.

L'horloge réceptrice de M. Blondeau a une armature particulière. C'est une roue dentée en fer doux dont les dents sont rabattues perpendiculairement au plan de la roue et dont l'axe actionne la minuterie. Lorsque le courant ne passe pas, deux des dents se trouvent tout près des pôles prolongés de l'électro, dans une position telle que l'attraction de l'électro entraînerait la roue dans le sens convenable; la roue est maintenue dans cette position par un ressort muni d'un doigt qui s'engage dans la denture d'un rochet porté par l'axe ayant autant de dents que la roue. Lorsque le courant passe, son premier effet est de soulever le ressort; la roue est déclenchée, obéit à l'attraction, et les dents viennent se placer en face des pôles; le courant cessant, le ressort retombe et son doigt, agissant sur le rochet, fait tourner la roue dans le même sens, de sorte qu'une nouvelle paire de dents est substituée à la première.

Le contact est pris au régulateur par un bras taillé légèrement en biseau et qui vient frotter contre l'extrémité d'une vis de manière à décaper constamment le contact.

AVERTISSEURS D'INCENDIE, TRANSMETTEURS D'ORDRE.

Les avertisseurs Petit sont renfermés dans des boîtes en fonte placées sur des colonnes également en fonte; ces boîtes sont fermées par une porte qu'on ouvre en faisant tourner de 180 degrés une poignée. Cette manœuvre tend le ressort d'un barillet qui, en se détendant, fait marcher une sonnerie. La porte ouverte, on appuie sur le bouton d'appel, ce qui déclenche un mouvement d'horlogerie mû par un poids; le mouvement du rouage ferme un circuit sur la sonnerie de l'avertisseur et sur un électro qui actionne un levier d'arrêt; en même temps le courant est envoyé au poste récepteur, agit sur sa sonnerie et sur un électro-aimant qui fait avancer l'aiguille du récepteur jusqu'au numéro correspondant à celui de l'avertisseur actionné; il suffit pour cela que la roue de l'avertisseur porte un nombre de saillies égal à son numéro d'ordre.

Le mouvement de la roue est ensuite suspendu par l'action du levier d'arrêt, tandis que la sonnerie continue à fonctionner jusqu'à ce que le courant soit interrompu par le poste récepteur. A ce moment, le levier d'arrêt dégage la roue; celle-ci déplace dans son mouvement un second levier qui rompt le circuit définitivement et empêche tout appel nouveau avant que le poids ait été remonté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un interrupteur spécial permet la vérification des lignes sans l'envoi du signal d'alarme.

Cet appareil est adopté par le service des pompiers de la ville de Paris.

M. Digeon exposait une disposition différente. Les postes d'appel sont munis d'un commutateur et d'un téléphone; le poste de secours d'un téléphone, d'une sonnerie, d'un commutateur automatique et d'un appareil avertisseur proprement dit. Les appareils sont tous embrochés sur le même circuit, fermé à l'état normal et dont le courant maintient les armatures des électro-aimants au contact; l'interruption du circuit en un point quelconque fait lâcher ces armatures aux postes de secours et fermer un courant local de sonnerie; les postes de secours prévenus tournent la manette d'un commutateur et décrochent leur téléphone, ce qui isole les sonneries.

Les transmetteurs d'ordre en usage dans la marine sont des appareils basés sur le principe d'un double système de compteurs à mouvements synchroniques, l'un pour l'envoi des ordres, l'autre pour signaler leur exécution; le transmetteur comporte, comme le récepteur, deux aiguilles mobiles sur une rose des vents; mais c'est la manœuvre même du gouvernail qui actionne l'aiguille de réponse et l'amène à donner une indication identique avec celle de l'aiguille de commande quand l'ordre a été exécuté. Une sonnerie doit de plus fonctionner tant que les indications ne sont pas concordantes. L'Engine Room Telegraph de Wallis, construit par la maison Elliott, est un exemple de cette application. La classe 62 renfermait aussi un transmetteur d'ordres, pour le mécanicien, construit par MM. Martel et fils, et d'une exécution soignée, dans lequel l'air comprimé était l'agent de transmission. Les mêmes constructeurs exposaient du reste tout un ensemble d'avertisseurs, sonneries, etc., du même aspect que les appareils électriques, mais fonctionnant par l'air comprimé.

M. Mildé construit également des transmetteurs d'ordres pour l'usage domestique. Le cadran transmetteur a une manette montée sur l'axe d'un barillet; en se détendant, le ressort du barillet donne, par l'intermédiaire de roues et de pignons, autant de contacts qu'il est nécessaire; ceux-ci sont transmis par l'intermédiaire de la ligne à un récepteur d'horlogerie dont l'aiguille sert d'index; les contacts sont obtenus par frottement d'une lame sur une tige fixée à la dernière roue du mouvement, et la longueur du contact prolongée par les roues et le volant que le barillet actionne.

AVERTISSEURS DE TEMPÉRATURE.

L'avertisseur de température Hutinet est un cordon renfermant deux fils de cuivre recouverts d'un étamage fusible et isolés l'un de l'autre par de la gutta-percha et du coton; le diamètre extérieur est de 0 m. 002 à 0 m. 003; la chaleur fait fondre l'étamage, qui établit un contact entre les deux fils et ferme le circuit d'une pile sur une sonnerie.

Les autres systèmes sont fondés sur l'inégalité de dilatation des pièces métalliques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous l'influence de la chaleur; généralement on voit employé une espèce de thermomètre bimétallique qui ferme un circuit dès que sa température est suffisamment élevée. MM. Dalloz, Gillet et Guyot-Sionest utilisent la différence des dilatations d'un fil fin et d'une barre de même métal, sous l'influence d'une élévation brusque de température. A cet effet, dans l'électro-aviso qu'ils exposent, un fil fin de cuivre passant sur deux colonnes à gorge portées aux extrémités d'un tube de cuivre est tendu en son milieu par un ressort terminé par une plaque; un pont relié au tube porte, en face de cette plaque, une vis de réglage contre laquelle la plaque s'appuie quand la dilatation du fil dépasse celle du tube d'une longueur fixée à l'avance, et ferme le circuit d'une sonnerie.

Cette disposition, qui semble préférable lorsqu'on se propose de constater un commencement d'incendie et non une simple augmentation de température, avait déjà été employée en principe par M. Mildé. Le thermomètre métallique avertisseur de MM. de Gaulne et Mildé est trimétallique (zinc, cuivre et acier). M. Mildé conjugue deux lames thermométriques, dont les métaux sont disposés dans le même ordre, qui, par conséquent, se courbent dans le même sens et restent parallèles sous l'influence des variations lentes de température, mais dont l'une, de plus fortes dimensions, est en retard sur l'autre quand l'élévation est brusque.

Cet avertisseur est disposé dans les habitations sur le même circuit que les sonneries et en joue le rôle; il suffit de remplacer le bouton transmetteur ordinaire par un tirage à ressort qui fait glisser un conjoncteur métallique entre les contacts assurant leur décapage et fournissant un contrôle continu du bon état du circuit.

AVERTISSEURS POUR COFFRE-FORT.

MM. Bablon et Gallet disposent sur un circuit un relais qui fait parler une sonnerie dès que le courant s'écarte dans un sens ou dans l'autre de sa valeur normale. Le courant passe dans l'électro-aimant de ce relais, suit le fil de ligne jusqu'au coffre, y pénètre, traverse un commutateur interrupteur et une bobine de résistance enfermés dans ce coffre et revient à la pile. La sonnerie ne pourrait rester silencieuse que si l'on introduisait dans le circuit une résistance égale à celle qui est enfermée dans le coffre-fort après l'avoir rompu. Le commutateur est formé par deux lames de ressort habituellement en contact et reliées à la serrure de telle sorte que quand la combinaison est brouillée, l'introduction d'une clef écarte les ressorts et rompt le circuit.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est emploie cette disposition; le relais est un cylindre creux et fendu de fer doux servant d'armature et équilibré par un contrepoids; il porte une fourchette, dont l'une ou l'autre branche vient fermer le circuit local sur une petite lame d'argent.

MM. Thomson et Rew, de Londres, placent un relais de sonnerie sur la diagonale d'un pont de Wheatstone, équilibré dans l'état normal, et dont une branche pénètre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le coffre-fort à protéger; on obtient le même résultat que par la disposition précédente. Une des branches du pont contient un galvanomètre destiné à vérifier la pile à courant constant. Le relais de sonnerie est un autre galvanomètre dont l'aiguille, quand elle est déviée à gauche ou à droite, ferme le circuit de deux ou trois éléments Leclanché; ce circuit contient un électro-aimant dont l'armature attirée met en court circuit ce second galvanomètre et fait marcher la sonnerie. Cet appareil est exposé par MM. Chubb et fils, de Londres.

APPAREILS ENREGISTREURS À DISTANCE.

Les instruments enregistreurs de M. Parenthou sont appliqués depuis plusieurs années à Paris pour transmettre à distance l'indication du niveau de l'eau dans des réservoirs; plusieurs de ces appareils fonctionnaient à l'Exposition, où l'on voyait en outre d'autres instruments pour l'indication à distance des pressions et des températures.

Dans ce dernier cas, l'appareil dont on veut enregistrer les indications à distance fait, par un mécanisme qui dépend de sa nature, tourner une roue dentée dont le mouvement est communiqué par un pignon à un arbre portant un disque plongeant dans une petite cuve à mercure et, sur son prolongement, trois pointes ou goupilles en platine, calées à 60 degrés l'une de l'autre, et dont les deux extrémités viennent successivement plonger dans trois cuves distinctes; chaque goupille plongeant deux fois par tour, il y a six immersions par tour du pignon; si on numérote ces goupilles, les immersions ont lieu dans l'ordre 1, 2, 3, 1, 2, 3 quand la rotation a lieu dans le sens direct, et dans l'autre 1, 3, 2, 1, 3, 2, si elle a lieu en sens inverse. Le pôle d'une pile est en rapport avec le mercure de la cuve où plonge le disque, et l'autre pôle à la terre. Chacune des cuves à mercure est en rapport avec des bornes 1, 2, 3, qui sont les extrémités d'autant de lignes se rendant au récepteur.

Celui-ci se compose de deux tambours, l'un de baisse, l'autre de hausse, isolés, et montés sur le même axe qu'une roue à chevilles; cette roue est actionnée par deux leviers recevant leur mouvement des armatures de deux électro-aimants et qui, chaque fois que ces armatures sont attirées, font tourner la roue à chevilles et l'axe d'une division, l'un dans un sens, l'autre dans l'autre. Pour établir la correspondance entre les deux appareils, il faut donc que le courant envoyé par l'immersion de la goupille 3 par exemple actionne l'un ou l'autre des électro-aimants suivant que la goupille 3 succède à la goupille 1 ou à la goupille 2.

A cet effet, les tambours sont munis de chevilles métalliques disposées en hélice; en face de chaque tambour se trouvent trois lames de ressort, qui sont soulevées et mises ainsi en communication avec le tambour, l'électro-aimant correspondant et la terre; ces lames appartenant aux deux tambours sont reliées entre elles, 1 avec 1, 2 avec 2 et 3 avec 3, et avec les bornes d'entrée des trois lignes; les chevilles sont placées de sorte

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que deux lames de même numéro ne portent pas en même temps sur ces chevilles; celles-ci sont disposées de manière que les deux lames 1 étant hors contact (ce qui signifie que la goupille 1 du transmetteur vient d'envoyer un courant), la lame 2 du tambour de hausse et la lame 3 du tambour de baisse reposent sur les chevilles correspondantes, tandis que les lames 2 du tambour de baisse et 3 du tambour de hausse sont hors contact. Dans ces conditions, si la goupille 2 du transmetteur vient à plonger, le courant suit la ligne 2 et peut passer par la lame 2 sur le tambour et dans l'électro de hausse; si c'est la goupille 3, le courant passera dans l'électro de baisse, et si c'est la goupille 1 qui, à la suite d'une oscillation, vient plonger de nouveau après une émission, aucun courant ne passera; dès qu'un courant a passé, la roue à chevilles tourne d'une division, entraîne les tambours et leurs chevilles, met hors contact la lame par laquelle le courant vient de passer; le courant est immédiatement rompu, les armatures reviennent à leur position et l'appareil est prêt à recevoir un nouveau signal.

L'enregistreur à distance de niveau d'eau est construit sur un principe un peu différent, une des conditions imposées au constructeur étant de ne se servir que d'un seul fil pouvant transmettre en même temps des dépêches. Les deux électros de hausse et de baisse sont alors commandés par une pile locale; celle-ci actionne l'un ou l'autre suivant le sens du courant envoyé dans la ligne qui traverse un relais très sensible dont l'armature, oscillant entre les deux pôles d'un aimant fixe, vient buter contre des contacts situés de part et d'autre. Le transmetteur doit donc être construit de manière à envoyer des courants positifs ou négatifs chaque fois que le niveau de l'eau s'est élevé ou abaissé d'une quantité déterminée; dans ce but, un commutateur à double levier, dont les pointes en platine viennent plonger dans quatre bains de mercure, est incliné dans un sens ou dans l'autre.

Un petit plateau, percé de deux fenêtres, est monté sur un arbre; deux goupilles portées par un pignon fou sur le même arbre, et qui reçoit son mouvement du flotteur, produisent l'entraînement de l'arbre, quand elles viennent frapper les bords de la fenêtre; sur le même arbre est montée une bague qui reçoit un tube de verre contenant du mercure; quand le plateau a été entraîné par le pignon pendant un quart de tour, le tube devient horizontal, le mercure se déplace, le fait basculer, entraînant le plateau jusqu'à ce que les chevilles butent contre le bord opposé, en décrivant rapidement un quart de tour; le mouvement du plateau est transmis par un galet à l'axe du commutateur, qui revient à sa position d'équilibre dès que le plateau n'agit plus sous l'influence de contrepoids.

Chaque émission de courant est ainsi de très courte durée. Un second relais est embroché sur la ligne, mais le mouvement de son armature est ralenti par un rouage de telle sorte qu'elle n'ait pas le temps d'établir le contact pendant le passage du courant de l'indicateur; ce relais, destiné à faire marcher une sonnerie, n'entre en jeu que lorsqu'on envoie sur la ligne un courant prolongé, mais plus faible et insuffisant pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire marcher le relais du récepteur de l'indicateur; ce courant est produit par une pile spéciale ayant trois fois moins d'éléments que la pile du transmetteur. La sonnerie sert à indiquer si on veut se servir de la ligne pour envoyer des dépêches télégraphiques ou téléphoniques; et les connexions de cette ligne avec le commutateur sont telles que ce circuit n'est ouvert que pendant le temps où le courant du transmetteur passe, et est fermé dès que le commutateur revient à sa position d'équilibre.

La Société des téléphones de Zurich exposait un autre système; le flotteur fait tourner sur son axe un tambour portant à ses extrémités deux roues à rochet agissant chacune sur un levier; l'un de ces leviers obéit quand le flotteur monte, l'autre quand il descend. Ces leviers portent à l'autre extrémité un poids; après un parcours déterminé, le levier est soulagé et revient à sa position initiale; le poids en tombant détermine le mouvement d'une petite machine magnéto, envoyant à distance un courant qui fait mouvoir d'un degré l'indicateur de niveau.

M. Grivolas a combiné un récepteur à cadran qui fonctionne au moyen d'une palette aimantée à trois positions actionnant une ancre d'échappement, avec un enregistreur à cylindre vertical mû par une horloge supérieure et dont le style traceur est commandé par l'indicateur à cadran lui-même, au moyen d'un renvoi de mouvement. La force nécessaire étant assez considérable, c'est le courant d'une pile locale qui est envoyé dans l'un ou l'autre des deux électro-aimants moteurs au moyen d'un relais à palette aimantée à trois positions, actionnée par les courants de ligne.

Le transmetteur fournit une émission de courant à chaque variation de niveau de 0 m. 01, à l'aide d'un inverseur à disque et d'un contact assuré par la disposition suivante : une étoile à trois branches maintenue par un sautoir, dont une branche échappe sur les dents d'une roue à chevilles mue par le flotteur, met en action un petit rouage avec volant modérateur, assure le contact entre la branche du sautoir et un ressort spécial, puis rompt ce contact, en écartant le ressort par l'action d'une cheville fixée sur l'un des mobiles du rouage.

MACHINE À VOTER.

Dans la machine Debayeux, les signaux envoyés par chaque votant sont recueillis sur des frotteurs par la rotation d'un cylindre, et vont actionner électriquement un mécanisme compositeur chargé de faire saillir les noms tout composés dans l'une des trois colonnes préparées pour recueillir séparément les *oui*, les *non* et les bulletins blancs, et de placer en regard les nombres de votes déjà exprimés dans chaque colonne.

Chaque votant a à sa disposition un transmetteur à manette et à trois contacts comportant deux électro-aimants ayant pour fonctions : le premier, d'actionner un verrou d'enclenchement rendant impossible le changement de vote, lorsque le scrutin est clos; le second, de permettre à un ressort antagoniste de ramener la manette à son zéro, une fois le dépouillement terminé. (Voir plus loin la machine Edison.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ALLUMEURS.

L'allumeur de M. Née est d'un fonctionnement simple, mais il suppose un robinet spécial dont le boisseau est relié par la canalisation du gaz au pôle négatif d'une pile; ce robinet, quand on le tourne, doit d'abord ouvrir à moitié le bec à allumer, puis un petit brûleur latéral, ensuite une tige fixée sur le robinet vient rencontrer un petit ressort relié au pôle positif de la pile; en continuant à ouvrir, cette tige lâche le ressort, et l'étincelle de rupture détermine l'inflammation du petit brûleur qui allume le bec; enfin, en continuant d'ouvrir le robinet, le brûleur est fermé et éteint, quand le bec principal est ouvert aux trois quarts.

Un grand nombre d'autres allumeurs, les uns dans lesquels le courant fait rougir un fil de platine, les autres dans lesquels une rupture de courant fait naître une étincelle allumant une lampe à essence, étaient exposés par la plupart des fabricants de sonneries et autres appareils domestiques. On en voit encore combinés avec un réveil; en même temps que la sonnerie est actionnée, le courant passe dans une lampe de faible voltage.

INVENTIONS DIVERSES DE L'EXPOSITION EDISON.

La plume électrique est un tube creux traversé par une tige d'acier pointue qui reçoit un mouvement très rapide de va-et-vient d'un petit moteur électrique fixé à la partie supérieure du tube. Le papier sur lequel on écrit, à la manière ordinaire, est alors perforé et l'écriture peut être reportée sur une autre feuille en passant dessus un rouleau encré. Le miméographe donne également des traits constitués par une série de points rapprochés; c'est une planche d'acier dont la surface a été taillée comme celle d'une lime très fine; le papier, très fin, destiné à la reproduction, est placé dessus, et on écrit avec une pointe mousse.

Dans la machine à voter, chaque votant a sous la main un commutateur à deux directions, aux touches duquel correspondent deux plaques métalliques portant le nom du votant en saillie; l'ensemble de ces plaques forme deux colonnes, celle de gauche, par exemple, correspondant aux touches de gauche et au vote *oui*. Une feuille de papier préparé chimiquement est tendue sur ces plaques, et on fait passer dessus un rouleau de fer relié au pôle positif de la pile; les noms des votants sont alors imprimés sur la feuille de papier et distribués dans les colonnes des *oui* et des *non*.

Le galvanomètre apériodique est fondé sur la dilatation d'un fil traversé par un courant; l'appareil est renfermé dans un tube de verre purgé d'air; l'une des extrémités du fil est scellée dans le verre, l'autre est enroulée autour d'un petit arbre vertical en aluminium portant un miroir et pivotant dans deux pièces de platine, dont l'une est prolongée par un fil traversant le verre et qui amène le courant.

Le phonomoteur : une tige de cuivre, fixée normalement sur le diaphragme d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

embouchure ordinaire de téléphone, porte à son extrémité libre un doigt agissant sur une roue à rochet; la roue tourne rapidement quand un son est émis dans l'embouchure; son mouvement était transmis à un disque divisé en secteurs colorés.

La variation de résistance du charbon, sous l'influence de la pression, a été utilisée par M. Edison pour la construction de rhéostats, qu'il emploie en télégraphie dans son système quadruplex, et pour la construction d'un relais dans lequel l'armature d'un électro-aimant, qui reçoit le courant de la ligne, comprime plus ou moins un rhéostat à charbon placé sur le circuit local. Le même principe entre en jeu dans le tasimètre; une dilatation, insignifiante, peut être mise en évidence par le changement de résistance d'une pastille de charbon comprise entre deux plaques de platine dont l'une est fixe, tandis que l'autre reçoit la pression du corps qui s'échauffe; il est inutile de rappeler ici l'usage qu'il en fait dans ses transmetteurs téléphoniques.

XVI

CONDUCTEURS.

Les conducteurs en fer ne sont usités que pour la télégraphie; les distributions d'électricité emploient seulement du cuivre de haute conductibilité; pour les lignes téléphoniques aériennes et pour quelques lignes télégraphiques, on fait usage de composés connus sous le nom de *bronze phosphoreux*, *siliceux* ou *chromé*.

Fer. — La Direction des postes et télégraphes exposait dans son pavillon quelques couronnes de fil de fer provenant des usines de la Société de Commentry-Fourchambault, des Forges de Châtillon-Commentry, des Forges de Franche-Comté et de celles d'Eurville. Ces fils, de 0 m. 001 à 0 m. 005 de diamètre, doivent avoir une résistance inférieure à 156 ohms par kilomètre, pour 0 m. 001 de diamètre; les charges de rupture sont respectivement 30, 250, 440 et 650 kilogrammes, pour les diamètres de 0 m. 001, 0 m. 003, 0 m. 004, 0 m. 005; l'allongement 6 p. 100, et les fils doivent supporter 8, 5, 4 et 3 pliages consécutifs sans rupture.

Cuivre. — MM. Mouchel, Lazare Weiller et la Société des Forges de Saint-Denis exposaient leurs produits; l'administration française accepte des résistances de 40 à 42 kilogrammes par millimètre carré et admet une résistance de 21.4 ohms à zéro par kilomètre pour le fil de 0 m. 001 de diamètre; mais ces fabricants produisent aussi du cuivre supérieur; tel est, par exemple, celui de M. Mouchel, dont le cuivre pur aurait une résistance de 19.43 ohms par kilomètre à zéro, une résistance à la rupture de 22.5 kilogrammes et 35 à 38 p. 100 d'allongement.

Sous le nom de *bronze silicieux*, M. Lazare Weiller produit des conducteurs dont la conductibilité et la résistance mécanique varient dans des limites très étendues; ainsi,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un fil de 11/10 de millimètre, dont la longueur était de 1,770 mètres, avait une résistance de 39.5 ohms, soit une conductibilité de 43 p. 100 de celle du cuivre et une résistance mécanique de 76 kilogrammes par millimètre carré, tandis qu'un autre échantillon de bronze silicieux a une conductibilité de 102.1 p. 100 et une résistance à la rupture de 41 kilogrammes.

Les bronzes chromés de M. Mouchel peuvent avoir aussi une grande conductibilité (98.5 p. 100) avec une charge de rupture de 45 kilogrammes, ou une conductibilité moindre (35 p. 100) et une plus grande ténacité (75 kilogrammes).

Le même fabricant a étudié les alliages de cuivre et de magnésium et leur assigne des conductibilités de 95 à 51 p. 100, avec des résistances mécaniques de 51 à 95 kilogrammes par mètre; un alliage de cuivre et de tellure au millième possède une conductibilité voisine de celle du cuivre pur et une charge de rupture de 41 kilogrammes.

L'étude des modifications que de très petites quantités de métaux étrangers alliés au cuivre produisent dans ses propriétés électriques et mécaniques remonte déjà assez loin. M. Montefiore Lévi en a été l'initiateur, et le bronze phosphoreux qu'il fabrique dans ses usines de Belgique est employé concurremment aux bronzes dont il vient d'être parlé pour les lignes aériennes, où la résistance à la rupture doit être prise en considération autant que la conductibilité.

Ponr obtenir ces qualités, on avait déjà employé des fils où le cuivre et l'acier étaient associés, mais sans réussir à produire entre les deux métaux une adhérence suffisante.

Les fils Martin, en cuivre rouge à âme d'acier, sont très supérieurs aux fils bimétalliques obtenus jusqu'ici.

Voici les résultats d'expériences faites sur deux types.

Diamètre	1^{mm} 29	3^{mm}
Charge de rupture	84.5^{kilogr}	388^{kilogr}
Allongement par mètre	37 à 53^{mm}	28^{mm}
Pliages sur un rayon de 0 m. 005	50 à 60	20 à 24
Conductibilité par rapport au cuivre	66 p. 100	60 p. 100

M. Mouchel fabrique également des alliages de très grande résistance électrique, tels que le cuivre arsenié; un échantillon de fil d'un demi-millimètre de diamètre possède une résistance de 2,235 ohms par kilomètre, avec un coefficient de température de 0.0258 par 100 degrés: ce métal peut se travailler en fil très fin; son exposition renfermait des fils de 17 millièmes de millimètre.

Les câbles souterrains employés par l'Administration française des postes et télégraphes sont fabriqués par la Société générale des téléphones, M. Menier, et l'India Rubber gutta percha and telegraph works C°, dans ses usines de Persan-Beaumont. Les câbles télégraphiques sont formés de 3, 5, 7 ou 14 conducteurs câblés ensemble, recouverts d'un guipage de coton tanné, puis d'un guipage de jute tanné, d'un ruban

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de coton goudronné et d'un ruban de coton tanné. Ces câbles sont posés dans des tuyaux de fonte en tranchée, ou exceptionnellement posés sur le sol de la tranchée; on les recouvre alors d'une armature en fil de fer. Les câbles posés en égout sont recouverts de plomb, au lieu du coton ou du jute tannés. Les conducteurs sont formés de 7 fils de cuivre de 0 m. 0005 à 0 m. 0007 de diamètre, câblés et recouverts de deux couches de gutta alternant avec deux couches de composition Chatterton, ce qui donne à chaque conducteur un diamètre de 0 m. 0035 à 0 m. 005. L'isolement est de 600 mégohms à 24 degrés centigrades et la capacité de un quart à un tiers de microfarad.

Les câbles téléphoniques souterrains de la Société des téléphones sont isolés à la gutta ou au caoutchouc, quand ils peuvent être en contact avec des eaux chaudes, guipés de coton de couleurs variées et, enfin, mis sous plomb de 0 m. 0015 d'épaisseur; pour les paquebots, l'isolant est du caoutchouc vulcanisé, les câbles sont protégés par une armature en fils de cuivre, tandis que la téléphonie militaire emploie du caoutchouc pur, protégé par un guipage imprégé d'une composition isolante.

La même Société exposait quelques conducteurs isolés par des filins et des rubans enduits, pour les distributions à basse tension dans les endroits humides et chauds; le câble est recouvert de caoutchouc, d'un ruban caoutchouté, d'une tresse et d'un enduit protecteur; le fil de retour du voltmètre, pour les distributions par alimentateurs, est maintenu par un guipage de filin imprégné d'asphalte; des câbles où le conducteur est protégé par une épaisseur de caoutchouc atteignant 0 m. 01 (distribution Popp, par machines Thomson Houston), et enfin, un câble concentrique (section du cuivre : 50 millimètres carrés); diamètre total : 0 m. 042, pour courants alternatifs à 2,000 volts.

M. Mouchel fabrique un câble aérien à deux conducteurs concentriques pour téléphone, imaginé par M. Sieur : c'est un fil métallique recouvert d'une tresse isolante, et enfermé dans un tube métallique obtenu en passant à la filière ce conducteur préalablement entouré d'un ruban de bronze.

Les câbles souterrains employés à l'éclairage sont, en Amérique, souvent enfermés dans des tuyaux de fonte, débouchant dans des trous d'homme, à fermeture hermétique, où se font les branchements.

La Compagnie américaine Edison avait exposé tous les détails de sa canalisation; les conducteurs sont des tiges cylindriques de cuivre nu, placées dans un tuyau en fer et séparées par des cordes en chanvre; quand une section est posée, on coule dans les tuyaux une composition isolante, formée de bitume et d'huiles lourdes, qui reste visqueuse à la température ordinaire.

L'Electrical Subway C° creuse des tranchées qu'on remplit de béton dans lequel on ménage pendant le remplissage de longs tubes horizontaux et où on introduit les câbles après prise du ciment.

L'Indurated fibre C° exposait des conduites en bois préparé et durci; le bois est privé de sa sève et injecté de liquide isolant. D'après les indications fournies par la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Compagnie, ces conduites, parfaitement étanches, ne seraient altérées ni par l'eau, ni par les acides, ni par la chaleur et seraient très économiques; le jury n'a pu se procurer aucun renseignement sur leur durée.

Les jonctions des fils sont, pour les conducteurs de petites dimensions, faites sans soudure par torsion simple ou ligature; dans la section américaine étaient exposés deux procédés pour améliorer les contacts ainsi obtenus : procédé M'Intire; les extrémités des fils à réunir sont introduites dans deux petits tubes de cuivre mince, préalablement soudés entre eux et l'ensemble est tordu; procédé C. Hering, dit *vice group coupling;* une plaque de cuivre de 0 m. 001 environ d'épaisseur est repliée sur elle-même de manière à former aussi deux tubes sur chacun de ses bords; les bouts à réunir sont introduits dans ces tubes et le tout plié dans un étau à main de manière à appliquer ces tubes l'un contre l'autre; les deux fils sont alors fortement serrés contre les parois de ces tubes. (Exposé par Electrical supply C°.)

MM. Gaiffe, Houry et Aboilard fabriquent également à la filière de diamant des fils très fins en alliages de haute résistance.

Les conducteurs nus ne sont employés, en général, que pour les lignes aériennes; cependant M. Crompton, à Londres, et quelques sociétés, à Paris, emploient des câbles en cuivre nu, placés sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en ciment, pour la distribution.

En général les conducteurs recouverts sont préférés. L'importance et la nature du recouvrement varient, suivant l'usage auquel ils sont destinés, depuis un simple guipage en coton et en soie, pour la sonnerie ou les lampes à incandescence à basse tension, jusqu'aux enveloppes épaisses de gutta ou de caoutchouc renfermées dans un tube en plomb, protégé lui-même par une armature en fer contre les actions mécaniques. L'India Rubber gutta percha and telegraph works Company (Silvertown et Persan), en Angleterre et en France; John Fowler, de Leeds; Henley, d'Angleterre; les Sociétés Paterson, Okonite et Cobb, aux États-Unis; MM. Menier; la Société des téléphones (usines Rattier), sont les maisons les plus puissamment organisées pour la fabrication des gros câbles à haut isolement, dont les produits étaient exposés. MM. Grellou, Martiny et Geffroy fabriquent plus spécialement des câbles à lumière.

Le caoutchouc pur est ordinairement appliqué à froid sur le conducteur par le procédé Siemens; deux rubans de caoutchouc sont disposés longitudinalement de chaque côté du fil; les bords, coupés par des poulies à gorge, sont rapprochés en passant entre deux cylindres et se soudent; MM. Grellou appliquent le caoutchouc ramolli à chaud (100 degrés environ) par passage à la filière.

L'Okonite C° recouvre le fil d'une mince couche d'ébonite; elle emploie comme isolant dans ses câbles souterrains un produit obtenu par l'action d'hydrocarbures naturels sur le caoutchouc.

Le procédé Cobb fournit des câbles sous plomb où le seul diélectrique est de l'ébonite; ces câbles auraient jusqu'à 30,000 mégohms de résistance d'isolement par kilo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre, d'après M. Hering. Un mélange de caoutchouc et de soufre est préparé en forme de tube mou qui est recouvert ensuite de plomb à la filière; pendant ce passage à la filière, le tube est rempli d'air comprimé à une pression suffisante pour maintenir sa forme; la température doit être inférieure à celle où le soufre et le caoutchouc réagissent; le tube entouré de plomb est ensuite chauffé sous pression intérieure, jusqu'à la température nécessaire pour que la réaction ait lieu; on le laisse refroidir et le conducteur en cuivre est ensuite introduit dans le tube d'ébonite. Ces tubes ont des longueurs de 80 à 100 mètres correspondant à la distance maximum des trous d'homme dans les canalisations américaines.

Le câble Paterson est employé par la Western Union C°, aux États-Unis; les différents conducteurs téléphoniques sont entourés de coton paraffiné et placés dans des tuyaux en plomb.

L'isolant des câbles Tatham, fabriqués par J. Fowler, de Leeds, est du coton séché traité par des hydrocarbures et mis sous plomb; cet isolant suffirait pour donner un isolement de 2,000 mégohms par mille ou 3,000 mégohms par kilomètre sous une épaisseur de trois quarts de millimètre; des câbles téléphoniques à 64 conducteurs ont été posés dans la baie de Delaware, en 1886, et se sont bien comportés depuis lors. Ces qualités se conservent avec le temps. Un câble sous plomb, simplement posé en terre en novembre 1886, aurait eu, en avril 1887, une capacité de 0.230 microfarad et une résistance de 15,000 mégohms par mille, et un an après une capacité de 0.233, une résistance de 20,000; enfin, dans des essais faits récemment avec des courants alternatifs, un câble de 0 m. 006 d'isolant aurait résisté à des tensions de 10,000 volts.

Dans les câbles télégraphiques sous-marins de M. Henley, le cuivre, d'abord recouvert de caoutchouc pur, puis de compositions isolantes dites *séparateur,* est enfin recouvert d'ozokérite pure et enveloppé d'une couche de feutre imbibée de la même matière.

Les câbles Fortin-Hermann sont composés de fil de cuivre, passant dans des olives en bois paraffiné, formant un chapelet; le tout est enfermé dans un tube en plomb; l'isolement (1,500 à 10,000 mégohms par kilomètre) et surtout la très faible capacité de ces câbles (0.04 microfarad par kilomètre) les rendent éminemment propres aux transmissions téléphoniques.

Les grandes maisons anglaises qui ont eu jusqu'ici le monopole de la construction des câbles sous-marins n'avaient pas exposé leurs produits. Les échantillons de M. Henley, un échantillon d'un câble de M. Menier, posé en 1877 entre le Havre et Honfleur; un autre du câble des Antilles, de la Société des téléphones, auraient seuls représenté cette importante industrie, si l'Administration française n'avait exposé un modèle des machines employées dans ses ateliers de la Seyne pour le recouvrement des âmes de câble par deux couches de jute, l'armature de fer et trois couches alternées de toile goudronnée et de composition bitumineuse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La même Administration exposait une photographie d'un navire employé par elle à la réparation des câbles et à la pose des câbles côtiers.

La Commercial cable C° exposait aussi le modèle du *Mackay-Bennett,* navire qu'elle emploie à la réparation de ses câbles sous-marins.

Les supports des lignes aériennes se font en bois ou en fer pour les réseaux téléphoniques aériens dans les villes. M. Berthot emploie des herses posées sur les toits comme des selles, sans attache avec la charpente des édifices, et maintenues par des haubans et les fils téléphoniques eux-mêmes.

M. Lazare Weiller et la Société de Fives-Lille ont proposé des poteaux en fer; M. Boutard exposait un potelet en fer cornière; un des côtés est percé de trous pour recevoir les tiges de scellement, l'autre a des trous destinés à recevoir les consoles des isolateurs.

M. André emploie pour les fils téléphoniques des herses composées d'une hampe formée de deux fers en U entre lesquels on place les traverses horizontales et des tourelles de concentration de même système.

M. Beau a exposé une sourdine dont l'action est très efficace. Le fil de ligne est recouvert de chanvre et placé dans un tube en caoutchouc; le tout est placé dans un tube en plomb et réuni à l'isolateur par un collier de caoutchouc également recouvert de plomb.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

Composition du jury 463

Introduction 465

PREMIÈRE PARTIE.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE.

Généralités 467

I. Piles et accumulateurs 469
- Piles 469
- Accumulateurs 479

II. Machines dynamos 485
- Machines à courants continus 485
- Induits 485
- Inducteurs 491
- Poids et pertes 496
- Machines à courant redressé 502
- Transformateurs à courant continu 503
- Machines à courants alternatifs 504
- Appareils du professeur Elihu Thomson 506
- Description de quelques machines 509

III. Accessoires et appareils de sûreté 513
- Interrupteurs 513
- Plombs fusibles 515
- Interrupteurs automatiques 516
- Paratonnerres 516
- Accouplements 517

IV. Appareils de mesure 519
- Appareils à aimant permanent 520
- Appareil à cadre mobile 521
- Appareils sans aimant permanent 522
- Appareils sans fer 523
- Mesure des champs magnétiques 525

V. Réglage des machines 526

VI. Éclairage 533
- Lampes à arc 533
- Lampes à électro unique 535

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lampes avec électros distincts de réglage et d'allumage..... 539
Lampes à moteur électrique à action intermittente..... 542
Lampes à moteur électrique à action continue..... 544
Suspension des lampes..... 547
Charbon..... 548
Bougies Jablochkoff..... 548
Lampes à incandescence dans l'air..... 549
Lampes à incandescence dans le vide..... 550

VII. Procédés de distribution..... 553
Distribution à courant constant..... 553
Distribution à potentiel constant..... 554
Distribution avec accumulateurs..... 557
Onduleur Solignac..... 561

VIII. Compteurs..... 562

Compteur de temps..... 562
Compteur chimique..... 562
Compteur Aron..... 563
Compteur Elihu Thomson..... 564
Compteurs à moteurs..... 565
Compteurs à totalisateur..... 565
Compteur Brillé..... 568

IX. Applications mécaniques..... 570
Ascenseur. Treuil. Marteau-pilon. Cabestan. Riveuse..... 570
Grues. Ponts roulants. Tramways..... 573

X. Autres applications..... 576
Dépôts électrolytiques..... 576
Soudure électrique..... 578
Exploseurs..... 579
Trieuses magnétiques..... 580

DEUXIÈME PARTIE.

TRANSMISSION DES SIGNAUX ET DE LA PAROLE.

Généralités..... 582

XI. Télégraphie..... 586
Récepteurs Morse..... 586
Parleurs..... 587
Relais..... 590
Appareil automatique Meyer..... 592
Appareil Nault..... 593
Appareils multiples..... 595
Transmissions simultanées..... 599
Appareils autographiques..... 601
Transmissions par câbles sous-marins..... 602

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rappels ... 604
Sténo-télégraphie ... 606

XII. Téléphonie ... 608
Téléphones ... 608
Microphones ... 610
Appels ... 612
Annonciateurs ... 613
Bureaux centraux ... 614
Postes embrochés ... 616
Téléphonie et télégraphie simultanées ... 617
Phonosignal ... 619

XIII. Phonographes ... 620

XIV. Applications aux chemins de fer ... 622
Manœuvre des signaux-cloches ... 622
Disques ... 623
Contrôle des aiguilles et disques ... 624
Pédales. — Contrôle des trains en marche ... 625
Appareils de correspondance ... 627
Block-system ... 629
Enclenchements électriques ... 630

XV. Horlogerie, avertisseurs et divers ... 634
Horloges électriques ... 634
Sonnerie à distance ... 636
Remise à l'heure ... 636
Synchronisation ... 637
Avertisseurs d'incendie. Transmetteurs d'ordres ... 638
Avertisseurs de température ... 639
Avertisseurs pour coffre-fort ... 640
Appareils enregistreurs à distance ... 641
Machines à voter ... 643
Allumeurs ... 644
Inventions diverses d'Edison ... 644

XVI. Conducteurs ... 645

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 63

Matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture

---

RAPPORT DU JURY INTERNATIONAL

PAR

M. ÉD. COLLIGNON

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPOSITION DU JURY.

MM. Baïhaut, *Président*, député	France.
Raeve (de), *Vice-Président*, inspecteur général, administrateur des ponts et chaussées	Belgique.
Collignon, *Rapporteur*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, inspecteur de l'École nationale des ponts et chaussées	France.
Hasse (J.-H.), *Secrétaire*, architecte	Belgique.
Delval (Eugène), manufacturier	Tunisie.
Wilkinson (A.-G.)	États-Unis.
Leslie (Sir Bradford), K. C. J. E., ingénieur civil	Grande-Bretagne.
Recopé (Edmond), ancien ingénieur de la marine	Maroc.
Van Zuylen, Vice-Président de la Commission néerlandaise	Pays-Bas.
Niermans (E.), architecte, membre de la Commission néerlandaise	Pays-Bas.
Reaux (E.)	Saint-Marin.
Fabre (Cyprien), président de la Chambre de commerce de Marseille	France.
Guillemain, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur de l'École nationale des ponts et chaussées	France.
Guillotin, président du tribunal de commerce de la Seine	France.
Humblot, ingénieur en chef des ponts et chaussées	France.
Jolly (César), constructeur, médaille d'or à l'Exposition de Paris en 1878	France.
Michau, entrepreneur de travaux publics, membre du jury à l'Exposition de Paris en 1878	France.
Molinos, ingénieur civil, ancien président de la Société des ingénieurs civils	France.
Mozet, entrepreneur de travaux publics, membre du jury des récompenses à l'Exposition de Paris en 1878	France.
Reymond (Francisque), sénateur, membre du comité de l'exploitation technique des chemins de fer	France.
Rousseau, inspecteur général des ponts et chaussées	France.
Trélat (Émile), architecte, professeur au Conservatoire national des arts et métiers, directeur de l'École spéciale d'architecture, membre du jury des récompenses à l'Exposition de Paris en 1878	France.
Michel (Alfred), *suppléant*	Brésil.
Salazar (Luis), *suppléant*, ingénieur	Mexique.
Zilcken (Ch.-L.-Ph.), *suppléant*	Pays-Bas.
Dervillé, *suppléant*, marbrier, juge au tribunal de commerce de la Seine	France.
Famchon, *suppléant*, administrateur-directeur de la Société des ciments français de Portland, médaille d'or à l'Exposition de Paris en 1878	France.
Fouinat, *suppléant*, administrateur de la Compagnie des ardoisières d'Angers, médaille d'or à l'Exposition de Paris en 1878	France.
Hermant, *suppléant*, architecte du département de la Seine	France.
Moisant, *suppléant*, ingénieur, constructeur de travaux publics, médaille d'or à l'Exposition de Paris en 1878	France.
Pérouse, *suppléant*, ingénieur en chef des ponts et chaussées	France.

Imprimerie nationale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MATÉRIEL ET PROCÉDÉS

DU GÉNIE CIVIL, DES TRAVAUX PUBLICS

ET DE L'ARCHITECTURE.

INTRODUCTION.

La classe 63, d'après sa définition officielle, renfermait le matériel et les procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture. Sous ce titre très général, elle comprenait un très grand nombre d'objets, de grandeur et d'importance diverses, disséminés en tous les points de l'enceinte de l'Exposition. On y comptait 1,350 exposants environ, répartis irrégulièrement dans les palais et les jardins du Champ de Mars, dans l'esplanade des Invalides, sur les berges de la Seine, et enfin au Trocadéro. La classe 63 comprenait des échelles, des bottes d'égoutier, des robinets, des coffres-forts, les modèles des travaux publics les plus récents, les palais de l'Exposition, la tour Eiffel et les pavillons élevés çà et là. L'étendue d'un programme composé d'éléments aussi disparates rendait le travail du jury singulièrement difficile; il n'existe pas, en effet, de commune mesure entre des objets si divers par leur usage, leurs dimensions, leur importance. Le jury des récompenses a attribué des notes numériques à chaque exposition considérée en particulier, et ce sont ces notes qui, proposées après discussion en séance plénière, puis discutées de nouveau devant le jury de groupe et devant le jury supérieur, ont conduit à dresser la liste définitive des prix. Une autre difficulté qu'a rencontrée le jury de la classe 63 est celle qui résulte de la dissémination des exposants; ils n'étaient pas groupés, tant s'en faut, de manière à faciliter les recherches. Sauf dans quelques régions privilégiées, il a fallu pour ainsi dire les chercher un à un; plus d'un exposant n'a pu être averti en temps utile du passage du jury. De là de nombreuses réclamations, et des visites multiples, qui ont contribué à accroître dans une large mesure le travail du jury d'examen.

Les récompenses attribuées aux exposants comprennent des grands prix ou diplômes d'honneur, des médailles d'or, d'argent et de bronze, et enfin des mentions honorables.

La liste définitive des récompenses décernées aux exposants de la classe 63 comprend :

Diplômes d'honneur	41
Médailles d'or	137
A reporter	178

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Report	178
Médailles d'argent	250
Médailles de bronze	171
Mentions honorables	183
Récompenses	782

ce qui représente, comme proportion au nombre total d'exposants :

Diplômes d'honneur	3.03 p. 100.
Médailles d'or	10.14
Médailles d'argent	18.51
Médailles de bronze	12.67
Mentions honorables	13.56
Exposants récompensés	57.91

Si l'on compare ces nombres à ceux de l'Exposition de 1878, dans la classe 66, qui correspond à la classe 63 de l'Exposition de 1889, on arrive aux rapports suivants :

DÉSIGNATION.	EN 1878.	EN 1889.	RAPPORTS POUR 100 EXPOSANTS. 1878.	RAPPORTS POUR 100 EXPOSANTS. 1889.
Diplômes d'honneur et grandes médailles	38	41	2.57	3.03
Médailles d'or	127	137	8.61	10.14
Médailles d'argent	293	250	19.86	18.51
Médailles de bronze	251	171	17.01	12.67
Mentions honorables	285	183	19.32	13.56
Nombre total des récompenses	994	782	67.37	57.91

En dehors de la série des récompenses, on a laissé « hors concours » un certain nombre d'exposants. En principe, toute maison, toute société dont un directeur, un administrateur délégué, faisait partie de l'un quelconque des jurys, devait être déclarée hors de concours. Telle est la règle. Elle a souffert en réalité quelques exceptions motivées par des circonstances spéciales, et sur lesquelles l'administration supérieure a statué par voie de décision particulière. Deux courants en sens inverses se sont manifestés à cette occasion. Certaines sociétés, placées hors de concours, ont demandé à être classées et admises aux récompenses; d'autres, au contraire, ont réclamé la mise hors concours, en la considérant comme constituant à elle seule une sorte de récompense supérieure à toutes les autres. Il y a eu 18 exposants mis hors concours dans la classe 63, un peu moins de 1 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Outre les exposants mis hors concours, et échappant pour cette raison aux appréciations du jury, on n'a pas examiné les expositions qui se rapportaient exclusivement à des projets, lorsque ces projets n'avaient pas reçu au moins un commencement d'exécution. Quel que soit son mérite, un projet reste soumis, jusqu'à la décision qui l'approuve ou le rejette, à la discussion devant l'autorité compétente et devant tous les intéressés. Le jury ne peut que conserver une stricte neutralité dans les questions pendantes, sans faire, par les récompenses qu'il accorderait, pencher la balance en faveur de l'une des solutions rivales.

Le présent rapport a pour objet de conserver une trace des opérations du jury et de rendre compte des observations qui lui ont été suggérées par l'examen des expositions particulières. L'étendue du programme à remplir et la diversité des sujets à traiter exigent que ce compte rendu soit sommaire; autrement il pourrait s'allonger démesurément, et il courrait grand risque de se perdre dans les détails. Nous nous bornerons donc à passer rapidement en revue, dans les pages suivantes, la série des objets exposés, en essayant de les classer avec un peu d'ordre, et en nous limitant d'ailleurs dans chaque matière à ceux qui nous paraissent présenter le plus d'intérêt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE PREMIER.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.

CARRIÈRES, PIERRES NATURELLES.

L'Exposition de 1889 renfermait de nombreux échantillons des pierres exploitées en France et dans les pays voisins. Nous commencerons par citer les maisons les plus importantes qui fournissent les pierres pour les travaux de maçonnerie.

Au premier rang on peut placer la maison Civet, Crouet, Gautier et Cie, dont le siège est à Paris. Elle exploite trente-trois centres différents, réunis en huit groupes qui comprennent chacun plusieurs carrières. Le groupe lorrain renferme les carrières de la Meuse, Euville, Lérouville, ...; puis viennent les groupes de l'Aisne, de la Marne, des départements de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise, de la Côte-d'Or, de l'Yonne et des Charentes. Comme importance de production, la maison Civet accusait un volume total de 1,828,935 mètres cubes de pierre de taille, expédiés à la fin de l'année 1888. Elle fournit à Paris les deux tiers des pierres qui y sont annuellement mises en œuvre; elle approvisionne les principales villes de France, et ses produits pénètrent en Belgique, en Hollande, en Allemagne, etc. Les ingénieurs et architectes belges admettent les pierres blanches de la maison Civet concurremment avec les pierres noires si abondantes dans leur pays. Diverses mesures prises par la maison contribuent à assurer le bien-être et l'avenir des ouvriers qu'elle emploie dans ses carrières : logement gratuit avec jardin que l'ouvrier peut cultiver, caisse d'assurances, caisse de secours, maison d'école pour les enfants, toutes ces institutions bienfaisantes montrent la sollicitude de MM. Civet, Crouet et Gautier envers leur nombreux personnel d'ouvriers.

Citons parmi les autres maisons importantes pour la production des pierres de taille la maison Renard et Fèvre qui possède dans le département de l'Yonne la carrière de Chassignelles; la maison Yvon frères qui exploite une carrière de granit à Bécon, près d'Angers; la maison Quesnel fils (Pascal), à Meulan, qui expose des meulières et des pierres de Saillancourt; à Paris, la maison Cochois, qui expose des pierres de Bourgogne, les unes brutes, les autres sciées, taillées, façonnées de diverses manières; la maison Armand Rocle, qui possède une usine à vapeur pour scier et polir le granit, et expose des monuments funéraires; la Société anonyme des carrières de porphyre de Saint-Raphaël, dans le département du Var; la maison Pradelle frères, à Chomérac (Ardèche), qui expose des blocs de pierre et des pierres taillées, et, comme échantillon de ses produits artistiques, une fontaine monumentale surmontée d'un obélisque monolithe; M. Paris (Charles), à Gy (Haute-Saône), qui exploite la carrière de la Jeu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nesse, et expose un monument funèbre; la maison J. Cavallier, à Troyes, qui exploite les carrières de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or); le Syndicat des grandes carrières du Poitou, qui possède les carrières de la Vienne, etc.

L'exposition belge renfermait de nombreux spécimens des pierres noires, de nature calcaire, auxquelles on donne improprement le nom de *petit granit*. Nous citerons notamment, parmi les producteurs belges, l'Union des maîtres des carrières du petit granit, la Société anonyme des carrières du Hainaut, la maison Wincqz et Cie qui, toutes trois, ont leur siège à Soignies. La maison Wincqz nous a présenté comme échantillon un dodécaèdre régulier en pierre, dont les douze faces ont reçu chacune une taille différente, depuis la plus rugueuse jusqu'à la plus polie, et qui montre d'une façon saisissante les ressources de la pierre du Hainaut au point de vue des effets qu'elle peut produire. Nous devons mentionner encore, avant de quitter la Belgique, la chapelle en granit de M. Bouchez-Béru, à Écaussines, et l'exposition de la Société des carrières de porphyre, à Lessines.

Dans l'exposition suisse, on peut citer l'exploitation de la serpentine du Saint-Gothard, par MM. A. Schupisser et Meyer, de Zürich.

Les marbres étaient représentés à l'Exposition par la maison Dervillé et Cie, à Paris, mise hors de concours par suite de la désignation de M. Dervillé comme membre du jury. Cette importante maison exploite aujourd'hui vingt-trois espèces différentes de marbre. Elle a des ateliers d'extraction organisés en Belgique, en Grèce, en Italie, où elle possède plus de cinquante carrières, parmi lesquelles figurent celles de Carrare et de Massa. Elle occupe plus de 2,000 ouvriers.

La Société anonyme des marbreries et ardoisières de Laruns et Gère Belestan expose les marbres nouvellement exploités de la vallée d'Ossau (Basses-Pyrénées).

Dans l'exposition anglaise, on remarquait les marbres de MM. Farmer et Brindley, à Londres.

Dans l'exposition tunisienne, la Société des carrières romaines de Schemton, qui exploite les carrières de marbre renfermant le jaune de Numidie et le vert bigarré jaspé ancien, avait placé de beaux échantillons de ses produits dans le patio du principal corps de bâtiment de la section tunisienne.

Dans l'exposition finlandaise, on remarquait de belles colonnes de granit d'un seul morceau.

Enfin on pouvait admirer dans l'exposition italienne la porte et la colonne de granit de M. Antonio Cirla.

Nous indiquerons, en finissant ce paragraphe, un progrès notable qui tend à s'introduire depuis quelques années dans les habitudes des constructeurs de Paris. Au lieu d'amener à pied d'œuvre d'énormes blocs, que l'on coupait pour en tirer les morceaux nécessaires à la construction, on fait de préférence aujourd'hui la coupe des pierres dans la carrière, et les pierres taillées prêtes à être mises en place sont seules apportées au lieu d'emploi. Cette méthode restreint l'étendue des chantiers, prévient l'en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

combrement qui tend toujours à s'y produire, et économise sur tous les déchets de la taille les frais de transport et les frais d'octroi.

CHAUX ET CIMENTS.

La production des chaux et des ciments, toujours en progrès, a pris dans ces dernières années un développement considérable. Elle était représentée à l'Exposition par de nombreuses maisons.

Au point de vue spécial des chaux hydrauliques on doit mettre en première ligne la maison Pavin de Lafarge, à Viviers (Ardèche), qui fournit la chaux du Teil à presque tous les travaux publics, et dont la réputation est solidement établie depuis de longues années. Elle avait exposé, outre les échantillons bien connus de ses produits, un plan en relief de son exploitation. Viennent ensuite la Société des chaux hydrauliques naturelles de l'Ouest, propriétaire des établissements de Senonches (Eure-et-Loir) et de Laigle (Orne); la Société des chaux hydrauliques de Beffes (Cher), qui a joint à sa fabrication celle des ciments; la Compagnie des ciments et chaux du bassin d'Argenteuil, à Argenteuil (Seine-et-Oise); la maison Ch. Fisson et C^ie^, qui produit à Xeuilley (Meurthe-et-Moselle) une chaux hydraulique fort appréciée dans l'est de la France; la Société anonyme de Contes-les-Pins (Alpes-Maritimes), qui produit à la fois des chaux hydrauliques et des ciments, et qui se fait remarquer par la bonne installation de ses usines. La maison Nivet J.-B. Albin, à Marans (Charente-Inférieure), expose une collection de pierres et de fossiles; elle produit des chaux, et expose un appareil d'essai des ciments et des chaux par traction sur des briquettes.

Venons aux ciments. La Société des ciments français et des portlands de Boulogne-sur-Mer et de Desvres, dirigée par M. Famchon, continue à être à la tête de cette production. Elle était placée hors concours, M. Famchon étant membre du jury. Ses trois usines, de Boulogne, de Desvres et de Nesles, fabriquaient annuellement en 1878 une quantité de ciment évaluée à 75,200 tonnes; elles en fabriquent aujourd'hui 140,000 tonnes, ce qui double presque la production. M. Candlot, ingénieur-chimiste qui donne à la Société des ciments sa collaboration, a étudié dans une série de publications le ciment de Portland, sa fabrication, ses propriétés, son emploi, sa prise, son durcissement. Le progrès le plus notable réalisé dans la fabrication du ciment consiste, paraît-il, dans le perfectionnement de la mouture, qui permet de ramener les matières à une complète homogénéité, tout en réduisant dans une forte proportion les déchets refusés par le tamis.

La maison Vicat et C^ie^, à Grenoble, qui conserve les traditions de l'illustre Vicat, fabrique sous la direction de M. Merceron, ancien ingénieur des ponts et chaussées, quatre sortes de ciments fort appréciées dans toute la région orientale de la France jusqu'à Belfort : le ciment Vicat portland artificiel à prise très lente; le portland naturel de la Grande-Chartreuse à prise lente; le ciment de la Grande-Chartreuse à prise

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prompte, et le ciment d'Uriage à prise demi-lente. L'exposition de la maison Vicat offrait comme spécimen une arche en maçonnerie brute, où se trouvaient employées toutes les espèces de ciments fabriqués.

D'autres maisons, à Grenoble ou aux environs, exploitent comme la maison Vicat les richesses naturelles que présente au point de vue des ciments le département de l'Isère. Citons la Société des ciments de la Porte de France, la maison Thorrand et Cie, à Vorreppe, la Société des ciments portland de Valbonnais (Isère), dirigée par MM. Pelloux père et fils. En dehors de ce rayon si riche, nous trouvons la maison Quillot frères, qui fabrique du ciment de Portland à Frangey, près Lezinnes (Yonne), la Société des ciments d'Allas, à Allas-de-Berbiguières (Dordogne), la maison E. Sollier et Cie, à Neufchâtel, près Boulogne-sur-Mer; la Société anonyme des chaux et ciments de Berry-au-Bac (Aisne), etc.

M. Ch.-J.-B. Mathieu, à Bruyères (Vosges), exposait un four à chaux octogonal continu à grandes flammes, qui permet de diriger économiquement la combustion.

L'exposition anglaise offrait plusieurs maisons qui s'occupent de la même production : la maison Skelsey, à Hull, fournit des ciments à plusieurs compagnies de chemins de fer et à plusieurs municipalités; la maison Francis and Co, à Londres, avait exposé un grand nombre d'échantillons. Dans l'exposition belge, MM. Dufossez et Henry, à Cronfestu-Morlanwelz, passent pour avoir introduit en Belgique la fabrication des portlands. Dans l'exposition russe, on trouvait deux fabricants de ciments : la Société moscovite pour la fabrication des ciments et des autres matériaux à bâtir, dont le siège est à Podolsk (gouvernement de Moscou), et M. C.-Ch. Schmidt, fabricant d'export-ciment, à Riga.

Une industrie toute nouvelle s'est récemment constituée dans l'est de la France : celle de la fabrication des ciments avec les laitiers des hauts fourneaux, produit accessoire que l'on ne savait jusqu'ici employer à aucun usage. Nous en trouvons une usine annexée aux hauts fourneaux de Saulnes, près Longwy (Meurthe-et-Moselle), sous la raison sociale Raty (Gustave) et Cie; elle est parvenue à produire un ciment plus léger, plus économique et aussi résistant, dit-on, que les ciments de Portland. Une seconde usine est établie à Donjeux (Haute-Marne); elle appartient à MM. Henry, Gonod et Girardot, et utilise pour la fabrication des ciments les laitiers provenant des hauts fourneaux de M. Henry. Cette fabrication de ciments artificiels avec un produit jusqu'à présent sans valeur paraît appelée à prendre un grand développement.

Nous indiquerons, à propos des ciments, quelques machines propres à en essayer la résistance. On opère toujours sur des briquettes de forme et de section déterminées, dont on obtient la rupture par arrachement, en exerçant sur elles un effort de traction dont on doit déterminer l'intensité, ce qui peut se faire de plusieurs manières : dans le système Buignet, du Havre, on emploie comme appareil de mesure une colonne de mercure; dans d'autres appareils, on se sert d'une balance, d'une romaine, par exemple, et parfois la machine porte une aiguille qui permet de lire sur un cadran la limite de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la tension au moment où la rupture se produit. M. Usteri-Reinacher, fabricant d'instruments de précision à Zurich, a exposé toute une série d'appareils pour l'examen et la classification des produits hydrauliques; les uns sont destinés à déterminer le poids spécifique des ciments, d'autres à apprécier la finesse du grain obtenu par la mouture, à mettre en évidence la rapidité plus ou moins grande de la prise, à évaluer enfin le degré de résistance du ciment, après un pilonnage déterminé des briquettes et une durée d'immersion définie dans des conditions données de température.

BRIQUES, TUILES, POTERIES.

Les principaux exposants de briques et de tuiles sont : la maison Royaux et fils, propriétaire de la tuilerie mécanique de Leforest (Pas-de-Calais), qui expose tous les éléments de la couverture des édifices; la maison Vincent frères, à la Grève, canton de Courçon (Charente-Inférieure), qui expose la tuile rochelaise, remarquable par ses dimensions et sa grande résistance; la maison Bossot, à Ciry-le-Noble (Saône-et-Loire), qui fabrique des tuiles inaltérables en terre-grès du Charolais; la maison Voyet (Albert), propriétaire de la tuilerie et briqueterie mécanique de la Folie-Garville, près Chartres; la maison Edmond Liorel, aux Andelys (Eure), qui a fourni une grande partie des briques pour la construction de la nouvelle gare Saint-Lazare et de l'hôtel Terminus; la maison Brault père et C^ie^, à Choisy-le-Roi (Seine), qui expose des tuiles à emboîtement et à recouvrement; la grande Briqueterie et tuilerie mécanique de Courbeton, près de Montereau (Seine-et-Marne), qui a succédé à l'ancienne Société de Montchanin; la maison Thomé, Armanet et C^ie^, à Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône); elle expose un nouveau type de tuile sous le nom de *tuile de montagne*, type à emboîtement latéral et à recouvrement transversal, qui résiste très bien aux efforts du vent, et offre une complète étanchéité pour les pluies et les neiges; la Poterie et briqueterie du Bel-Air, à Suresnes, qui expose des briques de toute forme, creuses ou pleines.

A la fabrication des tuiles et des briques se rattachent diveres industries, telles que la fabrication des carrelages, des wagons pour cheminées, et généralement de tous les produits obtenus par le moulage d'une terre humide, suivi d'une cuisson qui fixe la forme des pièces moulées d'une manière invariable. La maison du Bel-Air, à Suresnes, expose des wagons pour cheminées; la veuve Raynaud, à Narbonne et à Alger, produit des carreaux comprimés à la presse hydraulique, dont on a fait l'application dans le porche du palais des Beaux-Arts et dans le vestibule du palais Algérien; la maison Oustau et C^ie^, de Tarbes, possède une manufacture de carrelages et de pavés en grès cérame, et expose, parmi de nombreux échantillons de terres cuites, un type particulier de tuile mécanique à crochets; la Société des produits céramiques et réfractaires, à Boulogne-sur-Mer, produit des briques réfractaires, des cornues à gaz et des pavés en grès artificiels. La maison E. Lacôte et C^ie^, à Paris, expose des wagons solidaires pour les conduits de fumée, qui évitent, grâce au chevauchement des joints, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

communication si fâcheuse de la fumée d'une cheminée à la cheminée voisine; la maison Chabredier et Vincent, à Paris, arrive au même résultat sans faire chevaucher les joints par l'emboîtement les uns dans les autres des wagons d'un même conduit. La maison Simon et Cie, au Cateau (Nord), expose des carreaux unis et des carreaux incrustés en grès cérame pour carrelages et revêtements. La maison Defrance et Cie, à Pont-Sainte-Maxence (Oise), a une exposition de produits analogues, qui sont très appréciés dans les départements du Nord. M. Tausin (Henri), à Saint-Quentin (Aisne), expose des carreaux mosaïques en ciment.

La maison Morane, à Paris, expose une presse hydraulique pour la fabrication des carreaux de ciment. La presse est disposée de manière à travailler au besoin à deux pressions, les mouvements étant alors donnés au carreau et aux diverses parties du moule par voie hydraulique. On évalue à 200 kilogrammes par centimètre carré la compression qu'il faut exercer sur le carreau pour l'amener à l'état convenable. La machine permet de faire 120 carreaux à l'heure.

M. Larmanjat, à Paris, expose également une presse hydraulique, avec laquelle il obtient des carreaux polychromes par l'application successive de pâtes colorées dans les diverses régions que l'on a laissées vides dans les applications précédentes.

La maison Perrière aîné, de Paris, expose des hourdis creux pour planchers et pour combles, des briques creuses pour cloisons. La nouvelle tuile creuse que cette maison produit pour la couverture des édifices est posée sur les chevrons sans interposition d'aucun lattis; on visse par-dessus les chevrons les couvre-joints, en zinc ou en poterie, qui résistent très bien à l'action du vent.

La maison Paupy (B.) et fils, à Paris, expose également des carreaux pour cloisons de toute espèce, des wagons pour tuyaux de cheminée, des hourdis pour planchers.

Dans la section espagnole, on trouvait une maison de Bilbao, La Progresiva, qui fabrique des mosaïques comprimées, des marbres artificiels, des tables, des cheminées, des bancs, des baignoires, etc.

Dans la section belge, la Société anonyme des produits réfractaires, à Quaregnon, et la maison G. Fiévé, à Gand, exposent des carreaux unis, des dallages, des mosaïques en tous genres; la maison Blaton-Aubert, à Bruxelles, expose des spécimens d'égouts et de trottoirs en béton comprimé, qu'on peut rattacher à la classe des produits céramiques; M. A. Mounet-Thibaut, à Bouffioulx, expose des poteries de grès; M. Joseph Pire, à Marchiennes-au-Pont, a dans son exposition des produits céramiques analogues. La Société anonyme des briqueteries de la Sambre, à Lobbs, produit des briques pleines ou creuses, colorées et recouvertes d'un vernis.

Dans la section anglaise, la maison Edward Brooke and sons, d'Oughtibride, près Sheffield, expose des briques auxquelles la compression donne des formes géométriques très nettes et qui peuvent entrer dans les constructions à la façon des pierres de taille. Elles sont siliceuses. Des échantillons particuliers produits par la même maison ont la propriété réfractaire et résistent à la température des hauts fourneaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PIERRES FACTICES ET PRODUITS DIVERS.

L'importante maison Émile Muller et Cie, à Ivry-Port (Seine), expose une grande variété de produits céramiques, les uns destinés à la construction courante, les autres doués de la propriété réfractaire et destinés aux foyers et intérieurs de cheminée; d'autres enfin, et ce sont les plus nombreux, sont des *produits céramiques d'art,* tels que tuiles émaillées, tuiles lustrées, émaux transparents pour frises, rosaces, encadrements, plafonds, caissons, faîtages. Les briques émaillées en blanc se recommandent surtout pour les murs de courettes, les revêtements de tunnels ou de caves, qui s'éclairent plus aisément, et pour les murs soumis à des lavages périodiques. Tous les visiteurs de l'Exposition ont d'ailleurs admiré les panneaux décoratifs des palais, qui sont pour la plupart l'œuvre de la maison Muller et qui constituent l'un des principaux ornements de cet ensemble architectural.

La fabrication des pierres artificielles et des bétons moulés continue à occuper un grand nombre d'usines. Parmi les principales, nous citerons la maison A.-Paul Dubos et Cie, à Saint-Denis (Seine), qui livre par an 6,000 mètres cubes de pierres moulées, en moyenne; elle fabrique des tuyaux en béton de tous diamètres et a récemment réuni à son industrie la fabrication des bétons polychromes, qui offrent de précieuses ressources pour la décoration des édifices. La maison Dubos produit artificiellement toutes les pierres nécessaires à la construction d'un bâtiment, en leur donnant du premier coup la forme définitive qu'elles doivent recevoir : marches, perrons, balustrades, mains-courantes, etc. Elle réalise par des moulages des statues de toute grandeur.

M. François Gillet, à Paris, produit artificiellement une lave émaillée qui peut être rangée dans le groupe de la céramique décorative.

M. A. Dumesnil, à Paris, expose des bétons agglomérés sans mélange de chaux, des pièces moulées à vives arêtes, des dallages, des carrelages, des mosaïques, des mangeoires en ciment, etc.

M. A. Valabrègue, à Bollène (Vaucluse), expose des échantillons de pavé Duprat, ou granit artificiel, destiné au pavage des rues et des cours.

M. Auguste Lévêque, à Versailles, produit une meulière artificielle qui permet de réparer en pierre factice les parements de meulière qui ont subi quelque avarie.

La maison Paul Rondeleux et Cie, à Paris, expose à la fois des produits céramiques, des pierres pour la construction et des dalles de schiste.

Dans la section belge, la maison Joseph Mouseau et Cie, à Haine-Saint-Pierre, expose des produits céramiques.

Dans la section russe, M. Paul de Kristoffowitch, de Moscou, expose un pyrogranit qu'il obtient en portant à une haute température un mélange d'argile ordinaire et d'argile réfractaire; le produit obtenu peut être employé pour le pavage des chaussées. La ville de Saint-Pétersbourg en a fait un essai qui a, dit-on, convenablement réussi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Edmond Coignet, à Paris, conserve les traditions de Fr. Coignet pour la fabrication des bétons agglomérés. Il exposait cette année un appareil mélangeur-malaxeur, qui opère de la façon la plus simple et la plus complète le mélange et la trituration des matières entrant dans la composition du béton. Tantôt le béton fabriqué est versé directement dans la fouille, tantôt coulé dans des moules où il devient une véritable pierre artificielle, qu'on pose ensuite comme les assises d'une maçonnerie. A la même recherche se rattachent la presse à agglomérés pour le moulage des pierres artificielles exposée par M. C. Hubert, de Vichy, et le concasseur à marteaux de M. F. Weidknecht, de Paris, qui s'applique au broyage du plâtre, à la préparation des minerais, à la pulvérisation des phosphates ou des quartz aurifères, au cassage du coke à la volée, sans écrasement des morceaux, aussi bien qu'à la préparation des ciments. Citons enfin, toujours dans le même ordre d'idées, le broyeur à boulets et à force centrifuge de M. Charles Morel, de Grenoble, qui est employé par la maison Vicat pour la trituration des ciments. Le même inventeur expose aussi un tamis conique qui est employé dans la même industrie.

MM. Perrin frères, de Charleville, ont exposé de nombreux échantillons de leur béton comprimé non gélif, qu'ils appliquent particulièrement au revêtement des puits, ainsi qu'à la fondation des bornes destinées à recevoir les montants d'une clôture métallique, ou les poteaux des portes normandes que l'on place autour des pâturages.

Dans la section anglaise, la maison J. Grayton Lowood et Cie, de Sheffield, expose des briques réfractaires de Ganister, qui résistent aux températures des fours Siemens pour la production de l'acier. La Glenboig union fire clay Company, à Glasgow, expose aussi des briques réfractaires. Il en est de même de la Farnley Iron Company, de Leeds, dont les produits, obtenus avec une argile particulière, sont susceptibles de recevoir l'émaillage à la température élevée où ils peuvent être portés. On les emploie dans les constructions où l'on veut conserver des arêtes vives et des moulures fines.

PLÂTRE.

Nous pouvons citer, parmi les producteurs de plâtre qui ont figuré à l'Exposition :

M. Auguste Morel, ingénieur des arts et manufactures, à Montreuil-sous-Bois (Seine). Il exploite la carrière des *Guilauds* depuis l'année 1864; il a réussi à donner un grand développement à sa fabrication, en perfectionnant l'outillage de son usine ainsi que les procédés d'extraction de la roche dans la carrière. Ses plâtres sont destinés à la construction, aux arts, à l'agriculture, sous les dénominations diverses de *plâtres ordinaires, plâtres demi-fins, plâtres fins, plâtres crus* et *demi-cuits*. L'importance de sa production lui a permis de réduire ses prix de revient, ce qui contribue à accroître les débouchés de son usine;

MM. Royer fils et Faitout, qui possèdent la plâtrière de Gagny (Seine-et-Oise), située à proximité du chemin de fer de l'Est et du canal latéral à la Marne. Cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

situation est très avantageuse; de plus, la bonne installation de l'usine, où la cuisson du plâtre s'opère dans un four coulant à feu continu, et l'installation de machines à vapeur pour les diverses manipulations à effectuer, assurent la qualité et le bon marché des produits de la maison Boyer et Faitout. C'est elle qui a fourni la majeure partie du plâtre employé à la construction des pavillons de l'Exposition universelle : section persane, pavillons du Vénézuéla, du Portugal, des aquarellistes et des pastellistes, de Monaco, de la Ville de Paris, restaurants divers, etc.;

MM. Julien Leclaire père et fils, qui exploitent les carrières de la *Garenne*, à Livry (Seine-et-Oise), et livrent du plâtre pour la construction et les usages agricoles.

DURCISSEMENT DU PLÂTRE ET DES PIERRES TENDRES.

MM. Faure, Kessler et Cie, à Paris et à Clermont-Ferrand, ont amélioré d'une manière notable les procédés connus pour le durcissement des pierres. Ils ont substitué aux silicates alcalins, qui rendaient la pierre hygrométrique, des fluosilicates, ou *fluates*, qui introduisent dans la pierre des substances indécomposables et lui enlèvent sa gélivité. Certains fluates conservent la couleur de la pierre; d'autres peuvent servir à en changer la couleur et le ton. Toute pierre qui boit est susceptible de fluatation et peut acquérir, par l'emploi de ce procédé, un surcroît notable de résistance. La maison Faure et Kessler en a fait de nombreuses applications en France et à l'étranger.

La Société générale du durcissement du plâtre par la marmoréine, à Paris, applique au plâtre sec le liquide destiné à le durcir et le rend, de cette manière, impropre à l'absorption des miasmes, des odeurs, des poussières. Le procédé s'applique surtout aux murs des casernes, des hôpitaux, des salles où la foule se rassemble, églises, écoles, ateliers. Le plâtre ainsi préparé sèche très vite et on peut le laver sans qu'il subisse la moindre altération. Une variante du procédé permet de l'appliquer à la pierre, au tuffeau et aux diverses essences de bois, ce qui supprime dans les édifices de nombreux foyers d'infection.

Dans le même ordre d'idées, M. Pascal Hamon, à Paris, expose des décorations de murailles en stuc et en simili-pierre. M. Alfred Daval expose des pierres de l'ancien château des Tuileries, restaurées à l'aide d'un ciment métallique.

Nous ajouterons ici l'indication d'une fabrication nouvelle, celle du sable-mortier coloré du système Fabre, employé comme enduit imitant la pierre. L'usine est située à Paris, 35, quai de l'Oise, à la Villette. Le sable-mortier coloré reproduit, en général, le grain et la teinte de la pierre de vergelé. On peut aussi lui donner d'autres couleurs et imiter à volonté, par exemple, le rouge de la brique ou le ton du granit. Il résiste bien à la gelée et à l'air de la mer. Il n'éprouve pas de retrait après l'emploi et ne se fendille pas. On en a fait à Paris, depuis sept ans, de nombreuses applications pour le ravalement des façades en imitation de pierre de taille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ASPHALTES.

L'industrie de l'asphalte est représentée à l'Exposition par deux compagnies principales.

La première en date et en importance est la Compagnie générale des asphaltes de France, qui a son siège à Paris et qui exploite les mines de Pyrimont-Seyssel (Ain), ainsi que celles de Chavaroche, de Forens-Sud, de Frangy, de Bastennes et, enfin, de Ragusa (Sicile). M. L. Malo, ingénieur conseil de la Compagnie, a publié une étude intitulée *L'asphalte,* où il passe en revue l'histoire du produit, sa préparation, ses applications diverses. Outre les emplois très généraux et très connus de l'asphalte dans les chaussées des villes, la Compagnie a récemment créé un mode particulier de fondation en maçonnerie bitumineuse, qui a le grand mérite d'amortir les vibrations, de supprimer les trépidations causées par les machines à vapeur, par le jeu alternatif des pistons, par le mouvement rapide des machines dynamo-électriques que l'on installe aujourd'hui si fréquemment dans les maisons habitées. Le béton d'asphalte ou, mieux encore, l'asphalte comprimé se recommandent principalement pour la fondation des marteaux-pilons. On connaît depuis longtemps l'usage des chapes en asphalte pour préserver les voûtes des infiltrations qui pourraient les endommager.

L'autre compagnie est la Compagnie parisienne des asphaltes, qui a son siège aussi à Paris et qui est concessionnaire des mines de Garde-Bois (bassin de Seyssel) et de Saint-Jean-de-Marvejols (Gard). Elle a, à Paris, une usine qui occupe une centaine d'ouvriers.

ARDOISES.

La Commission des ardoisières d'Angers était hors concours, par suite de la présence au sein du jury de M. Ch. Fouinat, son représentant à Paris. Elle date du 1er janvier 1827, et comprend les Sociétés ardoisières fusionnées des Grands-Carreaux, Hermitage, Petits-Carreaux, Paperie, Angers, Fresnais, Trélazé, situées dans les communes d'Angers, de Saint-Barthélemy et de Trélazé. Le nombre des chantiers en exploitation est de 3 fonds à ciel ouvert et de 13 galeries souterraines. La Commission emploie 17 machines à vapeur d'extraction, représentant un nombre moyen de 295 chevaux-vapeur. Elle occupe 2,600 ouvriers. La production ardoisière monte par an à plus de 180 millions d'ardoises de toutes sortes, en destination de la France et de l'étranger. Un atelier spécial pour le travail du schiste ardoisier prépare chaque année 2,900 tonnes de schiste en pierres de grandes dimensions, converties en tables de billard, urinoirs, lavabos, revêtements, caisses à eau et à bière, etc. Une machine à vapeur de 15 chevaux y met en mouvement 10 scies circulaires, 6 raboteuses et 2 polissoirs. Un atelier d'émaillage donne à volonté à l'ardoise les teintes les plus variées, au moyen d'un enduit qui, passé au four, permet d'imiter les panneaux de faïence ou les marbres griottes. Les pavillons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'agriculture, des produits alimentaires, et l'annexe de la classe 52, en aval du pont d'Iéna (rive gauche), offrent d'intéressants spécimens de toiture économique en *ardoises modèle anglais n° 5*, posées sur voligeage jointif : l'ardoise est placée obliquement par rapport aux joints horizontaux des voliges, et le recouvrement de chacune sur les ardoises voisines suffit pour assurer l'étanchéité de la couverture.

Les Ardoisières de la Rivière-Renazé (Mayenne), appartenant à MM. Duché, Jacobson et Cie, occupent 610 ouvriers et produisent 25 millions d'ardoises par an. Des travaux de découverture d'un nouveau fond permettent de prévoir l'extension prochaine de cette production. La Société a organisé une caisse de secours pour ses ouvriers : ceux-ci supportent le tiers des frais d'assurance contre les accidents; les deux autres tiers sont versés par la Société. Le capital assuré est fixé au maximum de 10,000 francs par tête.

Dans la même région, les Ardoisières de Riadan (Ille-et-Vilaine) ont suivi l'exemple des Ardoisières d'Angers pour la fabrication des grandes dalles et le perfectionnement du polissage. Elles exposent certains morceaux qui ont jusqu'à 8 mètres carrés de superficie.

Les Ardoisières de Rochefort-en-Terre (Morbihan), sous la direction de M. Alexandre Autissier, exploitent les deux carrières de Guenfol et de Combe; l'exploitation s'y fait généralement à ciel ouvert. L'extraction s'opère à l'aide de câbles ronds en acier, de 22 millimètres de diamètre. Des épuisements sont nécessaires pour maintenir la fouille à sec. La carrière de Guenfol peut donner 14 millions d'ardoises, celle de Combes 6 millions. La Compagnie a organisé une société de secours mutuels qui, moyennant un prélèvement de 0 fr. 75 par mois sur les salaires, assure à l'ouvrier des secours en argent, en cas de maladie, et une retraite de 180 francs après trente ans de service, en cas d'incapacité définitive.

Les Ardoisières du Pont-Caublanc-Stergourtay, situées dans le canton de Pleyben, à 15 kilomètres de Châteaulin (Finistère), emploient 600 ouvriers. L'une des carrières est, comme à Angers, exploitée par des galeries souterraines que l'on songe à éclairer au moyen de la lumière électrique. Un moteur hydraulique, auquel une machine à vapeur supplée en cas d'insuffisance d'eau, sert à l'extraction des schistes. Le canal de Nantes à Brest, qui est tout voisin, facilite les transports des produits et l'accès des ports d'embarquement.

Dans le département des Ardennes, les Ardoisières de la Renaissance, de Saint-Gilbert, de Sainte-Anne, sur la commune de Fumay, sont depuis longtemps exploitées. L'Ardoisière de Baccara est la dernière des concessions accordées sur le même territoire. La Renaissance produit une ardoise verdâtre; Baccara, une ardoise de couleur brun violacé. Ces diverses carrières produisent le type des ardoises flamandes; 3,000 ardoises sont tirées d'un mètre cube de roche. Un autre type est le type anglais, de 0 m. 18 sur 0 m. 33. Les déchets de la taille des grands types sont recoupés et forment des ardoises plus petites, que l'on emploie dans le pays. Les Ardoisières de Saint-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Barnabé, à Deville (Ardennes), exploitent, par des profondeurs de 350 mètres, un schiste siliceux, riche en mica, qui donne des ardoises très estimées, complètement inaltérables. La réputation de ces ardoises est établie depuis des siècles. La fabrication mécanique assure d'ailleurs la régularité de forme et de dimensions des morceaux.

La Société anonyme des ardoisières de la Corrèze exploite depuis 1846 les carrières de Travassac et du Saillant, près de Brives. Le schiste que fournissent ces carrières est difficile à cliver, mais il a des qualités exceptionnelles de résistance, d'inaltérabilité et d'imperméabilité, qui compensent les frais du fendage. Les ardoises de Travassac sont particulièrement propres à couvrir les usines de produits chimiques, les remises de locomotives, et en général tous les bâtiments dont les toitures sont exposées à subir les effets de vapeurs plus ou moins corrosives.

EMPLOI SIMULTANÉ DU FER ET DU CIMENT.

On a craint longtemps, et bien des constructeurs redoutent encore, l'introduction du fer au sein des maçonneries. La conservation du métal le suppose soustrait à toute cause d'oxydation, et il paraît essentiel à la durée d'un ouvrage où entre le fer que l'on puisse le visiter à tout moment dans toutes ses parties pour nettoyer et repeindre toutes les surfaces métalliques apparentes. Il s'en faut cependant qu'on ait toujours observé une règle aussi stricte, et les ouvrages modernes présentent un grand nombre de poutres métalliques noyées dans la maçonnerie, sans qu'on ait relevé beaucoup d'accidents dus à cette combinaison, si longtemps regardée comme imprudente.

L'Exposition de 1889 montre des exemples intéressants de cette union intime du fer avec le ciment. M. J. Monier fils, à Saint-Denis, héritier des traditions de son père, qui a inventé la méthode en 1869, expose des objets en ciment coulé sur une ossature en fer. Un treillis métallique, formé de fils de fer entrecroisés, est englobé dans une couche de ciment qui le soustrait entièrement au contact de l'air et l'empêche par conséquent de s'oxyder. L'union de ces deux matières constitue une paroi peu épaisse, légère, très résistante, qui peut servir à construire à prix réduit des murs de réservoirs, des bassins, des cuves de gazomètre, des citernes, des silos, des tuyaux de conduite. L'expérience sur des constructions déjà vieilles a montré que les parois ainsi composées subissaient sans fendillement ni crevasse les plus brusques changements de température. Des voûtes très minces, construites en ciment sur ossature en fer, n'ont pris que de très faibles flèches à l'épreuve; des planchers, construits de même, ont fait preuve d'une grande résistance.

M. J. Bordenave a perfectionné cette méthode en substituant de petits fers à double T aux fers ronds que l'on avait employés tout d'abord. Il a aussi remplacé le fer par l'acier dans certains ouvrages. Pour obtenir une paroi cylindrique, M. Bordenave en composera l'ossature en réalisant en fer ou en acier des génératrices droites de la surface également espacées, et en les recoupant par des hélices continues, qui sont assemblées avec

IMPRIMERIE NATIONALE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les génératrices droites à chaque rencontre et dont on serre plus ou moins les spires, suivant le degré de résistance qu'on veut donner à l'ensemble. L'ossature métallique ainsi formée résiste à elle seule aux efforts que la paroi doit subir. Le remplissage en ciment n'a pour objet que d'isoler le métal de l'air et de lui transmettre les efforts qu'il doit équilibrer. On obtient ainsi un composé mixte auquel M. Bordenave donne le nom de *sidéro-ciment*. Appliqué aux tuyaux de conduite, le sidéro-ciment permet de réduire les épaisseurs tout en conservant la résistance, et il assure de plus à la conduite une certaine élasticité très commode dans la pose, et que le tuyau en poterie ou en ciment sans ossature ne pourrait posséder, à cause des fortes épaisseurs qu'il doit recevoir. Le sidéro-ciment paraît satisfaire convenablement aux nouvelles exigences des travaux du génie militaire.

TRAVAIL DES MATÉRIAUX.

M. A. Gorge, à Paris-Montparnasse, tourne les pierres, le marbre, le stuc, le plâtre, pour produire des balustres, des colonnes, des urnes, des vases de toute espèce. Il expose également des filtres et différents échantillons de parois perméables.

M. Antoine Bomze, à Paris, expose un assortiment d'outils pour le travail des matériaux et l'exécution des maçonneries.

Un scieur de marbre, M. Joseph Papin, à Paris, expose pour la seconde fois une scie mécanique qu'on met en mouvement à l'aide d'une manivelle, par l'intermédiaire d'une série de bielles et de parallélogrammes articulés. Son appareil, assez complexe, réalise tous les mouvements qu'il convient de donner à la scie, jusqu'au relèvement de la lame lorsqu'elle doit se dégager du trait produit, au bout de sa course, pour reprendre une course en sens contraire.

Signalons enfin, comme travail des matériaux, le procédé imaginé par la Société anonyme internationale du fil hélicoïdal, dont le siège est à Bruxelles. Le sciage des pierres, au lieu de se faire à la scie de marbrier, c'est-à-dire à l'aide d'une lame métallique sans dent, est obtenu au moyen d'une cordelette formée de trois fils d'acier tordus ensemble suivant un pas déterminé. Un câble télédynamique, mis en mouvement par une machine à vapeur, fait tourner des tambours sur lesquels sont montés les brins scieurs, les uns à côté des autres, s'il s'agit de débiter le bloc de pierre en tranches d'épaisseur déterminée. Dans d'autres cas, c'est le câble télédynamique lui-même qui fait le sciage, en passant sur des poulies dont la position doit être convenablement réglée. Le polissage des surfaces coupées s'obtient ensuite comme à l'ordinaire, au moyen d'un mélange d'émeri et de divers métaux ou oxydes métalliques. L'installation du sciage peut se faire dans la carrière même, d'où sortent les morceaux prêts pour l'emploi auquel on les destine. Le perfectionnement apporté au sciage se résume, en dernière analyse, dans la substitution d'un fil tordu aux lames plates jusqu'ici usitées, et d'un mouvement continu, qui peut être beaucoup plus rapide, au mouvement alternatif des scies. La même Société, usant du câble télédynamique pour la transmis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion du mouvement, emploie dans les carrières et avait monté à l'Exposition, sur la berge de la Seine, un appareil perforateur réalisant le sciage circulaire au sein d'une roche ou d'un bloc de pierre placé debout. Le couteau circulaire, animé d'un mouvement rapide, pénètre petit à petit dans le bloc, en isolant une colonne cylindrique qu'il suffit de retirer pour obtenir un trou vide à la place qu'elle occupait. Cette perforatrice est d'un usage courant dans les carrières de la Société du fil hélicoïdal, pour le creusement des puits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II.

INDUSTRIES DU BÂTIMENT.

Après avoir examiné, dans le chapitre précédent, l'exposition des matériaux pris dans la carrière, nous passerons en revue dans ce nouveau chapitre les matériaux mis en œuvre, et pour cela nous examinerons les diverses industries du bâtiment, en comprenant sous cette dénomination la charpenterie, la menuiserie, la plomberie, la serrurerie, et toutes les industries qui ont à intervenir pour achever, par exemple, une maison, supposée réduite à la maçonnerie de ses murailles.

COUVERTURE DES ÉDIFICES.

M. J. Bigot-Renaux, à Paris, s'est préoccupé d'assurer l'étanchéité des gouttieres, noues, chéneaux, tuyaux, en perfectionnant les joints entre leurs parties successives. Son système consiste essentiellement à placer entre les parties jointives un cordon en caoutchouc, de nature particulière, et à placer un serre-joint métallique, qui comprime l'assemblage en écrasant le cordon élastique. Des expériences précises ont montré que le joint ainsi composé ne laissait passer aucune trace de liquide. On a d'ailleurs constaté que le caoutchouc particulier de la maison Bigot-Renaux a une durée pour ainsi dire indéfinie. Les chéneaux de la maison sont généralement en fonte. L'usage s'en répand de plus en plus: ces chéneaux ont été employés dans une grande partie des palais de l'Exposition, et ont fourni un excellent service.

M. Menant, à Paris, expose des gouttières ou chéneaux avec joints démontables, à serrage et à contre-serrage forcé sur tout leur contour. Il n'emploie pas le caoutchouc ni aucun autre agent de remplissage, mais il obtient l'étanchéité par un serrage énergique des pièces métalliques en contact immédiat. Le serrage est produit par des appareils que l'inventeur appelle *raidisseurs*, et qui sont placés à l'intérieur des chéneaux; le contre-serrage est dû, suivant lui, à l'action de brides extérieures, soumises de la part du chéneau à une extension, et exerçant par suite sur lui un effort de compression. Le même artifice peut être appliqué à la fabrication de toute espèce de récipients démontables, tels que conduits, caniveaux, rigoles, bacs, auges, mangeoires, bateaux, etc. M. Menant expose de plus des tuiles métalliques applicables à toute espèce de charpente, munies de boudins à languettes qui assurent l'emboîtement mutuel des tuiles jointives. Il présente aussi des chéneaux cylindriques disposés de telle sorte, qu'ils se transforment facilement en chemins de ronde, par l'addition d'un plancher mobile en bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Caillette, à Paris, expose un nouveau système de terrasse et couverture en ciment de Portland, qu'il est parvenu à rendre indifférent aux effets de la dilatation et des trépidations. Pour les toitures inclinées, les panneaux de M. Caillette, indépendants entre eux, ne sont pas adhérents aux chevrons entre lesquels ils sont engagés; même indépendance des divers organes dans les terrasses: de cette manière les panneaux en ciment, et les chevrons ou les solives métalliques qui les portent, sont libres de subir les effets de la dilatation sans être exposés aux poussées ou aux tractions qui en seraient la conséquence s'ils étaient intimement réunis. Pour établir la continuité de la surface, M. Caillette relie les panneaux les uns aux autres par des bandes de plomb qui se trouvent engagées à la fois dans les deux panneaux voisins. Un système de plancher à augets, pour recevoir et écouler au dehors les eaux de condensation, complète ce système de terrasse, dont on cite déjà quelques essais qui ont bien réussi. M. Caillette a présenté le projet d'une couverture en ciment sur ossature en fer, capable de résister aux ouragans les plus violents. Nous avons vu dans le chapitre Ier les essais de ciment coulé sur ossature en fer ou en acier. Ici nous trouvons le ciment et l'ossature séparés, et libres d'obéir chacun aux lois de sa dilatation propre.

M. P. Desfeux, à Paris, expose des toitures, des planchers et des parois de hangars ou de maisons, en carton-cuir ou en carton bitumé. Ces divers cartons sont livrés en rouleaux, comme le papier peint; on les étend sur les chevrons, sur les solives, ou contre les pans de bois qu'il s'agit de garnir. La paroi ainsi formée est étanche, elle a une grande légèreté, et elle convient très bien pour les climats chauds, où le carton bitumé conserve toutes ses qualités. M. Desfeux occupe 60 ouvriers dans son usine de Billancourt, et fabrique par an plus de 1,500,000 mètres carrés de carton-cuir ou de carton bitumé.

Les Usines et Fonderies de Freteval et de Saint-Ouen-Vendôme (Loir-et-Cher), récemment fusionnées, exposent des châssis de toiture, des lucarnes en fonte, et toute espèce de fontes de bâtiment. Les deux usines réunies occupent de 200 à 250 ouvriers, et fabriquent par an plus de 2 millions de kilogrammes de fonte en objets divers. Les châssis étanches à bascule et les châssis à recouvrement sont des créations spéciales de ces usines. Ils s'adaptent aussi bien aux toitures en ardoises qu'aux toits en tuiles.

La maison Deneux-Hugueville, à Paris, expose de même des châssis à tabatière, des châssis à gouttières pour ardoises, des châssis pour tuiles mécaniques, des escaliers de toitures, des jalousies en fer et en bois, des vasistas en fer rainé, etc.

La maison J. de Schryver et Cie, à Haulmont (Nord), concessionnaire des brevets Dauly, expose des types d'hôpitaux temporaires ou de baraquements militaires, dont les doubles parois sont constituées par des tôles d'acier embouties et galvanisées; l'air circule entre les deux tôles, attiré par l'appel d'une cheminée; les miasmes ne peuvent se loger dans les parois qui sont inattaquables, et qu'un simple lavage suffit pour maintenir à l'état de pureté. Le système Dauly convient surtout dans les pays nouvellement explorés, où il est si difficile de créer de toutes pièces des abris sains et commodes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'hygiène, la propreté, la facilité de démontage, de transport et d'installation, la sécurité contre l'incendie, enfin le bon marché et la durée sont autant de mérites qui assurent l'emploi de ce système.

M. Émile Dupont, à Bruxelles, expose aussi dans la section belge des bâtiments métalliques démontables à doubles parois; les parois sont formées de lames d'acier entrelacées sur tringles ou tuyaux en fer étiré, maintenus par l'effet seul du ressort des pièces, sans boulons ni rivets, avec recouvrement des joints. Les murs en lames entrelacées peuvent aussi être employés comme murs de clôture, lorsqu'on prévoit que la limite sur laquelle le mur est établi peut être avancée ou reculée dans un avenir prochain. La clôture ainsi constituée, tout en offrant une résistance suffisante, peut être démontée et transportée ailleurs sans subir aucune détérioration.

La Société anonyme des forges et fonderies de Montataire, dont le siège est à Paris, expose des toitures en tôle galvanisée, formées de grandes ardoises métalliques de 21 sur 41 centimètres, dont on laisse libre la dilatation, et qui, avec une grande résistance, reviennent à 4 fr. 50 environ par mètre carré. Elles résistent très bien aux vents les plus violents, et n'ayant qu'un poids insignifiant, 4 kilogr. 500 au plus par mètre carré, demandent une charpente légère et peu coûteuse.

M. Henri Carpentier, à Paris, successeur de la maison A. Carpentier et Cie, qui elle-même avait remplacé la maison C. Carpentier, fondée en 1884, expose des couvertures en tôle ondulée galvanisée, d'une étanchéité absolue, d'une résistance très satisfaisante, légère, incombustible, qui subit sans inconvénients les variations de température, et qui paraît posséder une durée indéfinie. L'usine emploie 180 ouvriers, et s'étend sur une surface de 7,000 mètres carrés. Elle produit également des ardoises métalliques, des réservoirs, des tuyaux en tôle galvanisée, etc.

Dans la section belge, nous trouvons une fabrication analogue dans les Ateliers de galvanisation de F.-J. Jowa, à Liège; on y produit des tôles ondulées, droites ou cintrées, qu'on emploie pour faire des planchers capables de porter les plus fortes charges. L'emploi d'un arc en tôle galvanisée, avec tirant, inférieur ou supérieur, pour en équilibrer la poussée, permet de construire sous faible épaisseur des planchers très résistants. Les toitures cintrées, en tôle galvanisée, de 2 à 25 mètres de portée, ont donné, malgré la faiblesse des épaisseurs, d'excellents résultats.

PARQUETS, MENUISERIE.

C'est dans la section suisse que nous trouvons la plus belle exposition de parquets. La maison C. Thurneer-Rohn, à Baden, près Zurich, fondée en 1860, a poussé jusqu'à la dernière limite la précision du travail des bois, et à réussi à donner à ses parquets un aspect véritablement artistique. Elle occupe 70 ouvriers. Sa renommée s'est rapidement étendue de la Suisse à l'étranger. Elle travaille aujourd'hui pour l'Italie, l'Angleterre, l'Espagne, et on trouve de ses produits jusque dans l'Australie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La maison Rielle frères, à Saint-Dié (Vosges), qui remonte à l'année 1874, occupe aujourd'hui 110 ouvriers sur un emplacement de 8,000 mètres carrés. Elle fabrique de la menuiserie, des parquets, et principalement des baguettes dorées. La production de ce dernier objet monte chez elle à 15,000 kilogrammes par mois. Les principaux débouchés de la maison sont les départements de l'Est.

Dans la section anglaise, M. S. Elliot, à Newburg, présente un perfectionnement de ce que l'on appelle le *jet d'eau*, placé au bas des portes et des croisées, pour rejeter au dehors l'eau qui s'y rassemble. M. Elliot conduit les eaux de condensation des vitres dans une rainure métallique, à section rectangulaire, placée au bas de la partie mobile. Elle est ouverte vers l'extérieur, et déverse ses eaux, par un joint étroit, dans une autre rainure métallique, de même section, mais ouverte vers le haut, ménagée au-dessous de la première rainure, dans la partie fixe de l'ouverture. Celle-ci recueille les eaux que la première lui amène. Un conduit incliné, partant du fond de la seconde rainure, fait couler ces eaux au dehors. Le système Elliot permet de supprimer les moulures inférieures du battant, qui étaient destinées à rejeter les eaux vers l'extérieur. Mais il peut aussi s'appliquer, moyennant quelques légères modifications, aux fenêtres ou aux portes dont le profil aurait reçu de telles moulures. L'usine de M. Elliott existe depuis quarante ans, et occupe 500 ouvriers.

M. Émile Martinet, successeur de la maison Beaujard, à Paris-Montrouge, expose les dispositions particulières qu'il a été conduit à adopter pour rendre les joints des fenêtres parfaitement impénétrables aux rafales de pluie, et pour rejeter vers l'extérieur toute l'eau de condensation. Ces procédés ont été appliqués avec succès au château de Martinvast, près Cherbourg (Manche).

M. Émile Guérin, à Paris, expose des parquets posés sans clous. Cette disposition est favorable à l'hygiène, en ce qu'elle permet d'enlever le parquet, de le laver, de nettoyer le dessous, et de le reposer sans déchet. Elle est aussi favorable à l'économie, car rien n'empêche de varier la pose des différentes feuilles à l'intérieur d'une pièce, de manière à faire porter l'usure à peu près également sur toutes les feuilles, amenées successivement aux endroits les plus fatigués.

La maison Gissler et Bember, à Marseille, fondée en 1859, fabrique des parquets, et expose des carreaux-parquets en bois de chêne et en bois exotique asphalté. Elle présente en outre des carreaux mosaïques, des ciments, des tuyaux à paroi en fer et ciments, etc.

A la menuiserie nous rattacherons l'exposition de M. Duru, à Paris, qui fabrique des plinthes mobiles, à placer au bas des portes, pour fermer le jour qui reste entre la porte et le plancher, et pour calfeutrer ce joint sans nuire aux mouvements de la porte. La plinthe remonte automatiquement quand la porte s'ouvre. On peut avec ce procédé arriver à boucher un jour de 0 m. 04, à la grande satisfaction des personnes qui craignent les courants d'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISPOSITIONS DIVERSES.

La maison Guipet et Cie, à Paris, expose des baies métalliques et des appuis de fenêtres en fonte. Le cadre dans lequel s'engage la menuiserie de la fenêtre est fait en pierres de taille dans une construction soignée; mais souvent il est formé de moellons ou de briques, et une couche de stuc, ou même de plâtre, sert à lui donner l'aspect de la maçonnerie d'appareil. Les baies métalliques de M. Guipet entourent et recouvrent les maçonneries des murs, qui n'ont plus besoin d'être traitées dans ces régions avec un soin exceptionnel. La baie porte ses moulures. Une maison élevée à Paris depuis plus de sept années, boulevard Gouvion-Saint-Cyr, a des baies en fonte du système Guipet; ce même système a reçu depuis de nombreuses applications. On a pu remarquer que les fenêtres ainsi formées ne subissent aucun dommage par suite des variations de la température. L'emploi des baies métalliques facilite notablement la construction : car une fois mise en place, la baie devient une sorte de moule dans lequel vient se modeler la maçonnerie du mur.

Comme préservatifs contre l'humidité des murailles, nous signalerons les enduits hydrofuges de M. L. Caron, à Paris, et la tenture hydrofuge, ainsi que le chanvre bitumé, imaginés par M. E. Létacq et exposés par M. A. Pelletier. Le chanvre bitumé destiné aux toitures se pose sur lattes; la tenture hydrofuge se pose sur les murs à l'intérieur. Elle forme un revêtement qui garantit entièrement l'intérieur des pièces contre le froid et l'humidité, et sur lequel on peut coller les papiers peints ou les étoffes, sans s'exposer à les voir se détacher ou s'altérer sous les influences hygrométriques.

Nous signalerons enfin, comme se rattachant à l'industrie du bâtiment, une exposition particulière de la Société anonyme des manufactures des glaces et produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, celle des dalles en verre, moulées et coulées, qui servent à faire un plancher solide à travers lequel passe la lumière diffuse. La première application en grand en a été faite à la construction de l'hôtel du Crédit lyonnais, à Paris. On en a fait depuis de nombreux emplois. La Société de Saint-Gobain produit des pavés en verre, des tuiles en verre blanc, toutes compositions qui ont une grande solidité, tout en laissant passer la lumière.

SERRURERIE ET FERRONNERIE.

MM. Millinaire frères, à Paris, exposent des grilles pour clôtures, pour portes et pour croisées, des balustrades, des combles en fer et en tôle, qui peuvent se monter et se démonter très facilement, des types de maisons transportables, en fer et en ciment. Ils fabriquent tous les accessoires pour les écuries et les étables, tels que mangeoires, râteliers, chaînes, cloisons. Ils y ont joint plus récemment des manèges à montage, dont les organes tout en fer ne subissent pas, comme les manèges en bois, l'influence

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fâcheuse de l'humidité, qui détruit en peu de temps les organes de transmission placés au-dessous du sol. MM. Millinaire ont imaginé un pavage économique en briques comprimées, qui rend de grands services pour les cours, écuries, étables, remises, etc. Ajoutons qu'ils sont les auteurs d'un projet de métropolitain aérien applicable à la ville de Paris, que nous n'avons pas à apprécier ici.

La maison Fontaine, fondée à Paris en 1740, actuellement placée sous la raison sociale Vaillant, H. et E. Fontaine et Quintart, a une belle exposition de serrurerie et de quincaillerie pour bâtiments. Le plus grand développement de cette ancienne maison date de 1860. Grâce à ses efforts, la production de la serrurie d'art, jusqu'ici abordable pour un petit nombre d'amateurs, est devenue assez abondante pour que l'abaissement des prix ait amené un grand accroissement des débouchés. La serrurerie de luxe est de cette manière entrée dans l'industrie courante du bâtiment. La maison occupe plus de 100 ouvriers pour ses articles riches, et de 300 à 400 pour ses articles ordinaires. Le chiffre annuel de ses affaires qui, en 1860, ne dépassait pas 1,600,000 francs, s'est élevé en moyenne à 3 millions dans les dix dernières années. Une succursale importante est établie à Hanoï.

MM. Bergeotte et Dauvillers, à Paris, successeurs de la maison Roy, font de la serrurerie d'art en fer forgé, et fabriquent des grilles, des rampes d'escalier, des jardins d'hiver, des combles en fer pour cours et magasins, etc. Ils occupent en moyenne une centaine d'ouvriers. Leur exposition comprenait : une grande grille style Louis XV, entièrement en fer forgé, avec ornementation repoussée au marteau d'une seule pièce; un grand landier style renaissance, des chenets, un balcon Louis XIV en fer forgé avec ornements en bronze fondu sur modèle en plâtre, diverses grilles enfin, qui montrent la fabrication courante de la maison.

M. Casimir Lonet, à Issoudun, expose aussi des grilles, des charpentes métalliques de kiosques, etc. Sa maison, qui commençait en 1865 avec deux ouvriers, en occupe aujourd'hui une cinquantaine.

Dans la section belge, M. Pierre Desmedt, à Bruxelles, successeur de la maison L. Pieret, expose de la ferronnerie d'art, charpentes, serrurerie, escaliers, rampes, ponts, etc. La maison a été fondée en 1853; elle occupe 85 à 100 ouvriers. M. Desmedt a fait la plupart des travaux de ferronnerie, sauf la grosse charpente, du Palais de Justice de Bruxelles et du Palais de la Nation, la grille du square du petit Sablon.

Dans l'exposition suisse, nous trouvons M. Godefroi Stierlin, à Schaffhouse, qui expose des charnières à ressorts, simples ou doubles, et des ferrures automatiques pour portes et vasistas; des ferme-porte automatiques, des va-et-vient qui conviennent très bien pour les portes légères. Le *va-et-vient national* se place dans le coin supérieur de la porte; il comporte un ressort roulé en hélice, dont la torsion produit le rappel du battant dès qu'il est ouvert. Dans le système de ferme-porte dit *l'Albion*, le rappel est opéré par la pression de l'air. Ce dernier système a l'avantage de fermer les portes doucement, complètement et sans bruit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Gollot frères, à Paris, fabriquent de la serrurerie proprement dite, des serrures à bec-de-cane pour portes en bois ou en fer, avec ou sans clef. La maison, qui était nouvelle en 1878, occupe aujourd'hui plus de 80 ouvriers, et possède un outillage perfectionné qui permet de produire beaucoup et à prix réduit. MM. Gollot ont joint à leur fabrication divers accessoires de serrurerie, tels que pitons qu'on peut fixer sans scellements dans les murs, treuil et fléau pour la pose et le maniement des persiennes, etc.

MM. Camion frères, propriétaires des usines de Moraimont, à Vivier-au-Court (Ardennes), exposent, parmi de nombreux types de ferronnerie de bâtiment, un ferme-persienne à engrenage, qui a l'avantage de pouvoir être posé sans démonter la persienne, et qui permet de la manœuvrer sans ouvrir la fenêtre. Fondée en 1820, la maison Camion occupe 460 ouvriers dans des bâtiments qui couvrent une surface de 7,000 mètres carrés. Le chiffre d'affaires de la maison s'élève annuellement à plus de 1,300,000 francs.

Nous citerons encore parmi les constructeurs de serrurerie et de ferronnerie MM. Gaudon et Loewenbruk, au Havre, constructeurs de grilles, de ponts métalliques et d'autres ouvrages en fer; M. A. Crosnier, à Paris, constructeur de persiennes en bois et en fer et de châssis à tabatière pour zinc et ardoises; M. E. Laforest, à Paris, qui expose des ferme-porte automatiques à ressort et à air comprimé, analogues au système que nous signalions plus haut sous le nom d'*Albion;* MM. Mathon et Cie, qui exposent des serrures pour bâtiments, à pêne dormant et à demi-tour; ce sont des serrures qui résistent très bien aux outils ordinaires du crochetage, et qui, bien qu'elles soient d'une fabrication courante et d'un prix très abordable, semblent donner autant de sécurité que les serrures les plus compliquées. Dans la section américaine, MM. P. et F. Corbin, fabricants de quincaillerie fine et artistique et d'articles de serrurerie, à New-Britain (Connecticut), exposent une grande variété de quincaillerie décorative, et des serrures spéciales, telles que la serrure *Harvard* et la serrure *Hôtel-Harvard,* qui passe pour incrochetable. Les mêmes exposants avaient dans la section des États-Unis un bureau de poste avec casiers affectés au service des divers abonnés, qui viennent eux-mêmes chercher leur courrier au bureau, suivant un usage très répandu dans les villes américaines. La sûreté et la variété des serrures sont une condition indispensable de l'emploi d'un tel système.

Un exposant français, M. A. Loyer, de Paris, est l'inventeur d'un mécanisme qu'il appelle *une serrure-chaîne,* au moyen duquel le particulier qui sort de chez lui en fermant sa porte, peut tendre en dedans une chaîne de sûreté, comme s'il était encore dans son appartement. Quand il rentre, un coup de main particulier est nécessaire pour faire tomber cette chaîne qui lui fait obstacle. L'utilité de la chaîne de sûreté paraît très contestable quand on est dehors : car elle n'a d'autre objet que d'empêcher les intrus de se précipiter dans l'appartement par la porte déjà entr' ouverte, en renversant la personne qui est venue ouvrir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous n'en avons pas fini avec la serrurerie, que nous retrouverons plus loin, lorsque nous aborderons l'examen des coffres-forts.

ORNEMENTS.

M. Monduit fils, de l'ancienne maison Mesureur et Monduit, à Paris, a une très belle exposition de plomberie et de cuivrerie d'art. Il a été chargé des travaux de couverture, de plomberie et cuivrerie ornementales des deux palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux, de l'exécution des dauphins, vases et cornes d'abondance de la fontaine monumentale du jardin central, et des appareils pour l'éclairage électrique des galeries extérieures du palais des Industries diverses. Autrefois on construisait les parties métalliques, tels que flèches, campaniles, dômes, en posant le métal, plomb ou cuivre, sur une charpente en bois. M. Monduit a supprimé entièrement le bois, qui se dessèche et s'altère rapidement. Sur une ossature en fer, toutes les pièces de plomb ou de cuivre, préalablement martelées, sont ajustées séparément au moyen d'armatures métalliques; elles sont montées indépendamment les unes des autres, de manière que la dilatation n'amène aucune déchirure, aucune transmission d'effort d'une pièce à la pièce voisine. Les joints sont bouchés par des doublures soudées à l'intérieur, qui ajoutent à la rigidité de l'ensemble. Des exemples de cette méthode peuvent être vus au Comptoir d'escompte, à l'Hôtel-de-ville de Paris, et dans beaucoup d'autres monuments, en France et à l'étranger. La maison Monduit exécute aussi les travaux de plomberie sanitaire; on peut voir une installation très perfectionnée à la nouvelle gare Saint-Lazare, et à l'hôtel Terminus, qui en dépend.

La maison Jason et Rivière, à Paris, a pour spécialité principale les ornements en zinc, cuivre, tôle et plomb, pour le bâtiment et l'architecture. Elle expose un monument funéraire, un cartouche d'angle en plomb martelé, une fontaine-jet d'eau, une lucarne démontable en six pièces sans aucune soudure, une balustrade en zinc imitant la tuile, des vases, épis, roseaux, bananiers, palmes, aloès, en cuivre, zinc et imitation de pierre ou de tuile; des panneaux de fruits ou de fleurs, exécutés en général d'une seule pièce, en plomb martelé. Cette maison a pris une part importante aux travaux de l'Exposition; elle a notamment élevé la porte d'entrée du quai d'Orsay.

M. A. Michelin, successeur de MM. Herbeaumont et Bassin, qui eux-mêmes succédaient à M. Hanoteau, à Paris, fabrique de la ferronnerie d'art, et expose une grille monumentale de 11 mètres de façade sur 5 mètres de haut, en fer forgé et tôle repoussée, du poids de 16,000 kilogrammes, puis une série de dessins représentant les principaux travaux exécutés par sa maison, entre autres le marché couvert de la Roche-sur-Yon, le marché couvert des Sables-d'Olonne, des jardins d'hiver, des serres, des grilles et rampes d'escaliers, etc. Un concours a été ouvert pour la construction du pavillon du Chili à l'Exposition universelle de 1889 : c'est le projet de M. Michelin qui a obtenu le prix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Latour, à Paris, expose six rampes de style différent : roman, gothique, renaissance, Louis XVI, moderne et mauresque. La maison, fondée vers 1800, produit principalement des rampes d'escalier. Elle emploie 20 à 25 ouvriers.

M. Louis Maison, aux Riceys (Aube), est l'auteur de la belle rampe en fer forgé de l'escalier qui monte de la galerie de 30 mètres au premier étage du palais des Machines. Tout le monde a admiré en passant cette œuvre d'art, qui fait le plus grand honneur à celui qui l'a conçue et exécutée.

Dans les expositions étrangères, nous trouvons dans la section belge M. Prosper Schryvers, à Saint-Gilles-Bruxelles, dont la maison remonte à l'année 1873 et est consacrée à la production de la ferronnerie artistique; il expose entre autres objets une superbe enseigne en fer repoussé. M. Schryvers a fourni à la Belgique les grilles du square du Petit-Sablon, à Bruxelles, les travaux d'art des mairies et écoles d'Auderlecht, de Maerbaeck, de Tournay, etc.; en France, la rampe et l'escalier d'honneur de l'hôtel-de-ville de Reims, dont un morceau figure à l'Exposition. La maison occupe 40 ouvriers. Le chiffre d'affaires monte en moyenne à 100,000 francs par an. Elle exporte ses produits dans le nord de la France, en Angleterre, en Écosse et aux États-Unis.

Dans la section espagnole, MM. Arturo et Alfredo Santa Maria, de Barcelone, exposent des portes en acier qui constituent un beau spécimen de leur fabrication. La maison, fondée en 1816, occupe 80 ouvriers dans la banlieue de Barcelone, et produit par an 25,000 mètres d'acier ondulé.

TRAVAUX GÉNÉRAUX D'ARCHITECTURE, BÂTIMENTS ÉCONOMIQUES, ESCALIERS.

Nous trouvons, parmi les exposants de la classe 63, quelques architectes, qui exposent leurs travaux, leurs ouvrages. Passons-les sommairement en revue.

M. Alphonse Gosset, de Reims, expose une partie de ses travaux, qui sont nombreux : des églises, des temples protestants, des théâtres, des hôtels, des écoles, des hospices, puis les variétés de l'architecture privée, de l'architecture rurale, de l'architecture industrielle. Ces diverses constructions sont pour la plupart élevées à Reims et dans les pays voisins. M. Gosset a publié de nombreux articles dans le *Journal de l'agriculture*, l'*Encyclopédie d'architecture*, les *Annales industrielles*, un traité de la construction des théâtres, et différentes études sur l'architecture ancienne, sur les anciennes églises et les mosquées de Constantinople, sur les coupoles de l'Orient et de l'Occident.

M. Bartaumieux, à Paris, expose des photographies et des dessins de constructions diverses. Dans une note remise au jury, il donne le programme d'un ouvrage qu'il aurait l'intention de publier un jour, sous le titre de *Cours d'architecture pratique élémentaire*. « Ce serait, dit M. Bartaumieux, aux ouvrages de nos maîtres, ce qu'est la *Cuisinière bourgeoise* au *Parfait cuisinier* : un de nos chapitres, et ce ne serait peut-être pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le moins intéressant, correspondrait au sous-titre connu : *ou l'art d'accommoder les restes* ».

M. Cacheux, ingénieur, de la maison Muller et Cacheux, à Paris, expose ses types de maisons économiques, comprenant soit un rez-de-chaussée seul, soit un rez-de-chaussée et un étage; il donne les plans d'exécution des habitations ouvrières qu'il a créées à Paris, pour démontrer qu'on peut rendre le locataire propriétaire de la maison qu'il occupe, moyennant le payement d'une annuité qui dépasse à peine le loyer d'un local de même superficie. Les ouvrages de M. Cacheux se rapportent principalement à l'étude de ces questions d'économie sociale : il a donné des plans de crèches, écoles, habitations ouvrières, bains, lavoirs, cercles d'ouvriers, et, en général, de toutes les institutions qui intéressent le plus l'avenir des travailleurs.

M. Flamant, architecte, inspecteur de la salubrité des garnis, expose, sous le nom de *Villa suburbaine*, des constructions économiques, des habitations pour petits rentiers, employés, travailleurs en chambre et ouvriers. Un mémoire développe les idées de l'auteur, au point de vue économique et financier, au point de vue législatif et administratif, enfin, au point de vue de la construction proprement dite; dans ce dernier chapitre, la question du drainage de la maison est particulièrement traitée avec grand soin.

M. Pombla, constructeur, expose ses hangars et constructions économiques, en fer et en bois, qui réunissent une grande solidité, une grande légèreté, la facilité du démontage et du remontage, la rapidité de l'exécution et l'économie en sus de tous ces autres avantages. Les hangars de M. Pombla ont été souvent adoptés par la ville de Paris et les services publics.

Nous réunissons à ce paragraphe l'exposition de la Compagnie des Entrepôts et Magasins généraux de Paris, considérée au point de vue spécial des bâtiments qu'elle a élevés à Paris et dans diverses villes. La Compagnie s'est arrêtée maintenant au type du bâtiment à trois étages, quatre au plus, élevés sur rez-de-chaussée. Elle a, dans ces conditions, un entrepôt à Paris, au Pont-de-Flandre, consacré aux sucres et aux liquides soumis à l'octroi, d'autres entrepôts à la Villette, des magasins généraux à Saint-Denis-Aubervilliers, des magasins secondaires près des gares principales, des succursales dans les principaux ports, des entrepôts intérieurs à Tergnier, à Saint-Quentin, au Mans, à Roubaix, à Tourcoing. L'ensemble des stocks de la Compagnie dans ses établissements de Paris est d'environ 300,000 tonnes et correspond à un mouvement de 600,000 tonnes par an. La Compagnie a exposé des vues panoramiques de ses magasins et entrepôts, des coupes du magasin-type, montrant les mesures prises pour assurer l'échange facile de la marchandise entre la réception et la livraison, enfin, des plans en relief des entrepôts de Tergnier et du Pont-de-Flandre. Depuis 1860, date de la fondation de la Compagnie, le stock en magasin a varié de 25,000 tonnes à près de 600,000 au 1er mai 1889. Les négociations annuelles des warrants délivrés par la Compagnie sur dépôt de marchandises montent par an à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

200 millions de francs pour les établissements de Paris; c'est plus du tiers du mouvement total des opérations sur warrants qui se font annuellement dans le commerce français.

Parmi les objets exposés rentrant dans l'industrie du bâtiment, se trouvent un petit nombre d'escaliers.

M. B. Vezet, de Paris, expose un nouveau système d'escaliers dont l'ossature générale est en fer, et les marches, toutes démontables, sont en bois ou en pierres. Les marches en bois reposent sur l'intrados de l'escalier au moyen de pattes en fer boulonnées, garnies de cornières; les marches en pierres portent sur un hourdis plein, dans lequel s'engagent des pannes qui empêchent le glissement de la masse sur l'intrados incliné, et des traverses formant contre-marches ou assises pour la marche supérieure. L'avantage de ce système est de permettre de démonter les marches, et de les changer sans endommager le plafond de douelle, que l'on fait à part.

M. Dejoux, entrepreneur de menuiserie, exposait un modèle intéressant, celui de l'escalier du Hammam de Vichy, remarquable par l'élégance de sa disposition.

Enfin M. Jeaudet, à Paris-Vaugirard, exposait des modèles d'escaliers en bois, avec rampes en fer et mains-courantes. La maison Jeaudet a exécuté des escaliers et d'importants travaux de charpente dans un grand nombre de maisons, d'hôtels et de châteaux, soit à Paris, soit en province ou à l'étranger.

DRAINAGE DES MAISONS.

La maison anglaise Doulton and C°, à Paris, pour la construction des appareils sanitaires, avait exposé dans la section anglaise, sous le titre de *Poterie dans son rapport avec l'architecture*, une série d'appareils sanitaires, propres à réaliser dans les maisons d'habitation la solution du problème du *tout à l'égout*. Elle présente un siphon de chasse automatique, qui s'amorce de lui-même, un appareil nommé *combinaison*, qui réunit toutes les installations nécessaires dans un water-closet bien organisé et qui se nettoie par des chasses énergiques d'eau. Dans certains appareils, la chasse est produite par l'ouverture seule de la porte des cabinets. Un nouveau joint perfectionné sert à assurer l'étanchéité des tuyaux qui amènent l'eau à la cuvette. La maison produit tous les appareils de lavage pour écoles, casernes, hôpitaux, établissements publics, etc.; l'eau sale est évacuée directement sans séjourner provisoirement dans un récipient intermédiaire; on sait que cet emmagasinement des eaux sales dans un local habité n'est pas sans inconvénient pour la santé des habitants.

Nous trouvons encore à Paris deux maisons qui ont une très belle exposition d'objets similaires; la maison Gaget-Gauthier et C^ie^ expose des baignoires, des water-closets, des appareils de toilette, et tous les accessoires, tels que robinets et appareils de plomberie; la maison Poupard aîné, des appareils de salubrité et d'assainissement, toilettes, baignoires, etc., avec mouvement d'eau. La Société anonyme des produits céra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

miques de Jeanménil et de Rambervillers expose de même des appareils sanitaires en grès vernissé et écaillé, tels que tuyaux, siphons, cuvettes, éviers, etc. Cette maison fournit des appareils à la ville de Paris; ses tuyaux en grès fin, avec extrémités sablées, peuvent résister à une forte pression intérieure.

M. Aimond, à Paris, expose un siphon de chasse automatique et une série d'appareils qui forment, d'après lui, la base du système du *tout à l'égout,* et qui sont appliqués aujourd'hui à plus de 30,000 réservoirs de chasse dans les maisons de Paris.

M. E. Dejean, à Saint-Mandé, successeur de la maison Lagroüe, expose des appareils d'hydrothérapie, des garde-robes, avec des crochets automatiques pour couvertures en ardoises, et différents objets rentrant dans l'art de la plomberie.

Dans la section anglaise, nous trouvons, outre la maison Doulton que nous avons signalée en commençant ce paragraphe, l'exposition de la Farnley Iron Company, à Farnley, près de Leeds, qui présente divers modèles de garde-robes, sous les noms de garde-robe *triumph,* garde-robe *compeer,* la *useful* et la *simplio;* celle-ci convient principalement pour hôpitaux, asiles et maisons ouvrières.

Une autre compagnie anglaise, The Paris and Earthenware crystal Hardware Company, dont le siège est à Paris, expose divers objets d'assainissement, tels que garde-robes, réservoirs de chasse, éviers, cuvettes, toilettes, robinetterie et accessoires divers.

Enfin, MM. George Farmiloe et fils, de Londres, ont une belle exposition de garde-robes, de robinets à branches multiples, de siphons, et de tous les appareils et outils qu'on emploie pour les distributions d'eau dans l'intérieur des maisons.

OBJETS DIVERS.

Plusieurs exposants ont présenté des appareils propres au travail des métaux. M. G. Chevrel, à Paris, héritier de la maison Chevrel, fondée en 1830, a transformé le vieux matériel de l'entreprise, et a commencé à scier, non seulement les bois, mais encore les métaux, les pierres fines, l'écaille, la nacre, etc. La maison occupe aujourd'hui 45 ouvriers.

Nous retrouverons les découpages dans un autre chapitre, à propos de la fabrication des modèles.

M. L. Pelletier, à Paris, expose des diamants pour couper le verre et la glace.

Mme veuve Longuemare, à Paris, expose tout un assortiment de lampes et fers à souder, pour gaziers, plombiers et peintres.

Dans la section anglaise, MM. Herring frères, à Londres, ont une exposition intéressante d'outils propres au travail des matériaux, y compris le travail de la sculpture.

M. Ch. Petit-Didier-Lamidé, à Saint-Nicolas-du-Port (Meurthe-et-Moselle), expose une tuile-cheminée en fonte, à laquelle on adapte un tuyau en tôle galvanisée, s'ajustant à baïonnette, et pouvant résister aux vents les plus forts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Mesnard jeune, à Paris, expose des bourrelets flexibles et inusables, pour le calfeutrage invisible des portes et des fenêtres, avec plinthes automatiques pour les portes qui doivent s'ouvrir sur un plancher défectueux.

M. Helliwell, à Brighouse, dans la section anglaise, expose un vitrage sans mastic, dit *vitrage impérissable*. Les vitres sont portées sur des étriers en zinc, et les joints, recouverts par des chapeaux de cuivre, sont consolidés par des boulons en bronze. Il n'y a pas de trous dans le zinc permettant à l'eau d'y séjourner. La dilatation du métal et celle du verre se font librement, sans produire de déchirements ni de ruptures.

La maison Redoulx et Cie, à Paris, ancienne maison Leclaire, est une entreprise de peinture, dorure, tenture, décoration et vitrerie; elle se distingue par une organisation particulière; elle date de 1826. La participation des ouvriers aux bénéfices du patron a été introduite dans la maison en 1842. En 1864, la Société de secours mutuels représentant les ouvriers a été admise comme commanditaire avec apport de 100,000 francs; à partir de 1869, les ouvriers sont associés aux bénéfices du patron, et l'apport de la Société de secours mutuels est porté à 200,000 francs. Les bénéfices sont répartis à raison de 25 p. 100 pour les gérants, 25 p. 100 à la Société de secours mutuels et 50 p. 100 aux ouvriers et employés, au prorata de leur salaire ou appointements. L'entreprise est administrée par un *noyau*, qui comprend un certain nombre d'ouvriers; le noyau élit les gérants. On remarque, dans la maison, un comité de conciliation, destiné à juger les ouvriers et employés, et à faire les enquêtes nécessaires pour l'admission au noyau. On y remarque aussi des règles qui fixent les conditions de l'apprentissage. Les développements de la maison ont, jusqu'ici, justifié les espérances du fondateur, Edme-Jean Leclaire, qui voulait que ses ouvriers, après une conduite régulière et un travail assidu, pussent, dans leur vieillesse, trouver de quoi vivre tranquilles sans être à charge à personne.

Nous terminerons ce chapitre en signalant les sonneries à air de la maison E. Boivin et Ce, à Paris, qui réalisent, par la simple transmission d'une onde sonore, toutes les sonneries, tous les signaux, tous les mouvements qui, aujourd'hui, s'accomplissent à l'aide des courants électriques. Le rôle de l'air peut consister à opérer un déclenchement, qui fait jouer une sonnerie permanente, comme ferait une trembleuse électrique. Ce retour à des procédés qu'on pouvait croire vieillis a l'avantage de supprimer les inconvénients de l'électricité, et toutes les difficultés que l'on rencontre pour entretenir les piles et assurer la continuité des circuits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III.

APPAREILS HYDRAULIQUES.

Bien que les machines hydrauliques et leurs accessoires ne fassent pas partie de la classe 63 et aient été rangés dans une classe spéciale, nous trouvons cependant dans la classe 63 quelques appareils hydrauliques que nous devons examiner dans le présent chapitre.

TUYAUX.

Le principal perfectionnement récent apporté à la fabrication des tuyaux de conduite a consisté à assurer aux joints une flexibilité qui contribue à faciliter la pose. Dans cet ordre d'idées M. Henry Jaudin, de Lyon, constructeur d'appareils destinés aux travaux publics, présente des tuyaux métalliques flexibles, à articulations extérieures. M. Rossin, à Orange (Vaucluse), fabricant de moulins à vent et de pompes d'épuisement, résout le même problème avec des tuyaux en terre cuite : le joint doit sa flexibilité à l'emploi d'une bague en caoutchouc vulcanisé. M. Ph. Sorgue, à Paris, expose des tubes et tuyaux élastiques, revêtus d'une enveloppe en tresse d'acier, qui peut recevoir toutes les formes; ces tuyaux sont essayés à la pression de 20 atmosphères. La maison Bigot-Renaux, à Paris, a des tuyaux en fonte dont les joints peuvent être légèrement infléchis de manière à suivre les sinuosités de la ligne de pose. Ces tuyaux, dont le diamètre va jusqu'à 1 m. 10, ont été adoptés par la ville de Paris pour la distribution des eaux de la Vanne. La même maison expose un grand choix de chéneaux, noues, gouttières étanches, pour la couverture des bâtiments.

L'importante maison Mathelin et Garnier, de Lille, présente une grande variété de tuyaux à emboîtements avec joints en plomb, destinés à la distribution de l'eau et du gaz. Ces tuyaux sont généralement coulés debout; on les essaye à 15 atmosphères de pression intérieure, avant de les livrer au commerce. MM. Mathelin et Garnier exposent aussi des tuyaux de chauffage, auxquels on adapte des ailettes de forme hélicoïdale pour accroître la surface rayonnante : ces ailettes, en tôle, sont soudées à la fonte du tuyau. La même maison fabrique les robinets à clef renversée imaginés par M. Gibault, de Paris, autre exposant de la classe 63, qui présente également un bel ensemble d'appareils pour la canalisation et la distribution des eaux et du gaz. MM. Mathelin et Garnier exposent encore des robinets-vannes perfectionnés, des machines à percer les tuyaux en charge, des colliers de prise d'eau sur un tuyau en charge, à clapet ou à robinet, un raccord symétrique du système Guillemin, dépourvu de toute partie saillante, etc.

M. J. Le Blanc, qui possède à Paris un atelier de construction pour les machines

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la chaudronnerie, expose des tuyaux et des appareils pour la distribution des liquides sous pression. Sa maison, qui date de 1866, emploie 300 ouvriers et fait par an 2 à 3 millions de francs d'affaires. L'une des principales créations de cette maison est la distribution d'eau de Saint-Louis, au Sénégal, qui a demandé six ans de travail et a exigé une dépense totale de 1,800,000 francs. Le passage du fleuve en siphon, en un point où il a une grande largeur, et où sa profondeur atteint 18 mètres, a conduit M. Le Blanc à imaginer un système de joints articulés à rotules, qui donne à l'ensemble immergé toute la flexibilité nécessaire pour qu'il cherche et qu'il trouve sa position d'équilibre, malgré les irrégularités du fond du lit.

Signalons encore dans l'exposition française les raccords de tuyaux à baïonnette de M. Dorgans (A.), de Tarbes; une rondelle de caoutchouc, placée dans le joint, lui donne l'étanchéité nécessaire.

Dans les sections étrangères, nous trouvons l'exposition de M. le professeur A. Huet, collaborateur de l'Institut royal des ingénieurs de Hollande, qui a envoyé de Delft une série de tableaux et de dessins représentant les divers types de machines élévatoires employées pour le drainage des contrées basses. La pratique des desséchements dans les parties basses de la Hollande donne une grande autorité aux exemples recueillis et publiés par M. Huet.

Dans la section suisse, M. George Fisher, de Schaffhouse, directeur d'une fabrique d'acier fondu et de fonte malléable, expose des raccords pour conduites d'eau, de gaz et de vapeur, et les outils nécessaires pour la pose et l'aménagement de ces conduites. Les tuyaux et les joints de la maison Fisher ont été essayés à Zurich, dans les laboratoires de l'École polytechnique fédérale; la pression intérieure a été poussée jusqu'à 200 atmosphères. Dans la section espagnole, M. Tomas, de Villaneva (province de Barcelone), expose des tuyaux de différentes sortes destinés à tous les usages; sa maison a été fondée en 1820; elle emploie, aujourd'hui, 86 ouvriers, et fait chaque année pour 600,000 francs d'affaires. Dans l'exposition britannique, la maison Quick Barton and C°, de Londres, a exposé des tuyaux de plomb doublés intérieurement d'une couche d'étain, pour empêcher le contact du plomb avec les liquides, et prévenir les intoxications qui pourraient résulter de ce contact : si le danger est faible quand il s'agit de l'eau chargée de sels calcaires, il peut devenir beaucoup plus grand, quand le tube est employé à conduire des liquides tels que la bière, et c'est alors que la doublure en étain constitue une préservation très utile. Nous signalerons enfin dans la section américaine l'exposition de M. Vizet, de New-Rochelle, qui présente des tubes spécialement fondus pour la conduite du gaz d'éclairage.

ROBINETS.

Tout le monde connaît les robinets Chameroy qu'expose M. Hippolyte Chameroy; le type, créé autrefois par Augustin Chameroy, constitue le robinet à repoussoir, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exige qu'on maintienne l'effort d'ouverture pour le tenir ouvert et pour lui permettre de débiter, et qui, en se refermant, ne produit pas de coup de bélier dans la conduite. Un ressort, qui tend à refermer le robinet dès que l'on cesse de presser dessus, le referme en étranglant graduellement la veine liquide, ce qui suffit pour prévenir le choc et ramener la vitesse de la colonne liquide à zéro par degrés insensibles, sans avoir recours à l'emploi d'un réservoir d'air. Le robinet Chameroy, essayé à la pression de 5 atmosphères, est aujourd'hui adopté par la ville de Paris depuis 1872, pour les bornes-fontaines, ainsi que pour le service des abonnés. Une autre maison Augustin Chameroy expose aussi des robinets qui suppriment les coups de bélier.

M. Félix Mercery, à Paris, a imaginé et expose des robinets perfectionnés, qui facilitent les réparations d'un appareil presque toujours traité avec trop de brusquerie par les personnes qui ont à s'en servir. Les laveuses, par exemple, ouvrent les robinets à coup de battoir et les referment de même. Ses types de robinets de batterie, de robinets à double boisseau, présentent, au point de vue de l'usage, de grands avantages comme solidité et comme durée. L'emploi du double boisseau permet de remettre en état un robinet usé sans démonter les joints, tout en conservant la majeure partie d'une pièce qui représente, après tout, une certaine valeur.

Un fontainier de Paris, M. Bine (Alexandre), a exposé un type de robinet intermittent qui a pour objet de supprimer la manœuvre du calage. On sait que, tous les étés, l'Administration municipale se plaint de la dépense exagérée d'eau de source que font les abonnés, en laissant ouvert un certain temps leur robinet pour recueillir de l'eau plus fraîche. M. Bine veut empêcher cette manœuvre, et pour cela, il partage son obturateur en deux parties indépendantes l'une de l'autre. Le levier, mis à la disposition de l'abonné, soulève la première partie; celle-ci entraîne par aspiration la seconde et le débit commence. Mais peu à peu, la seconde partie, qui a été entraînée par la première, quitte celle-ci et redescend dans sa position primitive. L'écoulement diminue à mesure que ce retour s'opère et cesse entièrement quand l'obturateur est redescendu, bien qu'en apparence le robinet soit toujours ouvert. L'ouverture du robinet donne passage, en définitive, à un volume de 4 à 5 litres au maximum. Pour en avoir d'avantage, l'abonné ne doit pas continuer à peser sur le levier de manœuvre; il doit, au contraire, laisser l'appareil se fermer entièrement et répéter son opération. M. Bine expose aussi des robinets non intermittents, disposés de manière à éviter les coups de bélier.

Une maison importante de Paris, la maison A. Simon, Saint-Albin et fils, qui a succédé à l'ancienne maison Herdevin, expose un assortiment complet de robinets-vannes adoptés par la ville de Paris, de valves, et de tous les appareils en bronze, cuivre et fer qui servent pour la distribution des eaux, du gaz et de la vapeur.

M. L.-L. Le Breton, à Orléans, a imaginé les vannes à boulet, qu'il réalise en fonte ou en bronze, suivant les cas. La vanne est constituée par une sphère métallique, qui joue le rôle d'obturateur, et qui vient reposer sur un siège garni d'un boudin circu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laire en forme de tore. Le contact a lieu par un petit cercle de la sphère; quand on soulève le boulet, la surface laissée libre pour l'évacuation du liquide croît avec une grande rapidité. Ce système de vannes, très solide et très rustique, convient spécialement pour les bondes d'étang, pour les conduites d'alimentation ou de vidange des réservoirs, pour les vannes de moulins; il pourrait remplacer également les robinets-vannes des conduites d'eau ou de gaz, et les clapets de retenue des conduites de vapeur.

COMPTEURS D'EAU.

La section anglaise contenait trois compteurs d'eau catalogués dans la classe 63.

La maison Beck et Cie, de Londres, exposait le compteur d'eau de Schönheyder; le mécanisme comprend trois petits cylindres dans lesquels se meuvent autant de pistons; l'ensemble est animé d'un mouvement circulaire uniforme autour de l'axe vertical de l'appareil. A chaque tour, l'appareil débite la somme des volumes engendrés par chacun des pistons. Un compteur de tours fait connaître le volume total débité pendant la durée de l'expérience. Des essais ont montré que le jaugeage de l'eau débitée s'opérait dans cet appareil sans erreur appréciable.

MM. Sporton et White, à Enfield (Middlesex), exposent aussi un compteur d'eau positif et un compteur d'eau rotatoire. Le mécanisme consiste encore à faire passer le liquide dans des cylindres où se meuvent des pistons qui le débitent par volumes égaux. Un cadran, muni de plusieurs aiguilles, sert à totaliser les volumes débités. Les appareils sont assez sensibles pour permettre d'enregistrer les moindres débits.

Enfin, la Compagnie anglaise nommée *The London water meter C°, limited,* a exposé un *hydromètre positif différentiel* de forme circulaire; l'eau entre par un côté de l'appareil et sort par le côté opposé; elle rencontre comme obstacle à franchir un moulinet formé de 4 ailettes planes, dont les plans peuvent tourner autour de l'axe qui les rattache au moyeu commun; elle fait tourner ce moulinet, mais la disposition des parties fixes sur lesquelles viennent glisser ou buter les ailettes est telle, que celles-ci changent graduellement d'inclinaison et finissent par se retourner entièrement, de manière à couper le courant d'eau et à le débiter, pour ainsi dire, en tranches d'égal volume. L'appareil fonctionne également bien sous de fortes ou de faibles pressions, à plein tuyau ou à débit restreint. Les inventeurs font valoir, comme avantage de leur appareil, que le mouvement de l'eau y est uniforme, continu, et que jamais l'eau ne perd sa vitesse pour occuper un espace graduellement croissant : les appareils où l'on a recours à un mouvement alternatif n'ont pas cette propriété qui, dans certains cas, peut être utile.

FILTRES, ÉPURATION DES EAUX.

Les filtres rentrent particulièrement dans la classe de l'hygiène, et nous n'aurons ici qu'à en signaler un très petit nombre; la plupart appartiennent d'ailleurs à l'Angle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terre. Nous devons cependant mentionner, en premier lieu, l'exposition de M. Dunet, de Paris, qui présente des filtres naturels en pierre poreuse, des entonnoirs-filtres, des bouteilles filtrantes, qui se remplissent d'eau pure à travers leur paroi lorsqu'on les plonge à moitié dans une eau chargée de corps étrangers. M. Dunet adaptait autrefois à ses bouteilles filtrantes des goulots métalliques; depuis, il emploie, pour cet usage, des goulots céramiques qui conviennent mieux pour la conservation de la pureté de l'eau versée au dehors.

La maison J. Carré et fils aîné et Cie, de Paris, expose un système de distribution d'eau, au moyen de l'air comprimé, applicable à la campagne comme à la ville. Ils ont joint à leur exposition des *filtres-aérateurs*, où l'eau d'alimentation traverse de bas en haut la matière filtrante, et qu'on peut installer sur le parcours de l'eau dans les sous-sols, de manière à donner dans toute la maison une eau fraîche, aérée et parfaitement pure. L'emploi de l'air comprimé permet à MM. Carré de placer leurs batteries dans les sous-sols, à l'abri des chances d'incendie, et d'alimenter leurs appareils au moyen de la conduite d'eau de la ville. De cette manière, l'eau destinée à éteindre les incendies est toujours prête et n'est pas exposée à tous les accidents qui paralysent si souvent l'usage des réservoirs placés dans les combles. La même maison a fait une application heureuse de ses procédés à la réfrigération des cuves à vin en Algérie : on distribue, pour cela, l'eau sous forme de pluie fine, en la recueillant soigneusement pour la faire retourner au réservoir d'où elle a été tirée.

Dans la section anglaise, nous trouvons des filtres dans l'exposition de M. Barstow, à Pontefract, qui emploie les filtres en pierre naturelle ou en charbon; son modèle permet de changer facilement le charbon, et assure, au sein des matières, une circulation d'air essentielle pour brûler les matières organiques qui s'y trouvent retenues. M. J. Defries expose de même une grande variété de filtres à charbon, qu'il destine principalement aux voyageurs et aux habitants des pays chauds. La Compagnie anglaise des filtres en charbon silicié (*silicated carbon*), à Battersea, représentée à Paris par MM. Williams et Cie, expose des filtres de table, des filtres domestiques, et tous ses appareils permettent l'aération de l'eau pendant le filtrage, ce qui présente un grand avantage au point de vue de l'hygiène, la plupart des matières filtrantes dépouillant l'eau de l'air qu'elle tient en dissolution.

L'appareil Howatson, présenté par M. Andrew Howatson, de Londres, a pour but principal l'épuration chimique des eaux destinées à l'alimentation des chaudières. On se sert pour cela d'un réactif préparé dans l'appareil lui-même. On fait couler, en les mélangeant ensemble, l'eau et la dissolution réactive, de manière à assurer un rapport constant entre les deux débits. Le mélange se rend dans une caisse inférieure où le courant liquide s'établit de bas en haut. Le précipité et les autres matières solides en suspension dans l'eau sont retenus par une couche filtrante de sable, et l'eau purifiée est recueillie à la partie la plus élevée de cette caisse. M. Howatson a donné l'automaticité au jeu de son appareil, de telle sorte que, dès que l'industriel a épuisé ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réserves, l'épurateur se remet de lui-même à fonctionner jusqu'à ce que la provision d'eau pure soit reformée. On signale de nombreuses applications de cet appareil, qui intéresse l'hygiène aussi bien que les machines, en permettant de rendre potables certaines eaux qui seraient très dangereuses. Des eaux putrides, dit M. Howatson, deviennent à leur sortie de l'appareil, claires, limpides, et ne conservent plus ni mauvais goût, ni odeur. Tout dépend du réactif employé et de la dose dont on a fait usage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV.

MACHINES.

La classe 63 ne contenait qu'un petit nombre de machines spéciales, destinées pour la plupart aux travaux publics, ou rentrant dans les appareils qui dépendent de l'industrie du bâtiment. Elles auraient assurément pu être rattachées à la classe de la mécanique générale. Quoi qu'il en soit, nous allons les passer en revue, en commençant par les plus importantes de toutes, les appareils de levage.

APPAREILS ÉLÉVATEURS.

Au premier rang se placent les ascenseurs.

L'Exposition de 1889 en comprenait un grand nombre. La tour Eiffel seule en offre trois types divers, qui ont donné passage pendant la durée de l'Exposition à une circulation des plus actives.

L'ascenseur Ottys, type américain, est un ascenseur funiculaire à contrepoids, qui fait le service de la tour entre le rez-de-chaussée et la deuxième plate-forme, avec arrêt facultatif à la première. La cabine se meut sur des rails qui lui servent de guide; les rails fournissent le point d'appui au frein qui doit arrêter le mouvement en cas de rupture du câble. Elle peut contenir 40 personnes, qu'elle élève à la hauteur de 115 mètres. Le cylindre moteur a un diamètre de 0 m. 965; à l'intérieur, un piston à deux tiges, portant six poulies à gorge qui livrent passage au câble, décrit sous la poussée de l'eau une course de 10 m. 70. Le rendement de l'appareil a été constaté : il ressort à 0,368.

L'ascenseur Roux, Combaluzier et Lepage, installé entre le rez-de-chaussée et la première plate-forme, est un type nouveau, dans lequel le piston, qui pousse ordinairement la cabine, est remplacé par une série de tiges rigides, articulées les unes au bout des autres, et assujetties à glisser dans un tube fixe. Les articulations sont garnies de galets qui portent sur les parois internes du tube, et empêchent les grippements de se produire.

L'ensemble des tiges motrices forme une chaîne sans fin, dont la partie mouvante est toujours comprimée; c'est là le caractère particulier de ce système d'ascenseur. Il résulte de cette disposition que la rupture d'une articulation n'exposerait pas la cabine à tomber en dérive, et n'empêcherait pas d'une manière absolue le mouvement de se continuer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Établi pour élever à la première plate-forme 100 personnes à la vitesse de 1 mètre par seconde, l'ascenseur Roux, Combaluzier et Lepage n'a pu recevoir, dans l'application, la totalité de ce chargement.

Le troisième ascenseur est celui de M. Édoux. Il part de la deuxième plate-forme et aboutit à la troisième et dernière, en se mouvant verticalement dans la partie supérieure de la tour, qui ne participe plus à l'inclinaison convergente des quatre pieds. Il y a changement de cabine au milieu du parcours. Deux cabines identiques sont rattachées l'une à l'autre par l'intermédiaire de câbles métalliques. La course de chacune est limitée à la moitié de l'intervalle compris entre les stations extrêmes. De ce point moyen à la station supérieure, l'une des cabines se meut sous la poussée des deux pistons d'un appareil hydraulique; la jonction de la cabine au piston se fait de chaque côté, de sorte que les pistons peuvent rester cachés dans des tuyaux verticaux, fendus verticalement pour le passage des attaches. La seconde cabine, soutenue par les câbles, descend quand la première monte, et atteint la deuxième plate-forme quand l'autre arrive à l'étage supérieur.

Un appareil de détresse a été appliqué à la deuxième cabine, c'est-à-dire à celle qui est soutenue uniquement par les câbles, et qui tomberait si ceux-ci venaient à se rompre. Après divers tâtonnements, on a adopté pour ce frein de sécurité des appareils de forme cylindrique en deux morceaux, engagés au-dessous de la cabine dans les tuyaux qui leur servent de guide. La partie inférieure, pendue à l'autre, prend un mouvement hélicoïdal, suivant le pas d'hélices saillantes ménagées à l'intérieur de ces tuyaux; ce mouvement se continue tant que le mouvement de la cabine est régulier. Mais si les câbles venaient à se rompre, la cabine en retombant entraînerait la partie supérieure du frein qui viendrait coiffer la partie cylindrique, et, l'empêchant de tourner autour de son axe vertical, l'immobiliserait sur les hélices saillantes qui dirigent son mouvement. L'arrêt de la cabine serait réalisé en un instant.

Les machines qui mettent en mouvement les appareils hydrauliques des trois ascenseurs sont placées dans l'un des pieds de la tour. Deux réservoirs sont établis, l'un à la deuxième plate-forme, l'autre à la troisième, pour le jeu des ascenseurs Édoux.

Outre ces ascenseurs qui ont donné passage pendant l'été de 1889 à une véritable circulation de chemin de fer, l'Exposition en comprenait beaucoup d'autres, les uns dans la galerie des Machines, les autres dans divers pavillons, comme, par exemple, le Pavillon du globe terrestre. Arrêtons-nous seulement à un type nouveau, créé par M. Édoux, et exposé par lui dans le pavillon de la Compagnie parisienne du gaz. Au lieu d'équilibrer la cabine, comme à l'ordinaire, par un contrepoids qu'on y rattache au moyen d'un câble passant sur une poulie supérieure, M. Édoux a donné au contrepoids la forme annulaire, et il le place dans le puits même de l'appareil, comme une bague entourant le piston moteur. Les poulies de renvoi sont renfermées dans un caisson métallique qui fait corps avec le tube de l'ascenseur, et qui, placé dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous-sol, est entièrement rempli d'eau. Il résulte de là que le contrepoids est tout à fait invisible, et que la cabine demeure isolée, sans contrepoids apparent, sur la tête du piston moteur.

Les tubes qu'emploie M. Édoux sont des tubes d'acier, qui donnent une sécurité bien supérieure à celle qu'on obtient avec le fer ou la fonte. Ajoutons que M. Édoux a complété son ascenseur en y installant une commande électrique, qui supprime tout l'attirail de tiges qu'exige à l'ordinaire la manœuvre de l'appareil.

Passons aux autres appareils de levage.

La Société de construction des Batignolles (ancienne maison Ernest Gouin et Cie), à Paris, exposait un treuil dont la vitesse peut être modifiée à volonté pendant la marche; cette machine est destinée à servir, sur un appontement, au chargement en gabarre des blocs de pierre pesant jusqu'à 10,000 kilogrammes, qu'on emploie comme enrochements dans la construction des jetées à la mer. Elle admet quatre vitesses différentes, et l'on peut passer de l'une à l'autre à volonté, sans arrêter le mouvement, sans même le ralentir.

Une autre maison française, la maison Gustave Lacourt, représentée par M. E. Decourt-Lacourt, à la Rochelle, exposait une sonnette à vapeur qui permet d'employer au battage des pieux des moutons pesant 2,000 kilogrammes, mis en mouvement par le jeu de la vapeur et la manœuvre d'un robinet. La sonnette en charpente est montée sur un chariot qui porte la machine motrice; ce chariot suit une voie de service qui longe la ligne suivant laquelle les pieux doivent être battus. La disposition adoptée exige peu de place et permet d'opérer le battage des pieux avec une grande rapidité. Aussi la sonnette de M. Decourt est-elle très appréciée dans les travaux publics. On l'a employée au battage des fondations du Palais des machines et de la tour Eiffel, à l'Exposition de 1889. Le principe du système consiste à remplacer le mouton par un cylindre creux en acier forgé d'une seule pièce, traversé par un piston dont la tige est invariablement fixée sur la tête du pieu. La vapeur admise soulève le cylindre; quand elle s'échappe après l'avoir soulevé, il retombe sur le pieu. Le mouton contient son mécanisme moteur et ne réclame plus que l'intervention d'une chaudière.

MM. Caillard frères, constructeurs-mécaniciens au Havre, construisent toutes les machines destinées à la navigation et à la pêche : treuils, guindeaux, gouvernails, machines à retirer les filets, et aussi tous les transbordeurs, monte-charges, grues, cabestans, et autres appareils destinés à l'outillage des ports, des docks et des entrepôts. Leur établissement du Havre occupe un personnel d'environ 120 ouvriers. La maison a organisé une société de prévoyance par l'admission du personnel ouvrier au partage des bénéfices de l'entreprise, et une caisse de secours qui peut leur venir en aide en cas de maladie. Au point de vue technique, MM. Caillard ont imaginé un type particulier de tiroir, dit *tiroir compensé*, qu'ils emploient pour la distribution de la vapeur dans les treuils à renversement de marche. Ce genre de tiroir ne subit pas le soulèvement qui tend à se produire pour le tiroir à coquille, lorsque la vapeur vient à être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

admise par-dessous, au lieu d'appuyer la pièce mobile sur le plan le long duquel elle est appelée à osciller.

L'exposition anglaise montrait plusieurs appareils de levage remarquables par leur puissance et leur solidité.

M. Appleby, de Londres, exposait des titans destinés à manier et à immerger les blocs de béton qu'on emploie pour la construction des jetées à la mer, des grues pour le chargement et le déchargement des bateaux et des wagons, des ponts roulants pour le transport des fardeaux d'un point à l'autre d'une halle rectangulaire. Les machines de M. Appleby se distinguent par leurs formes robustes et leur parfaite stabilité.

La maison Stothert et Pitt, de Bath (Angleterre), exposait une machine à faire les déblais, une sorte de drague à mâchoires, portée par une grue ordinaire et mise en action par une machine à vapeur.

La drague, amenée au fond de la fouille, vient mordre le terrain à déblayer. Elle se referme sous la traction du câble qui sert à la relever; elle emporte un morceau dont le volume peut atteindre, suivant la capacité de l'appareil, jusqu'à 1 yard cube, environ trois quarts de mètre cube. La machine fonctionne très bien dans l'argile, et mieux encore dans la vase. La maison Stothert possède un grand nombre de types de dragues de cette espèce, applicables aux diverses natures des terrains à déblayer.

MM. Hunter et English, de Londres, exposaient un modèle de grue flottante, munie d'un contrepoids mobile destiné à maintenir la stabilité de l'appareil. Tous les mouvements nécessaires pour lever ou abaisser la grue, pour la faire tourner, pour régler la position du contrepoids, se font mécaniquement : un seul homme suffit pour opérer toutes les manœuvres. La disposition du contrepoids est telle, que la grue, une fois qu'elle est équilibrée, peut accomplir autour de la verticale un tour entier sans compromettre la stabilité du bateau qui la porte.

Cette grue flottante est principalement destinée au chargement et au déchargement des navires.

La maison Selig, Sonnenthal and C°, de Londres, exposait une sonnette à battre les pieux, portative et démontable. Le type imaginé par cette maison comprend un trépied formé de trois montants concourants, qui s'assemblent à leur extrémité supérieure. Pris isolément, ces trois montants constituent l'ossature d'un monte-charge qu'on peut employer à tous les usages. Le trépied porte la coulisse qui doit guider le mouton, et les poulies sur lesquelles passent les tiraudes. L'un des montants est double et constitue une chèvre qui, munie d'un treuil, sert à mettre en place les pieux et à élever au besoin d'autres fardeaux. Les pieds des montants sont terminés en pointe pour pénétrer dans le sol, mais ils portent autour de la pointe un renflement qui élargit la base sur laquelle ils reposent. Divers liens métalliques rigides réunissent les trois montants à certaines hauteurs, pour assurer la raideur de leur assemblage. Une contre-fiche contribue aussi à donner à la coulisse la rigidité nécessaire. L'ensemble forme un système à la fois solide et léger, facile à démonter, à transporter et à remonter. Il pèse en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout 1,300 kilogrammes, pour une hauteur de 9 mètres. Le mouton a un poids de 300 kilogrammes.

MACHINES ROUTIÈRES.

La maison Albaret, à Liancourt-Rantigny (Oise), exposait, outre la série complète des machines agricoles, un rouleau compresseur à vapeur qui rentre dans la classe du génie civil. L'appareil pèse 11 tonnes. Il est apprécié dans les différents services des ponts et chaussées, et on l'emploie dans un grand nombre de départements. La même maison exposait un rouleau compresseur, à traction de chevaux, qui se distingue des types ordinaires en ce que le retournement de l'attelage à bout de course se fait très aisément; un jeu de chevilles permet de retourner l'attelage à angle droit sur l'axe de l'appareil; dans cette situation, il entraîne le châssis supérieur et lui fait accomplir par traction directe une demi-révolution. Les usines de Liancourt-Rantigny occupent jusqu'à 400 ouvriers; elles utilisent le travail de 5 moteurs à vapeur. Du reste, la fabrication de la maison est presque exclusivement consacrée aux machines agricoles, et les appareils qu'elle livre aux travaux publics ne constituent qu'une partie accessoire dans l'ensemble de ses productions.

M. Jules Weitz, à Lyon, a exposé, sous le nom de *porteur Weitz*, un système complet de chemin de fer à voie étroite, comprenant des rails d'acier à base plate, de 7 kilogrammes par mètre courant, des traverses d'acier, des éclisses, des aiguilles et croisements de voies, des plaques tournantes, etc. Les voies sont prévues à des largeurs variables de 0 m. 50 à 0 m. 75. Le matériel roulant comprend des wagons métalliques pour terrassements, montés sur roues en fonte ou en acier, et disposés de manière que le déchargement puisse se faire par basculement de côté ou par le bout; puis toute une série de véhicules, tels que plates-formes, wagons plats, wagons forestiers pour le transport des bois en grume, wagons pour le transport des futailles, de la houille, des fourrages, wagons-citernes pour le transport de l'eau et des engrais liquides, etc. L'emploi de ce matériel dans les travaux publics permet d'exécuter les remblais avec une grande rapidité.

La maison A. Grillot, de Paris, ancienne maison Bouilliant, exposait des rouleaux compresseurs à macadam, des tombereaux-sableurs, pour le répandage du sable sur les routes en temps de verglas; l'appareil sableur s'ajoute à un tombereau quelconque, ce qui a l'avantage de ne pas immobiliser un matériel spécial, lorsque le retour de la belle saison oblige à en ajourner l'emploi; enfin, des chariots basculeurs qui se redressent d'eux-mêmes par la traction du cheval, et qui permettent, grâce à leur peu de hauteur au-dessus du sol, le chargement des boues liquides et des neiges.

M. Léon Blot, à Paris, expose une machine balayeuse, avec réglage automatique du rouleau-brosse, de manière à en compenser l'usure; un rouleau chasse-neige, un tombereau mécanique étanche pour ramasser les boues liquides : la caisse de ce tombereau a une forme parabolique, qui facilite le déversement; une machine balayeuse-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ramasseuse, qui enlève la boue ou la poussière d'une chaussée sur une largeur de 2 m. 50; enfin, un dynamomètre disposé spécialement en vue d'évaluer le travail de la traction des divers engins employés au nettoiement des voies publiques. La balayeuse mécanique de M. Blot est employée par la ville de Paris. Nous devons noter toutefois que M. Marmet, conducteur principal en retraite, réclame la priorité de l'invention de l'appareil éboueur et du rouleau-brosse, tandis que M. Blot les présente comme une création de sa maison.

La maison Mallet, de Marseille, expose un assortiment complet de matériel pour les entreprises et d'outillage pour les travaux publics.

Dans l'exposition anglaise, nous trouvons une machine routière de la maison Aveling et Porter, de Rochester (Kent). C'est une locomotive destinée à traîner des convois sur les routes, et qui paraît avoir rendu des services réels aux armées russes pendant la guerre de Turquie en 1877-1878. La machine Aveling et Porter traîne cinq fois son poids sur une bonne route, avec une vitesse de 5 à 6 kilomètres à l'heure; sur les routes non empierrées, la charge se réduit à une fois et demie au plus. La montée des rampes se fait avec autant de facilité, si ce n'est plus, que pour les camions menés par un attelage. La machine et le train qui y est attelé suivent facilement les courbes les plus raides de la route. Enfin, lorsqu'on arrive à destination, la locomotive peut être très aisément transformée en machine fixe, pour exécuter d'autres travaux. La puissance des machines routières peut varier, suivant les types, de 4 à 12 chevaux, force nominale. On y ajoute à volonté une grue à vapeur, un treuil pour le halage, etc. La maison expose aussi un rouleau compresseur à vapeur et des locomotives spécialement destinées au travail du labourage.

Dans la section luxembourgeoise, M. Hartmann, ingénieur des travaux publics, expose un chasse-neige perfectionné, qui peut rouler comme un chariot ordinaire sur les parties déblayées, et qu'on fait fonctionner comme chasse-neige dans les endroits où la machine doit opérer le déblai de la neige accumulée. La machine fait dans la neige une fouille dont la hauteur et la largeur peuvent être réglées entre certaines limites, à l'aide d'un vérin central et de vis horizontales, qui permettent d'élever l'appareil et d'élargir la voie. Dans la bonne saison, le chasse-neige se transforme à volonté en balayeuse ou en éboueuse. Le service de l'enlèvement des neiges est très bien organisé dans le grand-duché de Luxembourg, et, grâce à l'emploi de ces machines, les routes sont généralement frayées dans la matinée qui suit une chute de neige survenue pendant la nuit : les ordres sont donnés d'avance, et les chevaux commandés en vue de cette éventualité.

Nous réunirons à ce paragraphe des machines routières divers appareils qui ont rapport aussi aux transports et à l'entretien des chaussées.

La maison E.-L. Mallet, à Toulon, exposait des wagons de terrassement à culbuteur roulant; le châssis de la caisse du wagon est établi de telle sorte qu'un petit déplacement suffit pour faire basculer la caisse; elle vient s'appuyer sur un ressort, qui, lors-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elle est vidée, la ramène à sa position normale. La porte du wagon s'ouvre automatiquement pendant le culbutage, dès que la caisse a accompli la moitié de son mouvement. La maison Mallet, fondée en 1857 par M. Mallet père, possède des ateliers et des magasins qui couvrent aujourd'hui une surface de 6,000 mètres carrés; les ateliers comprennent quatre machines-outils, et occupent toute l'année environ 200 ouvriers.

M. F. Arpé, constructeur à Villenoy (Seine-et-Marne), exposait des rouleaux compresseurs, à vapeur ou à traction de chevaux; ses machines, très appréciées dans les services des travaux publics, s'emploient jusque dans les colonies. Le cylindre présente un noyau en fonte d'un seul morceau, entouré d'un bandage en acier qui supporte seul l'usure. Le retournement de l'attelage se fait sans qu'il soit nécessaire de dételer. Le même constructeur fabrique des tonneaux d'arrosage en tôle d'acier, avec une pompe fixée au tonneau et permettant le remplissage rapide.

M. Léon Cochepin, de Chartres, a appliqué aux tombereaux un système de bascule articulée, qui permet de les vider très rapidement par le renversement de la caisse.

M. G. Béliard, ingénieur, à Paris, exposait un chemin de fer portatif, avec wagons et wagonnets, analogue par ses traits généraux au chemin de fer Decauville. Le type spécial à M. Béliard offre un modèle particulier d'éclisse en acier embouti, qui se recourbe en haut et en bas de manière à suivre exactement les congés de la tête et de la base du rail; ce tracé assure une continuité plus parfaite de la voie. Une boîte à graisse, à section ovoïde, permet le graissage continu des fusées du matériel roulant. Le frein destiné à arrêter les véhicules se compose de deux sabots articulés, qui viennent s'engager à la fois entre deux roues d'un même wagon.

Dans la section anglaise, la maison Henry Wadsworth and son, de Halifax, exposait des perfectionnements intéressants des véhicules qui servent à arroser les rues ou à répandre le sable, à ramasser la boue, à balayer les chaussées, et en même temps toute une série de tombereaux à renversement. Les types de la maison Wadsworth sont très attentivement étudiés et présentent tous des particularités intéressantes au point de vue de la mécanique. Peut-être est-il à craindre qu'ils ne soient exposés dans la pratique, comme presque tous les appareils perfectionnés, à de nombreuses chances d'usure et de détérioration.

MACHINES ET OBJETS DIVERS.

La maison Nathan Bloch et C. Breger, propriétaire de l'usine des Mollières, à Gespunsart (Ardennes), a exposé un nouveau mode de fabrication des sabots qu'on adapte aux pieux et palplanches. Aux branches en fer du sabot ordinaire qui viennent embrasser le bout du pieu, ils substituent une armature complète entourant la partie conique du pieu, et ils la soudent à la fonte du sabot pendant qu'il est encore en fusion. La liaison intime qui en résulte assure la conservation plus complète de la pointe du pieu, malgré les efforts qu'elle subit en s'enfonçant dans le sol sous les coups de mouton répétés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la section belge nous trouvons une exposition très importante, celle de la Société anonyme de construction et des ateliers de Villebroeck, dont le siège est à Bruxelles. Elle fabrique des ponts, des charpentes, des dragues, des chalands, des bateaux-porteurs, des gazomètres, des réservoirs à eau ou à pétrole, etc. La Société date de 1875. Sa production annuelle, limitée jusqu'en 1877 à 1,500 tonnes, s'est élevée graduellement jusqu'à 7,500 tonnes; elle fournit tous les pays. C'est cette maison qui a fait notamment le grand pont-route Luiz Ier, établi à Porto, sur le Douro, dont l'arche centrale mesure 180 mètres d'ouverture. Un modèle de drague de 60 chevaux représentait un type qu'elle a construit, et dont plusieurs exemplaires ont été employés pour les travaux du canal de Panama.

L'exposition de M. Aristide Bergès, ingénieur des arts et manufactures, se rattache à la mécanique et peut prendre place ici. Elle avait pour objet, à proprement parler, la mise en valeur des chutes d'eau fournies par les glaciers des montagnes, et leur emploi comme puissance motrice des usines. L'application en a été faite par M. Bergès dans l'Isère. En 1869, le ruisseau de Lancey, débitant une centaine de litres par seconde, faisait mouvoir à grand'peine quelques moulins, quelques battoirs à chanvre. Le même ruisseau sert aujourd'hui de puissance motrice à une papeterie de 2,000 chevaux, et peut fournir à la ville de Grenoble le travail nécessaire à l'entretien de 150,000 lampes électriques. M. Bergès a placé l'ensemble de son exposition sous le titre de *la houille blanche*, pour faire ressortir l'analogie entre le travail moteur que peuvent fournir les grandes chutes d'eau provenant des neiges et des glaciers des montagnes, avec celui que l'on tire de la combustion de la houille dans les foyers des chaudières. L'appareil exposé est une simple turbine de 2 mètres de diamètre, qui peut débiter un grand volume d'eau tombant d'une hauteur considérable. L'expérience de M. Bergès montre qu'il y a de grands perfectionnements à poursuivre dans cette utilisation des forces naturelles.

Il ne faut pas croire cependant que la création de grandes chutes d'eau dans les montagnes puisse jamais donner à l'industrie une puissance égale à celle qui résulterait du produit du poids tombé par la hauteur de chute; car les résistances accessoires doivent être comptées et elles s'accroissent très rapidement pour les liquides, à mesure que les vitesses augmentent et que le parcours s'allonge dans les tuyaux ou les canaux d'amenée. Le travail moteur disponible au bas d'une grande chute est ce qui reste du travail de la pesanteur, quand on en déduit la somme des travaux résistants que l'eau subit dans son long trajet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V.

COFFRES-FORTS.

Les coffres-forts ont été rangés dans la classe 63, bien qu'ils ne se rattachent à cette classe que d'une manière très indirecte. Un coffre-fort, pour mériter son nom, doit offrir une résistance invincible aux tentatives des voleurs; il doit, en outre, se trouver à l'abri de l'incendie et de l'inondation. L'Exposition de 1889 en contenait un très grand nombre de modèles, appartenant à la France, à l'Angleterre, à l'Italie, à la Suisse, aux États-Unis.

Au premier rang de la fabrication française, nous trouvons la maison Fichet, actuellement placée sous la direction de MM. Charlier et Guénot. Elle date de 1825. Fichet, un simple ouvrier serrurier, la fonda cette année-là rue Rameau, et créa le type de serrure de sûreté qui porte encore son nom aujourd'hui. De 1825 à nos jours, la maison Fichet n'a fait qu'ajouter d'année en année de nouveaux perfectionnements à ses modèles de fermeture. En 1877 elle imagine les clefs pliantes, qui ont l'avantage de se réduire dans la poche à un très petit volume, puis, les serrures à rondelles incrochetables, qui ne permettent de rien introduire dans leur intérieur, pas même un explosif, procédé de destruction que les voleurs ne se font pas faute d'employer, quand les autres moyens ne leur laissent aucun espoir de succès. Un délateur, organe particulier placé dans la serrure, sert à mettre en évidence les tentatives de crochetage dont elle aurait été l'objet.

Un perfectionnement dans un autre ordre d'idées a eu, pour un moment, une très grande faveur. Il consistait dans l'emploi de combinaisons variées de lettres ou de chiffres, de manière à constituer un secret qu'il faut connaître pour qu'on puisse faire usage de la clef. L'invention en est due à Regnier et remonte à la fin du siècle dernier. Le mécanisme comporte une série de rondelles placées à l'intérieur de la porte, qui se manœuvrent indépendamment les unes des autres et qui maintiennent un arrêt engagé dans une encoche du pêne, sauf lorsqu'elles prennent une position unique et déterminée, choisie à volonté par le propriétaire de la fermeture. Dans cette situation spéciale, l'arrêt se dégage et le jeu de la clef devient libre.

Ce système, très satisfaisant en théorie, ne présentait pas dans l'application toutes les garanties qu'on était disposé à lui attribuer. Les combinaisons, si compliquées qu'elles fussent, se laissaient deviner assez facilement. Un serrurier un peu habile y arrivait au bout de quelques essais. Fichet y substitua en 1836 les combinaisons à décompte, qui ne laissaient aucune trace visible et qui n'exposent pas l'opérateur à livrer son secret en fermant sa caisse. La maison Fichet imagina ensuite des combinai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sons invisibles, toutes placées à l'intérieur de la serrure, et qu'on fait agir, soit à l'aide de la clef elle-même, soit au moyen d'un bouton spécial, qui ne porte ni lettres, ni signes extérieurs. Grâce à ce perfectionnement, le propriétaire d'une caisse peut l'ouvrir la nuit aussi aisément que le jour, et personne ne peut surprendre le secret de la combinaison, soit en assistant à la fermeture, soit en opérant par tâtonnement sur la porte fermée. La maison Fichet n'abuse pas d'ailleurs des combinaisons invisibles. Ses portes de caisse n'ont, en général, que trois rondelles, à 25 dents chacune, ce qui donne au propriétaire, le choix entre 15,625 mots différents. Ce nombre est assez grand pour gêner les voleurs qui sont forcés d'opérer vite et sans tâtonnements prolongés. Mais il n'est pas tellement grand qu'on ne puisse, en cas d'oubli du mot adopté, arriver en moins de vingt-quatre heures, par une série d'essais méthodiques, à retrouver la combinaison qui permet l'ouverture de la porte, sans qu'on ait à la forcer, opération toujours regrettable.

Les pênes multiples d'une porte Fichet ont une propriété précieuse au point de vue de la résistance que la porte peut opposer aux tentatives criminelles. Ils sont solidaires et sont manœuvrés tous à la fois, quand on ferme la porte ou qu'on l'ouvre en se servant de la clef. Mais on les trouve indépendants les uns des autres, lorsqu'il s'agit de les refouler pour forcer la porte; il faut alors les refouler un à un. On a multiplié graduellement les pênes et les gâches où ils s'engagent. On est arrivé à les rendre pour ainsi dire jointifs, de manière à constituer une véritable grille dormante, qui s'engage sur tout le pourtour de la porte et l'immobilise d'une manière invariable dans son châssis.

Les coffres-forts métalliques sont inattaquables à la pince et au coin. Ils se composent essentiellement de deux caisses en tôle repliée, entre lesquelles on interpose une matière réfractaire, pour empêcher la propagation de la chaleur en cas d'incendie. La porte est montée sur pivots; des précautions particulières sont prises pour qu'elle s'ouvre convenablement, en laissant libre la plus grande largeur possible. Une feuillure, ménagée tout autour du battant de porte, s'engage dans une rainure pratiquée dans le chambranle, de manière à opposer une résistance à l'action des coins qu'on introduirait dans le joint pour disloquer les assemblages. L'obturation de l'ensemble est assez parfaite pour ne laisser pénétrer dans le coffre ni l'eau, ni les gaz chauds produits par les incendies. Les coffres-forts de la maison Fichet, construits avec des matières très soignées, possèdent, en résumé, une résistance très satisfaisante et donnent les meilleures garanties aux établissements qui en font usage.

La maison a créé récemment un coffre-fort meuble, qui se dissimule dans un salon, dans une chambre, sous forme de chiffonnier, d'armoire à glace ou de bahut. Elle occupe un personnel de 400 ouvriers; son usine utilise deux machines à vapeur de 60 chevaux et met en œuvre chaque année environ 1,800,000 kilogrammes de métal de premier choix, fer et acier.

La maison Bauche, à Reims, est une maison importante, qui emploie 253 ouvriers;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle construit des coffres-forts robustes, incrochetables, incombustibles, grâce à l'interposition entre les deux parois des caisses d'une matière siliceuse non conductrice. Ces coffres-forts sont faits en fer et en acier trempé. Des pênes rayonnants fixent la porte dans son châssis. Les combinaisons sont invisibles. Les gonds de la porte sont placés à l'extérieur. Cette disposition facilite l'ouverture au large, et elle est sans inconvénient au point de vue de la résistance, car l'ablation des gonds laisserait subsister intégralement la fermeture produite par l'enfoncement des pênes dans tout le pourtour du châssis. La maison Bauche a installé dans son usine, qui est une des grandes usines de France, une société de secours mutuels au profit de ses ouvriers.

M. Haffner aîné, à Paris, expose des coffres-forts simples et des coffres-forts meubles, à un et à deux vantaux. Les deux enveloppes, en fer coudé, sont engagées l'une dans l'autre, avec interposition de matières réfractaires. Un col de cygne, d'un tracé spécial, permet à la porte de s'ouvrir entièrement au dehors du coffre-fort, bien que les pivots soient placées à l'intérieur. La serrure comporte quatre combinaisons invisibles; on la ferme par un demi-tour incrochetable. La clef est ronde ou plate. Une feuillure s'oppose à l'ouverture par écartement du cadre; les assemblages sont faits à queue d'aronde, pour mieux résister aux efforts des coins. Les pênes, de section ronde, s'engagent dans des trous de même forme, au fond desquels ils sont protégés par des cônes métalliques, destinés à faire dévier les outils au moyen desquels on essaierait de les refouler. D'autres fabricants donnent aux pênes une forme circulaire, sur laquelle le refoulement ne trouve aucune prise. Un coffre-fort de la maison Haffner est resté soumis pendant trente heures à un incendie des plus violents, sans altération des papiers qui y étaient contenus.

M. V. Berjot, à Paris, expose des serrures différentielles à ancres, du système A. Becht. Le modèle comporte une série d'ancres crénelées, placées les unes à côté des autres : les dentelures des ancres sont placées en haut des pièces; par-dessous, les diverses ancres sont réunies, par le passage de la clef, en un seul et même profil. Il résulte de cet artifice qu'il est impossible à un malfaiteur de prendre l'empreinte de la serrure pour fabriquer ensuite une clef qui soit capable de l'ouvrir. S'il cherche à ouvrir la porte avec une fausse clef, les ancres se prennent par leurs saillies dans les angles de la buttée; de plus, un délateur tombe et condamne la serrure, en mettant en évidence la tentative de crochetage. M. Berjot exposait aussi des serrures-revolvers, avec compteurs à vis, présentant un grand nombre de combinaisons, des agrafes triples pour les portes de coffres-forts, et des types de blindage à dents de scie, contre les diverses manœuvres criminelles auxquelles les coffres-forts peuvent être exposés.

Nous nous bornerons à citer, parmi les autres exposants de coffres-forts et de serrures, M. Achille Parise, de Paris, qui présentait des coffres-forts à serrures combinées et des serrures pour les bâtiments; M. Petit, qui entoure ses coffres-forts d'un blindage cylindrique, qu'on abaisse le matin et qu'on relève le soir, et qui sert d'enveloppe à la caisse pendant la nuit; M. Villerel, qui expose des coffres-forts à double

IMPRIMERIE NATIONALE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porte, à quatre clefs et à sonnerie révélatrice; M. Delarue, qui fait descendre devant son coffre-fort un rideau métallique analogue à ceux qu'on emploie pour les devantures de boutique; M. Debains-Thomas, à Paris; M. J. Raoult, qui expose des coffres-forts à feuillures croisées; M. Gallet, dont les coffres-forts ont une serrure de sûreté, que l'on condamne à volonté à l'aide d'un bouton spécial; ces coffres-forts sont munis d'une sonnerie qui signale au loin l'approche des rôdeurs. M. Lhermite, de Paris, expose des coffres-forts avec des clefs inimitables. La combinaison qu'il emploie a l'avantage de se brouiller automatiquement quand on ferme la porte et de ne se révéler d'aucune manière à ceux qui assistent à la fermeture. M. Lhermite exposait aussi un coffre artistique en acier poli. MM. Henri Chaudun, de l'ancienne maison Petit-Jean, exposaient des coffres-forts meubles. M. Paublan en offrait aussi quelques types particuliers. Le modèle de M. Paublan se distingue par l'emploi d'une feuillure peu profonde, profilée en courbe, de manière à gêner le plus possible l'introduction des coins. Nous trouvons enfin, dans l'exposition française, plusieurs types de serrures perfectionnées qui rentrent plutôt dans l'industrie du bâtiment. Telle est, par exemple, l'exposition de M. Poudra, qui place, pour fermer la porte d'un appartement, une serrure qui commande des barres mobiles destinées à condamner les pênes de plusieurs autres serrures superposées. M. Poudra a aussi des serrures qui emprisonnent la clef avec laquelle on les ferme. Il faut presser sur un bouton particulier pour qu'on puisse la retirer. M. Ph. Stein exposait un double loquet de sûreté.

Dans la section belge, nous voyons les appareils de M. Fondu, à Bruxelles et Vilvorde; il fabrique des serrures et des moyens de fermeture perfectionnés, pour les appartements et les chambres, mais principalement pour les wagons et les voitures circulant sur les voies ferrées.

Dans la section anglaise, la maison Chubbs and sons, de Londres, avait une très belle exposition, très variée, de serrures et de coffres-forts. La maison a adopté les perfectionnements les plus nouveaux et paraît s'être livrée aux recherches les plus méticuleuses. Elle a adopté une serrure imperceptible qui ne permet pas l'introduction des explosifs. En fait de serrurerie, elle a résolu des problèmes très curieux et est arrivée à des effets vraiment surprenants. Une serrure, par exemple, peut être fermée par une clef prise à volonté sur une collection de cinquante clefs différentes; mais une fois la serrure fermée, la clef dont on s'est servi est seule capable de la rouvrir. Les autres deviennent comme étrangères à la serrure, bien qu'elles puissent servir plus tard, après la réouverture, aussi bien que la clef qu'on a employée d'abord. Les serrures de MM. Chubbs and sons sont incrochetables et leurs coffres-forts n'ont rien à craindre des voleurs ou de l'incendie.

Dans la section des États-Unis, l'Yale and towne manufacturing Company, à Stamford (Connecticut), fabrique des serrures de sûreté, destinées principalement à l'industrie du bâtiment, mais pouvant aussi être appliquées aux coffres-forts. Son type de clef cannelée prend peu de place et ne livre pas grand espace aux opérations du croche-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tage. La maison, fondée en 1851, occupe 650 ouvriers. Le Miller lock Company, de Philadelphie, exposait des serrures Champion, serrures sans clef, des cadenas à clef plate et à combinaisons. La maison Corbin, fondée en 1852 à New-Britain (Connecticut), exposait des serrures Harvard, que nous avons déjà mentionnées dans notre chapitre du bâtiment; cette maison occupe 1,300 ouvriers.

Dans la section espagnole, nous voyons les coffres-forts de M. José Camins y Pareba, de Barcelone.

Dans l'exposition suisse, nous trouvons les coffres-forts de MM. Bossi Gaetano et fils, à Locarno, ceux de M. Fr. Behrndt, à Coire, ceux enfin de M. Fr. Bauer, à Zurich, entièrement en fer forgé, sans acier, avec des épaisseurs qui varient, suivant les types, de 0 m. 006 à 0 m. 012. Dans la section italienne, on voyait un beau coffre-fort en fer forgé et en acier, de M. Gaetano Valli, de Livourne; il se distinguait par sa disposition rationnelle et son apparence robuste, qui semblait défier toute tentative d'effraction.

En parcourant ainsi la série des coffres-forts, nous avons vu les efforts des constructeurs pour déjouer le mieux possible les manœuvres criminelles auxquelles les coffres-forts sont particulièrement exposés. Chaque tentative nouvelle révèle aux constructeurs la nécessité d'un nouveau perfectionnement, que les malfaiteurs cherchent aussitôt à tourner par un nouveau mode d'attaque. C'est, sous une autre forme, le duel éternel de la cuirasse et du boulet. Le travail si délicat des coffres-forts métalliques rappelle, à d'autres égards, la fabrication des tourelles de la fortification contemporaine. Dans les deux cas, on ne doit rien négliger pour se tenir à la hauteur des procédés imaginés par les malfaiteurs pour forcer les caisses et les serrures, ou des perfectionnements les plus récents de l'artillerie. Dans les deux cas on ne parvient au but que par l'intelligence des dispositions adoptées, par la précision du travail accompli et par la belle qualité des matières employées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI.

INDUSTRIES DIVERSES.

Sous ce titre vague, nous rangerons les diverses expositions qui ne rentrent, à vrai dire, dans aucune classification et que nous n'avons pu rattacher à celles que nous avons déjà passées en revue. Nous les plaçons ici pour épuiser, pour ainsi dire, la partie de la classe 63 étrangère aux travaux publics, dont nous nous occuperons dans le chapitre suivant, et qui constituent à eux seuls la partie la plus développée de l'exposition du génie civil.

M. Louis Poyet, graveur à Paris, expose une série de dessins qu'il a préparés pour les publications techniques ou artistiques contemporaines : *la Nature, l'Illustration, le Génie civil, la Revue scientifique, le Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, etc.

La librairie scientifique de MM. Baudry et C^ie^, éditeurs, à Paris, est consacrée spécialement au génie civil, aux travaux publics, à l'architecture, aux applications industrielles de l'électricité. Elle publie l'encyclopédie de M. Lechalas, qui a déjà fait paraître un grand nombre de volumes rédigés par les hommes les plus compétents; elle a continué les publications entreprises par Oppermann, les *Nouvelles annales de la construction* et le *Portefeuille des machines;* elle est devenue enfin, par adjudication, l'éditeur du service de la carte géologique détaillée de la France.

MM. Haret frères, entrepreneurs de menuiserie, à Paris, exposent un meuble tournant, avec châssis double, destiné à placer les dessins et les photographies à la hauteur de l'œil du spectateur, et permettant de rassembler dans un petit espace une foule de dessins qui occuperaient une surface énorme, s'il fallait les placer les uns à côté des autres. Le modèle adopté par le musée du Louvre et l'École des beaux-arts fait tenir, dans un espace d'environ 2 mètres carrés, 96 dessins encadrés dans des châssis de 0 m. 80 sur 0 m. 65, qui, posés jointivement sur un mur, demanderaient une surface nette de 50 mètres carrés. L'appareil s'ouvre à volonté et se prête sans résistance aux opérations de feuilletage des visiteurs. Les châssis sont en bois résistant, les assemblages sont à queue d'aronde, les déformations sont contrariées par l'exactitude des tracés et la qualité des bois choisis. De beaux spécimens des appareils Harel figuraient à l'exposition du Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts.

M. Desteract, ancien charpentier et entrepreneur de bâtiments, à Paris, est l'auteur de comptes-faits, de barèmes méthodiques, qui donnent à vue les produits de trois facteurs; ces tables permettent d'obtenir en quelques instants le cube des bois de section carrée ou de section rectangulaire méplate. M. Desteract a publié également

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des tables d'intérêts pour divers taux, calculés jour par jour, des tables donnant les salaires des ouvriers, le prix des heures supplémentaires, le calcul des prix de vente et d'achat, et du bénéfice en tant pour 100 qui résulte de l'opération commerciale exécutée. On peut dire que l'auteur a réduit en tables toutes les opérations de l'arithmétique usuelle. Son travail paraît avoir été apprécié des industriels, auxquels il évite la peine de faire eux-mêmes leurs calculs.

Plusieurs exposants avaient présenté des modèles en petit de machines ou de constructions quelconques. En première ligne, nous trouvons M. J. Digeon, ingénieur constructeur, à Paris, bien connu comme fournisseur des modèles à l'École polytechnique, à l'École des ponts et chaussées, à l'École centrale des arts et manufactures, au Conservatoire des arts et métiers. M. Digeon construit des modèles d'enseignement, des machines et généralement tout ce qui rentre dans la mécanique de précision. C'est lui qui a construit la plupart des modèles exposés dans le pavillon des Travaux publics. Son exposition, répartie dans toutes les régions de l'enceinte, comprenait, en outre, des machines de toutes sortes, des constructions civiles, des instruments de physique et des appareils de démonstration.

MM. Regnard frères, à Paris, ont créé, pour ainsi dire, l'industrie du sciage des métaux et ont appliqué ce procédé de préparation à la construction des modèles et des appareils destinés à l'enseignement. Ils ont participé à la construction des modèles exposés par le Ministère des travaux publics, notamment ceux du barrage de Poses, du pont de Rouen, de l'ascenseur des Fontinettes, du viaduc de Garabit, etc. Ils ont, en outre, pris part à l'exposition du Ministère des finances, pour le modèle du magasin des tabacs à Marmande; à celle de la ville de Paris, pour l'usine hydraulique des drains à Flacy; à celle des chambres de commerce, pour les ports de Dieppe et de Dunkerque. On voyait un grand nombre de produits de leur industrie dans le Palais des machines, dans ceux des arts libéraux et des produits alimentaires, à l'exposition du Ministère de la guerre, etc. Une qualité essentielle distingue le travail de MM. Regnard : la précision à laquelle ils parviennent du premier coup dans leurs découpages, si bien faits qu'il est inutile d'y revenir pour effacer les bavures.

Mme Chevry, à Paris, découpe aussi les métaux; elle compose à la scie des chiffres, des armoiries, des ornements d'église, des patrons pour cordonniers et tailleurs, etc.

MM. d'Espine, Achard et Cie, à Paris, avaient une exposition très variée; elle comprenait des échantillons de pavage hexagonal, en bois posé debout, des courroies métalliques et des tuyaux à raccords flexibles, à blindage métallique, essayés à des pressions intérieures de 6 atmosphères. Le pavage hexagonal paraît avoir donné de bons résultats dans les cours du lycée Voltaire, de la ville de Paris.

La Société anonyme de pavage en bois, à Paris, qui a l'entreprise des chaussées en bois si répandues aujourd'hui dans les rues de la capitale, exposait un perfectionnement qu'elle propose d'introduire dans la pose des rails de tramways qu'on doit raccorder avec le pavage. Comme le bois s'use de plus en plus à mesure du passage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des voitures, il arrive un moment où le rail, qui s'use moins vite, fait saillie sur la surface de la chaussée, et crée un obstacle à la circulation générale. La Société du pavage en bois a imaginé de corriger cet inconvénient en faisant porter le rail du tramway sur des cales métalliques, que l'on pose d'abord sur triple épaisseur. Il suffit ensuite d'enlever successivement une cale, puis deux, puis les trois, pour ramener à chaque fois le plan du rail au niveau variable de la chaussée voisine. Cette amélioration pourra contribuer à augmenter encore l'application du pavage en bois, qui, sous la forme qu'il a récemment reçue, constitue une des meilleures surfaces pour le roulement des voitures.

MM. H. Morin et Geusse, à Paris, constructeurs d'instruments de précision, exposent des niveaux, des tachéomètres, des collimateurs. La maison fournit les administrations publiques, ponts et chaussées, mines, marine, colonies, et envoie beaucoup de produits à l'étranger. Le personnel fixe de cette maison est admis à participer aux bénéfices de l'entreprise. De 49,000 francs qu'il atteignait en 1880, le chiffre d'affaires de la maison est monté à 200,000 francs en 1888, et il a dû atteindre 250,000 francs en 1889. Les ateliers de MM. H. Morin et Geusse ont réussi à fixer un noyau d'ouvriers, en leur accordant des primes d'exactitude. On remarque le catalogue de la maison, qui a été fait avec un grand soin et qui constitue une sorte de traité de nivellement et d'arpentage.

Nous trouvons dans la section suisse, sous le nom de J.-G. Grossmann, à Seefeld-Zürich, un type bien combiné de liens pour assemblage des échafaudages en charpente. Ces liens sont en acier. Quelques-uns portent des crochets qui s'enfoncent dans les pièces de bois. D'autres entourent simplement la pièce verticale à laquelle on veut en rattacher une autre, et le frottement développé au contact suffit pour qu'on puisse y suspendre les poutres d'un plancher ou les pièces formant entretoises, sans que le glissement soit à craindre. Les assemblages se font ainsi sans entamer les fibres des bois, par des liens rigides, bien préférables aux cordes que l'on destine ordinairement au même usage. Des expériences ont montré qu'un plancher, porté à hauteur sur les liens de M. Grossman, pouvait résister aux fardeaux les plus lourds qu'il soit possible d'admettre sur un échafaudage pendant la construction d'un bâtiment.

Nous nous bornons là pour cette revue des industries diverses, sans chercher à épuiser un sujet qui comporterait des développements pour ainsi dire indéfinis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII.

TRAVAUX PUBLICS.

Les travaux publics sont, à proprement parler, l'objet même de la classe 63. Le chapitre que nous commençons est donc le plus important de tout notre rapport. Le sujet se prête d'ailleurs à certaines divisions, qui contribueront à introduire plus de clarté dans notre compte rendu.

§ 1. Exposition particulière du Ministère des travaux publics.

Le Ministère des travaux publics a publié, à l'occasion de l'Exposition de 1889, un ensemble de notices sur les modèles, dessins et documents divers relatifs aux travaux des ponts et chaussées et des mines. Le premier volume de ce travail a pour objet spécial les travaux des ponts et chaussées. C'est le seul dont nous ayons à nous occuper ici. Ce volume est divisé en cinq parties, savoir : routes et ponts, navigation intérieure, travaux maritimes, phares et balises, et chemins de fer. Nous n'avons aucun motif de nous écarter de cet ordre.

Ponts. — L'exposition du Ministère comprenait un certain nombre de ponts-routes, dont les uns ont été construits en entier, les autres ont été l'objet de réfections plus ou moins étendues. Parmi les premiers nous citerons le nouveau pont de Rouen, le pont de Barbin sur l'Erdre, à Nantes, le pont Saint-Michel sur la Garonne, à Toulouse, les ponts Morand et Lafayette sur le Rhône, à Lyon.

Le *pont de Rouen,* construit sur la Seine en remplacement d'un pont suspendu à péage, est un pont à arcs d'acier, sur piles et culées en maçonnerie; il a trois arches inégales de 40 mètres, 48 m. 80 et 54 m. 60 d'ouverture, en allant de la rive droite à la rive gauche, et des flèches respectives de 2 m. 50, 3 m. 70 et 4 m. 87. La voie est en pente de 0 m. 028 par mètre. Ce pont marque en France le premier essai de l'emploi de l'acier pour la construction des grands ouvrages. Commencé en mai 1885, il a été livré à la circulation en juin 1888. Le projet d'exécution a été dressé par M. Lavoinne, ingénieur en chef, assisté de M. Juncker, ingénieur ordinaire; la construction a été dirigée, après la mort de M. Lavoinne, par M. Mengin, ingénieur en chef. La partie métallique est l'œuvre de la Compagnie de Fives-Lille, et la fourniture des ciments a été faite par la Compagnie nouvelle des ciments de Portland du Boulonnais. Les fondations ont été descendues jusqu'à 13 m. 40 au-dessous du niveau des basses mers de morte-eau, ce qui a exigé l'emploi de l'air comprimé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a constaté dans ce pont d'assez fortes oscillations au passage des charges roulantes. On peut attribuer ces déformations au système adopté pour les tympans de l'arc, qui ne gênent en rien ces changements de forme. Il est à croire que l'emploi d'un tympan triangulé, au lieu d'un tympan à montants verticaux, aurait réduit dans une forte proportion l'amplitude des oscillations observées. La dépense s'élève à 2,900,000 francs pour le pont pris à part.

Le *pont de Barbin,* à Nantes, sur la rivière de l'Erdre, se compose d'une arche en fer, de 80 mètres d'ouverture, surbaissée au 1/11. Les tympans sont triangulés. On a eu soin de faire varier les largeurs des montants et de les réduire des naissances à la clef, pour corriger l'illusion d'optique qui conduit à voir plus minces les pièces plus longues, quand on leur donne la même largeur qu'aux pièces plus courtes. La dépense s'est élevée à 810,000 francs, sur lesquels la ville de Nantes a fourni une subvention de 250,000 francs. Le projet a été dressé et les travaux dirigés par MM. de Kerviler, ingénieur en chef, et Jean Resal, ingénieur ordinaire. La Société anonyme des forges et fonderies de Commentry-Fourchambault a eu l'entreprise de la partie métallique.

Le *pont Saint-Michel,* en construction sur la Garonne, à Toulouse, comprend, sur le bras droit du fleuve, deux arches de 35 mètres d'ouverture et de 3 mètres de flèche, et, sur le bras gauche, cinq arches de 60 m. 50 et de 6 mètres de flèche. Ces sept arches sont formées d'arcs avec tympans en fonte, supportant des poutrelles en fer. Il existe, en outre, une voûte en plein cintre de 12 mètres d'ouverture : elle donne accès à une alluvion de la rive gauche qu'on a utilisée pour y établir une des galeries de filtration des eaux de la ville. Le débouché linéaire total présenté par l'ensemble de ces ouvertures est 384 m. 50. On a employé pour les fondations l'air comprimé. Le projet a été rédigé par MM. Vidalot, ingénieur en chef, et Hivonnait, ingénieur ordinaire, et l'exécution a été confiée à MM. Vidalot et Courtois, ingénieurs en chef, Cornec, ingénieur ordinaire. L'entreprise a été partagée en deux lots, dont l'un a été attribué à M. Hersent, l'autre à MM. Le Brun, Pillé et Daydé.

Les *ponts Morand* et *Lafayette,* sur le Rhône, à Lyon, sont des ponts en arc, à trois arches en acier, savoir : une arche centrale de 67 m. 40 d'ouverture et de 4 m. 44 de flèche, et deux arches de rive de 63 mètres d'ouverture et de 3 m. 96 de flèche. Le pont Morand est exécuté par le Creusot, le pont Lafayette par la Compagnie de Fives-Lille. Les fondations des piles et des culées ont été faites à l'air comprimé. Les projets ont été dressés par M. Girardon, ingénieur en chef, et M. Henri Tavernier, ingénieur ordinaire. Le système adopté pour les tympans est à montants verticaux, comme au pont de Rouen; ce système exposera probablement ces arcs à de grandes oscillations sous le passage des charges.

Outre ces ponts, qui sont, où déjà livrés à la circulation, ou en construction, le Ministère exposait quelques reconstructions de ponts qui méritent d'être signalées ici.

Le premier est l'*élargissement du pont d'Austerlitz,* sur la Seine, à Paris. L'ancien pont de Lamandé, construit en 1805, avait été rélargi une première fois en 1854, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porté de 12 m. 54 à 18 mètres; les excédents de longueur des piles ont été fondés sur les plates-formes de l'ancienne fondation; puis, en 1884, on entreprit de porter la largeur du pont de 18 mètres à 30 m. 60, en allongeant les piles et les culées de chaque côté de l'axe de la chaussée. Pour les piles, on a descendu des caissons à air comprimé, à l'abri desquels on a pu démolir une partie des avant-becs et des arrière-becs, puis reconstruire la fondation des parties à ajouter en la descendant jusqu'au terrain solide. Sur ces fondations on a élevé, à l'abri de caissons étanches, la maçonnerie des nouvelles piles, jusqu'au niveau de l'eau; on a ensuite rempli avec du béton de ciment le joint laissé libre entre les nouvelles maçonneries et les anciennes. Les travaux ont été conduits de manière à ne jamais interrompre la circulation, ni sur le pont, ni sur la rivière. Les dépenses se sont élevées à 1,439,471 francs, somme dont la ville de Paris a supporté la moitié. Le projet a été rédigé par MM. Bernard, ingénieur en chef, et Guiard, ingénieur ordinaire; M. Bernard a été remplacé par M. Choquet, qui a dirigé les travaux.

Le reconstruction du *pont au Double,* à Paris, a substitué à une arche en maçonnerie, construite en 1847, un arc métallique de 35 m. 40 d'ouverture et de 2 m. 938 de flèche, reposant sur deux culées en maçonnerie et traversant le petit bras de la Seine sous un angle de près de 85 degrés. La partie métallique comprend 11 arcs en fonte juxtaposés, avec tympans à montants verticaux, supportant des pièces de ponts en fer, sur lesquelles reposent des voûtes en briques. La dépense s'est élevée à 460,820 fr. 36, dont 211,166 fr. 60 pour la partie métallique seule; ces dépenses correspondent à 298 francs et 651 francs par mètre carré de tablier. Les ingénieurs qui ont dirigé le projet et dirigé les travaux sont MM. Bernard, ingénieur en chef, et Lax, ingénieur ordinaire. La partie métallique a été exécutée par MM. Lévêque et Cie, constructeurs à Herstal, près de Liège (Belgique).

La *reconstruction du tablier du pont suspendu de Tonnay-Charente* (Charente-Inférieure), pour le passage de la route nationale n° 137, de Bordeaux à Saint-Malo, montre une belle application des procédés imaginés par M. Arnodin, ingénieur civil, pour la consolidation des ponts suspendus. Le pont présente un débouché total de 206 mètres, partagé en trois travées, deux de rive, de 58 mètres, et une travée centrale de 90 mètres de portée. Le câble du pont suspendu n'est chargé que sur une partie seulement de son étendue. De l'axe de chaque pile à une distance de 13 m. 65 de chaque côté, cinq câbles obliques, qu'on nomme *câbles de rigidité,* reportent directement les poids des poutrelles au sommet de la pile sans s'attacher aux câbles principaux. Ceux-ci n'ont à supporter qu'une longueur de 62 m. 70 de tablier dans la travée centrale, et que des longueurs de 44 m. 35 dans les travées de rive. Au lieu de concentrer toute la résistance dans un câble unique, posé de chaque côté de la voie, M. Arnodin emploie cinq câbles de diamètre plus petit, formés chacun de fils de fer posés jointivement suivant des hélices, chaque couche nouvelle enveloppant la couche précédente avec inversion du sens dans lequel l'hélice tourne autour du noyau commun. Des hau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bans de retenue, amarrés à la base des culées et au sommet des piles, s'opposent aux effets des inégalités d'action qui résulteraient de certaines positions des surcharges et qui exposeraient les piles à s'infléchir. Un chariot en fonte, placé au-dessus des piles, forme le nœud où viennent s'attacher tous les câbles et les haubans. Il a une certaine mobilité pour permettre le jeu des dilatations du métal. La suspension des tiges, ou l'attache des câbles de rigidité, se fait au moyen d'étriers à branches filetées, qu'on peut poser, enlever et régler à volonté. Toutes les dispositions prises ont pour but de rendre possibles la visite des diverses parties de la construction, ainsi que la pose et la dépose de chaque organe. Le système imaginé par M. Arnodin consiste en effet essentiellement dans l'entretien et le renouvellement méthodique des diverses parties de l'ouvrage. Les câbles eux-mêmes, fractionnés en plusieurs écheveaux indépendants, peuvent être remplacés l'un après l'autre, de manière à maintenir le pont dans un état permanent de bon entretien. Un garde-corps rigide, formé d'une poutre métallique à grandes mailles, tout en offrant peu de prise au vent, contribue pour une large part à la raideur de l'ouvrage. Des organes de contreventements spéciaux assurent la rigidité transversale du pont, élevé dans une région qui est exposée à de fréquentes bourrasques.

Le pont suspendu actuel remplace un ancien pont suspendu qui pesait 1,354 kilogrammes par mètre courant, et qui ne pouvait laisser passer à la fois que deux voitures de 5 tonnes. Le nouveau pont, avec un poids de 1,368 kilogrammes, permet d'admettre 2 voitures de 7 tonnes avec une sécurité égale. Le bénéfice des dispositions adoptées résulte de cette comparaison, sans compter la plus grande durée qu'assure à un ouvrage la facilité de la surveillance et de l'entretien.

Le pont de Tonnay-Charente a été monté en un an, de mai 1884 à mai 1885. Il a coûté 299,800 francs. Les ingénieurs qui en ont dirigé la construction sont MM. Potel, ingénieur en chef, et Capuron, sous-ingénieur des ponts et chaussées.

Signalons en terminant ce paragraphe, un appareil ingénieux, dû à M. Ribaucour, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et qui peut servir à tailler les voussoirs d'un pont biais, lorsque l'intrados de la voûte appartient à une surface cylindrique à base circulaire. Il consiste essentiellement en une portion de cette surface cylindrique, limitée à deux génératrices rectilignes et à deux sections circulaires, sur laquelle on dessine le panneau de douelle de la pierre à équarrir. On se sert ensuite d'une double équerre, formant trièdre trirectangle, pour figurer les normales à la surface d'intrados, qui, en suivant les contours du panneau de douelle, engendrent les faces de joints.

Navigation intérieure. — L'exposition du Ministère des travaux publics comprend plusieurs grands barrages.

Le *barrage de Suresnes*, sur la Seine, a une chute normale de 3 m. 27. C'est un barrage à fermettes mobiles, non pas les fermettes primitives qui constituaient les barrages Poirée, mais des fermettes beaucoup plus hautes, puisque celles de la passe navi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gable atteignent une hauteur de 6 mètres, et beaucoup plus lourdes, puisqu'elles pèsent 1,800 kilogrammes chacune. La passe navigable en contient 58, espacées de 1 m. 25 d'axe en axe. Elles sont rattachées à une chaîne continue, sur laquelle on fait agir un treuil pour obtenir le relèvement ou l'abatage. Les fermettes sont conjuguées par groupes de six, qui manœuvrent à la fois, de manière que la mise en place de la première prépare la mise en place des suivantes; on complète ce premier mouvement en raidissant une petite longueur de chaîne, qui achève la mise en place. On ouvre la passe navigable de Suresnes en trois heures, et on la ferme en cinq heures pour une largeur de 72 m. 38. Les vannes qu'on applique sur la face amont des fermettes sont des panneaux rectangulaires en bois, dont l'épaisseur varie suivant qu'on les destine à la base de la fermette ou à la partie supérieure. Il y en a cinq cours dans la hauteur totale du barrage. On ôte à la fois tous les panneaux supérieurs, puis tous ceux qui sont immédiatement au-dessous, et ainsi de suite, de sorte que l'écoulement se fait toujours par déversoir, et que l'effort pour enlever un cours de vannes est toujours sensiblement le même.

Commencés en 1882, les travaux du barrage de Suresnes ont été terminés en 1885. La dépense totale s'est élevée à 2,799,958 fr. 75, frais accessoires compris. Les projets ont été dressés et les travaux exécutés sous la direction de MM. Boulé, ingénieur en chef, Nicou et Luneau, ingénieurs ordinaires.

Le *barrage de Marly,* sur un bras non navigable de la Seine, est un barrage à fermettes fixes, de 3 m. 80 de hauteur totale, sur la face amont desquelles on place des vannes mobiles pour créer la retenue; on les enlève pour donner libre passage à l'écoulement. Des précautions ont été prises pour que la poussée de l'eau sur la face amont se transmette le plus directement possible au radier, sans qu'il y ait tendance au soulèvement pour l'attache d'amont de la fermette. La dépense des travaux s'est élevée à 271,000 francs. Ils ont été dirigés par M. Boulé, avec le concours de M. Jozan, ingénieur ordinaire et de M. Moreau, conducteur principal.

Le *barrage de Poses,* dans le département de l'Eure, est le plus considérable de ceux qu'on a construits sur la Seine entre Paris et Rouen, pour porter le tirant d'eau normal à 3 m. 20. La retenue est de 5 mètres; grâce à cette énorme hauteur, le bief où ce mouillage est maintenu n'a pas moins de 41 kilomètres de longueur. Le système adopté dans ce barrage est celui qu'a imaginé M. l'ingénieur en chef Caméré, et qui paraît dérivé de celui que l'on avait autrefois proposé pour la Saône; il a substitué un rideau mobile, qu'on peut rouler ou dérouler à volonté, aux vannes rigides ou aux aiguilles employées ordinairement dans les barrages. De plus, les fermettes, au lieu d'être mobiles autour d'une charnière parallèle au courant prise dans le radier, sont mobiles autour d'un axe supérieur transversal au courant; elles sont attachées à un pont qui franchit la rivière au-dessus du barrage et qui facilite singulièrement les manœuvres. Ce pont doit être placé assez haut pour ne pas faire obstacle au passage de la navigation ou des crues. En réalité le système Caméré comporte deux ponts qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent être distincts et à des niveaux divers : le premier, à l'aval, est le pont de suspension; il fournit le point d'appui supérieur aux aiguilles qui forment l'ossature du barrage; le second, à l'amont, est le pont de manœuvre, sur lequel se trouve le treuil de relevage des aiguilles, quand on veut rendre libre la passe. Ces deux ponts ont été juxtaposés dans le barrage de Poses. Les travaux ont été commencés en 1880 et achevés en 1885, sous la direction d'abord de M. de Lagrené, ensuite de M. Caméré, ingénieur en chef, avec le concours de M. Clerc, ingénieur ordinaire. Le prix de revient du mètre courant de barrage s'élève à 16,515 francs.

Le *barrage de Villez,* sur la Seine, présente un exemple de la combinaison des rideaux articulés de M. Caméré avec des fermettes mobiles que l'on peut coucher sur le radier. Le barrage présente une longueur totale de 223 m. 15, dont 201 m. 25 de débouché net; ce débouché net comprend une passe-déversoir de 81 m. 50, et deux passes navigables de 60 mètres environ chacune. Au-dessus du rideau, des vannes à main permettent de créer au besoin un écoulement de surface. La durée des opérations pour détendre la retenue est en général de vingt-deux heures. Les fermettes portent une passerelle de service garnie de deux files de rails; ces rails, outre qu'ils servent à entretoiser les fermettes, à la façon des griffes des anciens barrages mobiles, sont utilisés pour le passage du treuil de manœuvre et du chariot de transbordement des châssis porte-rideaux. La jonction des fermettes consécutives se fait à l'aide de barres articulées qui s'ouvrent ou se ferment à la façon d'un compas : cette solution paraît bien préférable à l'emploi des chaînes qui ont l'inconvénient de s'amonceler en paquets. Ce beau barrage a été projeté, sous la direction de M. de Lagrené, par MM. Cheysson et Caméré; celui-ci a achevé les travaux et proposé le système de vannage qui a été définitivement adopté.

Les *nouvelles écluses de Bougival,* sur la Seine, offrent un bel exemple de l'emploi des appareils hydrauliques pour effectuer les manœuvres. La chute de ces écluses est de 3 m. 20. La plus grande écluse a 220 mètres de long sur 17 mètres de large; la plus petite a 41 m. 60 de longueur sur 8 m. 20 de largeur. La grande écluse peut recevoir à la fois 15 à 16 bateaux; pour faire franchir rapidement l'écluse à un tel convoi, il a fallu recourir à des machines hydrauliques, dont le projet, présenté par M. Barret, ingénieur des docks de Marseille, a été exécuté, sous la direction du service, par la Compagnie de Fives-Lille. Le moteur est fourni par la chute d'eau de Marly; il comprend deux turbines Fontaine-Baron, et développe, au minimum, une puissance de 14 chevaux-vapeur; les turbines mettent en mouvement dix pompes à simple effet, qui refoulent l'eau dans un accumulateur Armstrong, d'une contenance de 700 litres, lesté pour une pression de 60 kilogrammes par centimètre carré. En outre, de petites pompes, mises en mouvement par les mêmes turbines, servent à restituer à la canalisation l'eau qui se perd dans le trajet des filets liquides, car c'est toujours la même eau qui sert dans la conduite: un tuyautage l'amène sous pression aux appareils de manœuvre des portes, des vannes des aqueducs, des cabestans à l'aide desquels on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hale les bateaux dans l'écluse; un second tuyautage ramène cette eau à la bâche alimentaire. L'hiver, on ajoute à l'eau des appareils 6 à 8 kilogrammes de glycérine par mètre cube, pour éviter la congélation. Ce système hydraulique est en service depuis 1883; il a fort bien fonctionné. L'éclusée d'un train composé de 16 à 17 péniches et du toueur prend en tout 56 minutes; le chargement d'un tel train monte à 4,500 tonnes; sur la durée totale, 15 minutes seulement correspondent au remplissage du sas, qui absorbe 13,800 mètres cubes d'eau. La dépense pour la création de cette grande usine hydraulique s'est élevée à 3,774,330 fr. 55. Les dépenses d'exploitation montent par an à 7,260 francs environ. Les travaux ont été dirigés par MM. Boulé, ingénieur en chef, et de Préaudeau, ingénieur ordinaire.

A l'*écluse d'Ablon*, sur la haute Seine, on a fait une application des principes formulés, à la suite d'expériences nouvelles, par M. Guillemain dans son cours à l'École des ponts et chaussées, pour la construction des portes métalliques. Chacun des vantaux de l'écluse d'Ablon a 5 m. 05 de hauteur et 6 m. 83 de largeur. On a reporté la résistance de la porte vers le haut et vers le milieu de la surface pressée. Chaque vantail est décomposé en panneaux, traités chacun comme s'il constituait un vantail distinct. Les portes d'Ablon sont, en somme, composées de pièces peu nombreuses et de forts échantillons, rendues solidaires, et calculées toutes pour le maximum de l'effort qu'elles pourraient avoir à subir. Le prix de revient ressort à 7,000 francs pour un vantail, à une époque où le prix des fers était très élevé. La construction a été dirigée par MM. Rougeul, ingénieur en chef, et Lavollée, ingénieur ordinaire.

Les *écluses du canal du Centre* ont subi dans ces dernières années une transformation radicale; on les a allongées pour porter leur longueur utile de 30 mètres à 38 m. 50; on a de plus abaissé leurs radiers de 0 m. 60 en moyenne, pour faciliter le passage des filets liquides refoulés par l'entrée d'un bateau; enfin il a fallu en diminuer le nombre, et augmenter par conséquent leur chute, de manière à maintenir entre chacune une longueur de bief assez grande pour assurer convenablement le service de l'alimentation. La chute a été amenée à 5 m. 20 au lieu de 2 m. 60. Ce changement a nécessité la construction de treize écluses au lieu de vingt-six qu'on rencontrait précédemment. Les portes de ces écluses ont une hauteur de 8 m. 40 sur 3 m. 029 de large. Elles sont appareillées par entretoises, plus serrées vers le bas que vers le haut, et traversées de haut en bas par une aiguille. Les vannes employées pour le remplissage et la vidange des sas présentent une disposition remarquable; ce sont des vannes cylindrique en fonte, qui ont l'avantage d'être équilibrées sous les poussées de l'eau; elles rappellent à cet égard les soupapes de la machine de Cornouailles. Ces vannes, imaginées par M. Moraillon, sous-ingénieur, ont l'avantage de n'opposer au mouvement qu'on veut leur faire subir d'autre résistance que leur poids propre et les frottements d'ajustage, sans influence des pressions de l'eau environnante, et d'ouvrir instantanément à l'écoulement de l'eau un orifice très large, qui réduit la durée du remplissage. Cette durée est de trois minutes dix secondes pour un volume à écouler

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 1,200 mètres cubes. Le temps nécessaire pour le sassement d'un bateau est en moyenne de quatorze minutes. Le prix de revient d'une écluse est en moyenne de 120,000 francs. Les projets ont été dressés, sous la direction de M. Fontaine, ingénieur en chef, par MM. Eugène Resal, ingénieur des ponts et chaussées, Moraillon et Variot, sous-ingénieurs.

Le canal du Nivernais offre un exemple intéressant de pont oscillant établi sur les murs de fuite d'une écluse, en vue de laisser le passage libre à la corde de halage des bateaux qui sortent de cette écluse ou qui doivent y entrer. Au lieu d'un pont-levis, qu'il faut lever en entier pour laisser libre le passage, la solution adoptée consiste à faire basculer le tablier de la quantité nécessaire pour que la corde puisse trouver un champ libre. Dans sa position normale, le pont porte d'un côté sur un axe de rotation placé sur l'une des culées, de l'autre côté sur la culée qui sert de passage au chemin de halage. Le tablier porte d'ailleurs une culasse de longueur moitié moindre que la volée et qui lui sert de contrepoids lorsqu'on veut ouvrir le passage. Pour opérer cette manœuvre, l'éclusier retire les verrous qui fixent la culasse; l'équilibre est alors sensiblement établi autour de l'axe, et il suffit à l'éclusier de se placer sur la culasse pour faire plonger celle-ci dans la chambre réservée au-dessous, et soulever la volée de quelques centimètres. Pour fermer, l'éclusier n'a qu'à s'avancer sur le tablier du pont, qui revient à sa position première dès que son moment a atteint la valeur qui détruit l'équilibre. Les verrous de la culasse se referment alors automatiquement. Un contrepoids mobile, placé dans la culasse, permet de régler les conditions de l'équilibre, malgré les altérations que peuvent subir les poids des diverses parties du tablier. Cette ingénieuse solution est due à M. Barlatier de Mas, ingénieur en chef des ponts et chaussées, quand il était chargé du service du canal du Nivernais.

Parmi les appareils destinés aux écluses, nous devons mentionner tout spécialement les *portes équilibrées de la croisée du Lez,* à la rencontre de la rivière canalisée du Lez avec le canal du Rhône à Cette. Cette rencontre se fait sous un angle à peu près droit, dans un sas circulaire de 50 mètres de diamètre environ, non loin de l'embouchure du Lez dans la Méditerranée. Longtemps on a eu recours à des barrages à poutrelles, construits au moment des crues, pour isoler le canal de la rivière et empêcher l'introduction des eaux troubles qui colmataient mal à propos la cuvette du canal. Depuis 1886, on a substitué à ces barrages, qu'on ne parvenait pas toujours à terminer en temps utile, des portes cylindriques qu'on peut comparer à certains égards aux vannes cylindriques établies au barrage de la Monnaie, sur la Seine, mais qui en diffèrent essentiellement en ce qu'elles sont équilibrées par un contrepoids placé au pourtour du même cylindre. L'ensemble est mobile autour d'un axe horizontal. Il suffit de tourner cette sorte de robinet pour amener à volonté l'arc étanche ou l'arc libre au droit du pertuis et, par suite, pour fermer ou pour ouvrir la section d'écoulement. On a tenu compte dans la distribution du contrepoids du moment des sous-pressions exercées par le liquide dans lequel la roue est partiellement plongée. La manœuvre se fait sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grand effort par un seul homme, qui agit sur un treuil commandant une double chaîne embrassant toute la roue. L'ossature métallique de la roue a coûté, pose comprise, 27,295 fr. 64. Les travaux, commencés en 1885 et terminés en 1887, ont été exécutés par M. Guibal, ingénieur ordinaire, sous la direction de M. Lenthéric, ingénieur en chef. Le projet avait été étudié par MM. Dellon, Lenthéric et Guibal.

L'un des appareils les plus remarquables de l'exposition des travaux publics est sans contredit l'*ascenseur des Fontinettes*, sur le canal de Neuffossé. Il est établi en un point où la différence de niveaux des deux biefs atteint 13 m. 13, et se trouve fractionnée en cinq sas accolés. Le nombre des bateaux qui auraient à franchir annuellement cet *escalier de Neptune* s'élève aujourd'hui à 13,000 bateaux, et quelques-uns d'entre eux ont une longueur de 38 m. 50, qui excède la dimension des écluses. C'est en 1881 que l'on a mis à l'étude la substitution d'un ascenseur hydraulique à l'ensemble des écluses accolées; la solution était empruntée au canal de Treul et Mersey, en Angleterre, où elle était appliquée à des bateaux d'un plus petit tonnage, de 80 à 100 tonnes, au lieu de 300.

L'ascenseur des Fontinettes est une balance hydraulique. Il comprend deux caissons ou sas métalliques remplis d'eau, dans lesquels les bateaux sont introduits. Chacun est porté par un piston qui plonge dans un cylindre de presse hydraulique; les cylindres des deux presses communiquent par un tube de 0 m. 25 de diamètre, muni d'une vanne au moyen de laquelle on peut au besoin les isoler l'un de l'autre. Mais, en général, ils restent conjugués, et l'un s'abaisse quand l'autre monte. L'équilibre des sas, établi lorsqu'ils sont pleins d'eau, se conserve lorsque les bateaux y sont entrés, en refoulant au dehors un poids d'eau exactement égal à leur poids propre. Les sas ont 40 m. 35 de longueur totale et 39 m. 50 de longueur utile. Les extrémités du sas sont fermées par des portes levantes, qui assurent l'étanchéité des joints. Les pistons, en fonte, ont une longueur totale de 17 m. 13, un diamètre extérieur de 2 mètres et une épaisseur de 0 m. 07. Les presses hydrauliques ont une hauteur totale de 15 m. 682 et un diamètre intérieur de 2 m. 078. Elles sont constituées par un assemblage d'anneaux en acier laminé de 0 m. 06 d'épaisseur. Entre les deux sas, on a élevé une tour, où se place le chef de manœuvre, et d'où il ouvre et ferme à volonté les distributeurs des grandes presses. D'autres tours latérales renferment des réservoirs compensateurs que l'on peut mettre en communication avec les sas à l'aide d'un tuyau articulé; ces réservoirs étaient destinés à réduire la dépense d'eau dans le jeu de l'appareil; mais on a reconnu qu'il n'y avait pas lieu de s'en servir, et on ne les a pas utilisés jusqu'ici. Le poids à élever, comprenant le sas mobile, l'eau et le bateau, est d'environ 800 tonnes. La pression dans les grandes presses atteint 25 atmosphères. La pression dans l'accumulateur a dû être portée jusqu'à 30 atmosphères pour assurer le jeu des presses spéciales destinées au soulèvement des portes. Des précautions sont prises pour limiter la course du sas et l'empêcher de s'élever trop haut. La force qui produit la descente du sas commence par être égale à 106 tonnes environ; puis elle diminue progressive-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment par suite du déplacement de la colonne liquide, et elle n'est que de 24 tonnes quand la manœuvre se termine. Le mouvement se ralentit de lui-même d'une manière continue sous l'action de cette poussée variable, de manière à éviter tous les chocs à bout de course.

La durée d'une manœuvre est évaluée à vingt-six minutes, sur lesquelles le mouvement de descente ou de montée du sas ne compte que pour cinq; le mouvement serait plus rapide si l'on n'avait eu soin de réduire la section du tuyau qui fait communiquer les deux presses. On pourra gagner six minutes environ sur l'entrée et la sortie des bateaux, lorsqu'on aura installé des cabestans hydrauliques destinés à opérer mécaniquement cette partie de la manœuvre. La dépense de ce bel ensemble s'est élevée à 1,870,000 francs. Les travaux, commencés à la fin de 1883, ont été terminés en 1887; l'appareil a été mis en service le 20 avril 1888. L'avant-projet a été dressé par M. Edwin Clarck, ingénieur anglais, qui est resté le conseil des ingénieurs de l'État pendant l'exécution. Le projet est l'œuvre de M. Bertin, ingénieur en chef; les terrassements et maçonneries ont été projetés et dirigés par MM. Gruson, ingénieur en chef, et Cêtre, ingénieur ordinaire. La partie métallique a été confiée à la Société des anciens établissements Cail.

Les améliorations apportées à la navigation du canal du Centre ont exigé l'accroissement des ressources alimentaires de ce canal; on a été ainsi conduit à créer un nouveau *réservoir,* celui *de Torcy-neuf,* près du Creusot (Saône-et-Loire). Ce réservoir est situé à 5 kilomètres du bief de partage. Il a une superficie de 166 hectares, une hauteur maximum de retenue de 14 m. 50 et une contenance de 8,767,000 mètres cubes. La prise d'eau s'opère dans une tour isolée, élevée dans le réservoir en avant de la digue de retenue. On y accède de la digue par une passerelle en fer. Un déversoir de 12 mètres sert de décharge pour les eaux qui excéderaient la contenance normale. La digue de retenue est en terre argilo-sableuse; elle a 16 m. 30 de hauteur maximum, 52 m. 90 de largeur à la base, 5 m. 50 en couronne, et un développement total rectiligne de 436 m. 70. Du côté de l'eau, le talus est constitué par une série de perrés maçonnés, inclinés à 45 degrés et séparés par des bermes horizontales. La base du talus extérieur est plantée d'acacias; il est incliné à environ 4 de base pour 3 de hauteur. La tour de prise d'eau, qui sert aussi de décharge, est carrée à l'extérieur, cylindrique à l'intérieur, formant un puits au fond duquel un puisard de 2 mètres de profondeur, constamment plein d'eau, fournit un matelas destiné à amortir le choc des filets liquides. Le puits de la tour s'ouvre en bas dans l'aqueduc de fuite, qui traverse toute la base de la digue et débouche dans la rigole d'alimentation. Les prises d'eau se font à diverses hauteurs dans la colonne, par des orifices rectangulaires de 0 m. 40 de hauteur sur 0 m. 80 de large et, en outre, par déversement en haut de la tour; des hausses permettent d'arrêter le déversement en temps ordinaire; on les enlève pour augmenter l'écoulement en cas de crue. Les bouches de prise d'eau sont fermées par des vannes cylindriques qui ont été projetées par M. Eugène

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Resal, ingénieur des ponts et chaussées. On manœuvre ces vannes à partir du haut de la tour. Elles sont reliées à un arbre fixe, autour duquel elles doivent tourner pour ouvrir ou fermer l'orifice. La partie mobile entraîne un cadre qui n'est pas relié à l'arbre et qui presse seul par ses bords contre le siège cylindrique faisant corps avec la tour. Un boudin en gutta-percha rend étanche le joint entre la vanne et le cadre entraîné. Cette disposition ingénieuse réduit, paraît-il, le travail du frottement de 92 p. 100. On a appliqué un système analogue de fermeture à la vanne de garde qui ouvre et ferme l'aqueduc de fuite, et qui consiste en une sorte de wagonnet métallique, monté sur roues, mobile sur des rails verticaux fixés au parement intérieur du puits. La dépense totale du réservoir est montée à 2,233,183 fr. 84 ; ce qui fait ressortir à 0 fr. 25 le prix du mètre cube d'eau emmagasinée. Le projet et l'exécution sont l'œuvre de MM. Fontaine, ingénieur en chef, Desmur et Eugène Resal, ingénieurs ordinaires, Variot, sous-ingénieur.

Les *Usines alimentaires du canal de la Marne au Rhin et du canal de l'Est,* établies à Valcourt, à Pierre-la-Treiche et à Vacon, contribuent à assurer l'alimentation des deux canaux dans la partie qu'ils ont commune, entre Toul et Mauvages, à proximité du bief de partage du canal de la Marne au Rhin, au passage du bassin de la Seine à celui de la Moselle.

Les machines élévatoires employées sont, à Valcourt et à Pierre-la-Treiche, des turbines Fontaine, qui mettent en mouvement des pompes Girard; une usine, en particulier, contient deux turbines et met en mouvement six pompes qui envoient leur produit dans un réservoir unique central, d'où part la conduite ascensionnelle. Comme puissance motrice, on a des chutes d'eau qui, à Valcourt, fournissent un volume variable de 3 m. c. 25 à 6 mètres cubes, tombant d'une hauteur de 4 mètres, et à Pierre-la-Treiche, un volume de 6 m.c. 50 à 8 m. c. 125 tombant de 2 m. 50. Le refoulement se fait à une hauteur de 40 mètres environ pour les deux usines. Le volume d'eau élevé, pendant la période annuelle de marche des deux usines, ressort à 5 millions de mètres cubes. La dépense s'élève à 1,634,000 francs. Les machines sont de MM. Feray et Tallon. L'usine de Vacon est destinée à compléter l'alimentation du bief de Mauvages. Elle comprend cinq générateurs, deux machines à vapeur horizontales et deux pompes à piston plongeur, directement actionnées par les pistons des machines à vapeur. Le volume annuel élevé est de 3 millions de mètres cubes. La dépense monte à 1,250,000 francs. Les machines ont été construites par les établissements Cail. Ces travaux ont été exécutés, sous la direction de M. Frécot, inspecteur général, par MM. Poincaré, Volmerange, Holtz, ingénieurs en chef, Alfred Picard, ingénieur ordinaire.

Le *souterrain de Braye-en-Laonnois,* sur le canal de l'Oise à l'Aisne, ouvert dans un massif qui comprend à la base une couche d'argile, surmontée d'une grande épaisseur de sable fin, et couronnée enfin par une masse calcaire, a présenté des difficultés toutes spéciales. La surface de l'argile à la base offrait, vers la tête du souterrain, une

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poche où venaient se rassembler toutes les eaux fournies par l'étage des sables. Pour traverser la nappe fluide, qui atteint en cet endroit une épaisseur de 15 mètres environ, on eut recours à l'air comprimé; ce procédé était nettement indiqué par la nature coulante des sables délavés, à travers lesquels il fallait ouvrir le passage et construire la voûte. On installa donc une usine, qui comprenait huit compresseurs d'air, mis en mouvement par sept machines locomobiles, et qui permettaient d'envoyer dans le chantier, en vingt-quatre heures, un volume d'air de 50,000 mètres cubes à 2 atmosphères environ de pression. L'espace où l'on envoyait cet air comprimé était limité par des barrages étanches en maçonnerie de béton, au travers desquels on avait ménagé un certain nombre d'ouvertures pour le service des sas à air. Le chantier était éclairé électriquement au moyen d'une machine à vapeur commandant une machine Gramme, et un téléphone permettait au personnel de communiquer constamment avec le dehors. On espérait pouvoir traverser sans incident la région la plus difficile du percement, et atteindre les régions moins aqueuses et plus résistantes, quand, au mois d'août 1884, un terrible accident vint compromettre le succès espéré, en coûtant la vie à dix-sept ouvriers. L'air comprimé avait chassé l'eau et pénétrait librement jusque dans des lignites pyriteux, mélangés à l'argile de la couche inférieure. Les pyrites prirent feu au contact de cet air déjà échauffé, la température s'éleva à un degré énorme, et les ouvriers présents dans le chantier de travail ne tardèrent pas à être asphyxiés. Il fallut ouvrir des issues aux gaz produits par cette combustion; en même temps, on aérait à l'aide de l'air comprimé la partie du souterrain qui confinait au barrage. Ce n'est que le 4 octobre qu'on put pénétrer dans la chambre de travail. On y établit les étançonnements nécessaires à la faveur d'une pression modérée; on put enfin supprimer toute pression le 30 octobre. L'eau des sables eut bientôt éteint toute trace d'incendie. Toutefois elle resta longtemps chaude et elle conservait encore, six mois après, une température de 30 degrés.

Pour pousser plus loin les travaux, on eut soin de ventiler énergiquement la partie du souterrain débouchant à l'air libre. Un puits d'aérage, muni d'un ventilateur Pelzer, fut destiné à activer la ventilation en enlevant un volume d'air déterminé, pris dans la partie supérieure de la voûte. C'est par ces procédés ingénieux qu'on est parvenu à achever le percement, en luttant à la fois contre les eaux et contre l'incendie. Un souterrain de 2,360 mètres, ouvert dans un terrain qui présente tant de difficultés, peut être regardé comme un tour de force. Le fonçage des puits à travers les sables aquifères, au moyen de cuvelage en fonte, à l'aide de l'air comprimé, présente à lui seul un emploi remarquable des procédés les plus récents mis à la disposition de l'art des ingénieurs. Ces beaux travaux ont été exécutés sous la direction de M. Bœswillwald, ingénieur en chef, par M. Guillon, ingénieur au cadre auxiliaire, et ensuite par M. Pigache, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées.

Le *touage sur chaîne noyée* est établi depuis 1884 dans le bief de partage de Mauvages, du canal de la Marne au Rhin. Ce bief a une longueur de 9,205 mètres, dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4,877 en souterrain. La longueur du tunnel excluait pour les machines motrices la production de fumée pendant ce parcours; autrement les équipages des bateaux toués auraient été exposés à l'asphyxie. Aussi eut-on recours d'abord aux machines à vapeur surchauffée du système Francq, dites *locomotives sans foyer*. On essaya aussi un système mixte de toueur, qui admet sur le bateau même les générateurs de vapeur et des réservoirs où s'accumule la vapeur surchauffée, de telle sorte, qu'après avoir marché à la façon d'une locomotive pendant le trajet à ciel ouvert, on peut laisser éteindre le feu et marcher avec la réserve de vapeur surchauffée pendant le parcours du souterrain. Le toueur part vers 7 heures du matin de l'extrémité du bief du côté de la Marne. La pression, de 5 à 6 kilogrammes en commençant, est poussée à 10 ou 12 pendant la marche à ciel ouvert, et parfois même à 16 ou 17, limite admise pour la résistance des chaudières. On éteint le feu à l'entrée du souterrain; le parcours du tunnel dure quatre heures; la pression, allant toujours en diminuant, est ramenée à 4 ou 5 kilogrammes à la sortie; cela suffit pour accomplir le dernier trajet à l'air libre. On arrive vers 1 heure à l'extrémité du bief du côté du Rhin. Vers 2 heures, le toueur repart pour accomplir son trajet de retour, qui se termine à 8 heures du soir. Les frais annuels d'exploitation montent à 20,000 francs. L'installation a coûté 375,000 francs. Les projets ont été dressés, sous la direction de M. l'inspecteur général Frécot, par M. Holtz, ingénieur en chef. Le premier toueur a été construit par M. Satre, de Lyon; le second par les établissements Cail et C^ie^. Une écluse de garde est établie à l'origine de l'*embranchement d'Houdelaincourt;* cet embranchement, qui a une longueur de 3,245 mètres, fait partie du bief de partage auquel il amène les eaux de l'Ornain. Le courant résultant se dirige d'Houdelaincourt vers Mauvages. On ferme l'écluse de garde pendant que le convoi toué marche en sens contraire. Alors l'eau de l'Ornain s'emmagasine dans la branche d'Houdelaincourt; elle y forme une réserve de 30,000 mètres cubes, dont l'alimentation du canal profite plus tard.

L'exposition des travaux publics comprenait le système de *halage funiculaire* imaginé par M. Maurice Lévy, ingénieur en chef, et essayé récemment sur le canal Saint-Maurice, près de Paris.

Le câble employé a un poids de 3 kilogrammes par mètre courant. Il est réglé à une tension considérable, de 10 kilogrammes environ par millimètre carré. Il est porté sur une série de poulies, placées dans des plans divers, de manière à lui faire suivre toutes les inflexions des berges et à en modifier à volonté la hauteur. Le câble sans fin est mis en mouvement par une machine à vapeur, et reçoit une vitesse uniforme de 1 mètre par seconde environ. La grande tension donnée au câble prévient les oscillations. C'est à ce câble que les bateaux s'attellent par une amarre qui vient s'accrocher à une manille munie d'un ressort et d'un doigt mobile, de telle sorte qu'il suffit d'agir sur le ressort au moyen d'une cordelle pour dégager le doigt et rompre l'attelage. Le dégagement de l'amarre au passage des poulies a été un problème difficile, que M. Maurice Lévy a résolu très élégamment, en munissant les joues des poulies de crans pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

filés suivant des développantes de cercle. La solution est simple lorsque le câble suit en plan la convexité d'une courbe; elle devient plus compliquée et exige, soit l'emploi de deux poulies à différents niveaux, soit l'emploi d'une poulie unique de grand diamètre, munie de quatre crans d'échappement, quand le câble suit la concavité de la berge. Les deux procédés dérivent du même principe et se prêtent à des variantes nombreuses, suivant les cas particuliers qui pourraient se présenter dans la pratique. En supposant un tonnage d'un million de tonnes, et une vitesse de parcours de 1 mètre par seconde, les bateaux circulant sur le canal étant des péniches de 38 m. 50 de longueur, on évalue à 17 francs par mètre le prix de premier établissement, comprenant tous les 30 kilomètres deux machines à vapeur de 45 à 50 chevaux. Le prix du halage par tonne et par kilomètre ressort dans les mêmes conditions à 0 fr. 003. L'exécution du projet a été dirigée par MM. Maurice Lévy, ingénieur en chef, et Pavie, ingénieur ordinaire. L'installation mécanique a été faite par la Compagnie de Fives-Lille.

Nous devons signaler ici, comme une solution ingénieuse due encore à M. Maurice Lévy, la disposition qu'il a adoptée pour maintenir amorcés les siphons de l'égout de Bercy, qui franchissent le canal Saint-Martin avec 7 m. 50 de flèche, en suivant la voûte du pont Morland. Il était difficile d'amorcer de pareils siphons et de les maintenir amorcés avec une eau chargée de gaz, qui tend incessamment à diviser la colonne liquide. On s'est servi, pour y parvenir, de l'aspiration produite par une *trompe*, ou ajutage conique convergent, qui débouche en face d'un ajutage divergent de diamètre un peu plus grand. La trompe est alimentée par l'eau de la ville. La dépression, produite au passage de la veine fluide d'un ajutage à l'autre, suffit pour exercer une aspiration qui enlève tous les gaz dégagés par les eaux de l'égout. C'est le principe même de l'injecteur Giffard. Des précautions spéciales ont été prises pour éviter que l'orifice de la trompe pût être obstrué par l'eau chargée de matières solides qui parcourt les siphons : il a suffi de produire l'aspiration des gaz, non pas directement dans les siphons, mais par l'intermédiaire d'un tube recourbé, dont le sommet est situé à un niveau tel, que le liquide ne pourrait y parvenir quand même la trompe produirait un vide parfait. Il y a deux trompes semblables qui agissent à la fois sur les deux siphons : elles fonctionnent toutes deux lorsqu'on veut amorcer rapidement les siphons; l'opération dure cinq à huit minutes, suivant la pression dont on dispose dans les conduites. Une seule trompe suffit pour entretenir l'amorçage, une fois le régime établi. La dépense d'eau ne dépasse pas 20 à 25 mètres cubes à l'heure. Les frais d'établissement se sont élevés à 56,945 francs.

Nous venons de parcourir les ouvrages relatifs à la navigation et on a pu voir quels progrès avaient été réalisés sur nos rivières et nos autres voies navigables. Nous les mettrons bien plus en évidence en présentant sommairement les résultats acquis sur deux des grands fleuves de la France : la Seine et le Rhône.

En 1830, il fallait quatre jours en basses eaux, cinq jours en hautes eaux, pour faire remonter de Rouen à Saint-Denis les bateaux dits *accélérés;* pour les autres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il fallait quinze à vingt-cinq jours. Les chevaux de halage avaient à traverser fréquemment la rivière à gué. Le mouillage était insuffisant : un bateau, capable de porter 200 tonnes en bonnes eaux, n'en pouvait plus porter que 90 en eaux basses, et souvent une légère baisse du plan d'eau suffisait pour arrêter sa marche.

Le premier progrès réalisé à partir de 1830 est dû à M. Poirée et à ses barrages mobiles. On se proposait de créer un mouillage de 2 mètres entre Paris et Rouen, à l'aide de 14 barrages éclusés. Ce premier projet, conçu en 1845, fut repris en 1859; en 1878, le mouillage de 2 mètres était réalisé entre Paris et l'embouchure de l'Oise. La loi du 6 avril 1878 porta à 3 m. 20 le mouillage de la Seine entre Paris et Rouen, et la loi du 21 juillet 1880 étendit la même mesure à la traversée de Paris. Tous les travaux prévus par ces deux lois sont achevés aujourd'hui, sauf la dernière écluse en construction à Villez.

La pente totale, 25 m. 50, entre l'écluse de Port-à-l'Anglais, au-dessus de Paris, et le niveau des plus basses mers en amont de Rouen, est rachetée par 9 barrages éclusés, dont les chutes varient de 1 m. 76 à 4 m. 18. A chaque barrage sont adjointes au moins deux écluses, l'une de 160 mètres de longueur utile, pouvant contenir à la fois 6 bateaux de 45 mètres ou 8 péniches de 38 m. 50; l'autre, de 78 mètres, pour le passage des bateaux isolés. Une des écluses, celle de Bougival, a été portée à 220 mètres. On a, en outre, conservé les anciennes écluses de 120 mètres à Meulan et à Villez, qui fonctionneront comme petites écluses de la nouvelle canalisation. Les résultats de ces travaux sont frappants. Les conditions de navigabilité ont été notablement améliorées. Le halage par chevaux tend de plus en plus à disparaître, devant le touage sur chaîne noyée ou le simple remorquage à vapeur. Le trajet de Rouen à Paris, qui est de trois jours au plus pour les convois toués ou remorqués, ne dépasse pas vingt-huit à trente heures pour les porteurs à vapeur isolés. Le prix du fret s'est abaissé avec tous les progrès réalisés; il était :

En 1840 de.....	12 à 15 francs.
En 1859.....	10 à 12
En 1869.....	8 à 9

Il est aujourd'hui de 4 à 5 francs à la remonte et de 2 fr. 75 à 3 fr. 50 à la descente. Le tonnage, ramené à 1 kilomètre, s'est élevé de 227,307,266 tonneaux, en 1881, à 369,568,346 tonneaux. La dépense de canalisation est montée à 88,530,000 francs. Comparée au trafic annuel, cette dépense fait ressortir à 0 fr. 011 par tonne transportée à 1 kilomètre l'intérêt des frais de premier établissement. Le prix du fret a diminué bien davantage. Tous les travaux depuis 1878 jusqu'à 1888 ont été exécutés sous la direction de MM. de Lagrené, Boulé et Cameré, ingénieurs en chef, par MM. de Préaudeau, Nicou, Chabert, Luneau, Lechalas, Toulon, Clerc, Jozan et Garreta, ingénieurs ordinaires.

A ce travail sur la Seine fluviale on peut joindre l'endiguement de la Seine mari-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

time entre Rouen et l'embouchure; le chenal du fleuve dans cette partie divaguait à travers des bancs mobiles. On a limité le cours d'eau par des digues longitudinales écartées de 300 mètres d'une rive à l'autre vers la Meilleraie, et s'évasant jusqu'à 500 mètres vers la Risle. Ces digues resserrent le chenal et contribuent à en maintenir la profondeur. On a, de plus, établi des chemins de halage entre la Meilleraie et Rouen. Le résultat de ces améliorations a été d'accroître le tirant d'eau de plus de 2 mètres. Les navires qui vont à Rouen peuvent caler 5 m. 50 en morte eau et 6 m. 50 en vive eau. Le trafic de la Seine maritime, qui n'était que de 500,000 tonnes en 1860, s'est élevé à 1,300,000 tonnes en 1879, et atteint 1,600,000 tonnes en 1888. Divers travaux de défense des digues contre l'action du mascaret, des dragages pour enlever certains seuils, la construction de nouvelles digues, un service régulier de balisage du chenal dans la partie la plus voisine de la mer, ont continué l'œuvre d'endiguement. Un nouveau projet d'amélioration de la Seine maritime est en ce moment soumis aux pouvoirs publics. Il convient d'ajouter aux bénéfices obtenus par la navigation maritime l'accroissement de la richesse publique par les prairies formées sur les alluvions déposées derrière les digues.

Les améliorations apportées à la navigation de la Saône et du Rhône montrent les solutions diverses du problème de la canalisation des cours d'eau suivant leurs tempéraments particuliers. La Saône se divise en trois tronçons : la Saône supérieure, la petite Saône et la grande Saône. La Saône supérieure, sur une longueur de 99 kilomètres, constitue la jonction du canal de l'Est avec les canaux et les rivières du Centre. La pente totale a été rachetée par 15 écluses, dont la chute varie de 1 mètre à 3 m. 60. Les retenues sont constituées par des barrages, les uns fixes, les autres mobiles. La petite Saône a une longueur de 108 kilomètres; la pente totale est rachetée par 9 écluses, dont la chute varie de 1 m. 33 à 2 m. 20. Les barrages comprennent 8 barrages mobiles, du système Poirée, et 1 barrage fixe avec pertuis à aiguilles. La grande Saône, enfin, qui mesure 167 kilomètres de Verdun à Lyon, a une pente beaucoup plus faible que les parties supérieures et un débit plus grand. Cette portion a toujours été navigable. On a amélioré le régime par la création de 6 barrages éclusés, dont le dernier est situé à Lyon, au confluent de la Saône et du Rhône. Ces barrages comprennent une passe navigable, du système Chanoine, et un déversoir avec barrage mobile, du système Poirée. Les écluses ont 160 mètres de longueur de busc en busc et 16 mètres de largeur. Elles permettent d'écluser tout un convoi à la fois. Des portes intermédiaires servent à réduire à volonté la longueur du sas pour le passage des bateaux isolés. Le mouillage obtenu ne s'abaisse nulle part au-dessous de 2 mètres, et atteint une cote plus élevée dans la plupart des points.

La navigation sur la Saône supérieure et sur la petite Saône s'effectue presque entièrement dans les parties canalisées; elle cesse pendant les crues, lorsque les barrages sont ouverts. Sur la grande Saône, la navigation se fait pendant les crues de 4 mètres au-dessus de l'étiage avec les barrages ouverts. On ferme les barrages quand la crue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'abaisse à 2 mètres, et cette hauteur se trouve maintenue pendant la période des eaux basses. La navigation ne chôme qu'à l'époque des glaces, en dehors des chômages normaux, que l'on espace de plus en plus. La traction des bateaux s'effectue soit à l'aide de remorqueurs, soit par le halage. De 1878 à 1887, le tonnage de la Saône supérieure et de la petite Saône a presque doublé, celui de la grande Saône, pour laquelle la navigation a toujours été assez florissante, présente, dans la même période, une augmentation de 15 à 20 p. 100.

Le Rhône n'est navigable qu'à partir de Lyon jusqu'à la mer; il présente entre ces deux points une longueur totale de 328 kilomètres, dont 46 kilomètres, d'Arles à la mer, forment le Rhône maritime. C'est un fleuve torrentiel, soumis à des crues énormes, et présentant des pentes moyennes par kilomètre qui s'élèvent à 0 m. 496 entre Lyon et l'Isère, à 0 m. 782 entre l'Isère et l'Ardèche, à 0 m. 403 entre l'Ardèche et Arles. En certains points la pente atteint 2 mètres. La vitesse du Rhône à sa surface varie en basses eaux de 1 m. 50 à 2 m. 50; mais elle atteint et dépasse sur certains points la vitesse énorme de 3 m. 50. Le lit est formé de gravier affouillable, qui se transforme en sable en approchant de la mer; des bancs de rocher traversent le lit en certains points.

Dans de pareilles conditions, il était impossible de songer à établir des barrages. On s'est borné à améliorer le cours d'eau en laissant le cours libre au fleuve et en procédant par des travaux de régularisation. Les modifications qu'on a essayées sont fondées sur l'observation du Rhône lui-même. On a cherché à réaliser en chaque point les conditions du tracé que l'on a observées sur les passages où la navigabilité était naturellement assurée. On a reconnu que deux mouilles successives étaient soit en prolongement l'une de l'autre, soit dans une position déviée l'une par rapport à l'autre; dans le premier cas, la crête qui sépare les deux mouilles forme au fond du lit une sorte de barrage très noyé, sur lequel la chute de l'eau s'allonge, ce qui permet aux bateaux de la franchir sans difficulté. Dans le second, la crête séparative des deux mouilles barre sur une plus grande largeur, et avec un relief beaucoup plus accentué, le chemin des filets liquides; la chute devient courte, et au lieu du mouillage de 1 m. 50 à 2 mètres, qu'on avait dans le premier cas, on ne trouve qu'un mouillage de 0 m. 40. Les travaux du Rhône ont consisté, non pas à faire disparaître ces seuils, qui enlevés se reformaient plus loin, mais à ramener les passages difficiles du second type au premier. Pour cela, on a réuni dans un lit mineur unique toutes les eaux basses, et on dirige les eaux dans ce chenal unique de manière à assurer leur passage graduel d'une rive à l'autre. On y est parvenu au moyen de digues longitudinales arasées à une faible hauteur au-dessus de l'étiage, et réunies à la rive par des traverses qui empêchent la formation des courants en arrière; au moyen d'épis plongeants qui, partant de la berge au niveau des plages naturelles, s'enfoncent suivant la pente transversale du lit jusque près du thalweg; enfin, au moyen d'épis noyés qui, partant de la rive, vont dessiner le profil transversal et corriger les passages défectueux en assurant la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

continuité de la pente longitudinale. A l'aval des rapides, on a établi des seuils de fond, qui constituent une sorte de barrage noyé, pour soutenir les eaux et empêcher les affouillements. Tous ces ouvrages sont exécutés en enrochements à pierre perdue, dont on régularise après coup la surface extérieure en faisant tomber tout ce qui fait saillie et en coulant du béton dans les joints. Les dépenses déjà faites s'élèvent à 39 millions de francs. Le nombre des passages où le tirant d'eau ne dépassait pas 1 m. 40 est notablement diminué; de 104 avant les travaux, il est tombé à 3 après les travaux achevés. Le mouillage d'étiage, qui était primitivement de 0 m. 40, a été porté à 1 m. 15; la navigation trouve une profondeur de 1 m. 60 pendant 345 jours, au lieu de 250 jours, et une profondeur de 2 mètres pendant 290 jours, au lieu de 140 jours. L'amélioration sera encore plus sensible quand les trois derniers seuils auront disparu. La remonte à la vapeur suffit maintenant, sans exiger des chevaux de renfort, pour franchir les rapides les plus difficiles. Le tonnage des bateaux a augmenté de 24 p. 100. Les travaux, projetés par M. Jacquet, ingénieur en chef, ont été dirigés après lui par M. Girardon; MM. Pasqueau, du Boys, de Thélin, Clarard, Denizet et Armand, ingénieurs ordinaires, ont coopéré à ce bel ensemble de travaux.

Signalons encore, avant de quitter la navigation intérieure, la disposition ingénieuse de l'*échelle mobile à poissons,* installée au barrage de Port-Mort, sur la Seine, par M. l'ingénieur en chef Cameré. L'avantage de cette échelle est de pouvoir être installée, à l'aide de flotteurs, au milieu même de la rivière, là où les filets liquides ont la plus grande vitesse; c'est cet endroit qu'affectionne le plus le poisson voyageur, qui n'est pas tenté de chercher son passage dans les échelles accolées aux parties fixes du barrage, dans des régions où l'eau perd sa vitesse et sa limpidité.

Travaux maritimes. — On connaît la disposition générale du port de Marseille. Les bassins sont établis le long de la côte, à l'abri d'une grande jetée parallèle au rivage. Ils sont séparés les uns des autres par des môles, qui laissent libre une passe pour les faire communiquer entre eux. Le régime des bassins n'est pas le même pour tous. Si l'on parcourt le port en remontant du Sud au Nord, à partir du bassin de la Joliette, on rencontre d'abord les docks de Marseille, construits de 1856 à 1863, qui occupent un périmètre fermé, concédé à une compagnie particulière. Puis viennent deux bassins plus récents, le bassin de la Gare maritime et le bassin National, qui ont été organisés, au contraire, par la Chambre de commerce, de manière à réaliser son programme « du travail libre sur le quai libre ». C'est l'aménagement et l'outillage de ces deux bassins qui formaient l'exposition du Ministère des travaux publics, en ce qui concerne les travaux maritimes de Marseille.

Le bassin de la Gare maritime, construit en 1866, a une longueur de 366 m. 40; le quai qui le rattache à la côte a une largeur de 47 mètres, égale à celle qu'on avait donnée au quai de la Joliette. Le bassin National, construit plus tard, a 925 mètres de longueur, et le quai de rivage a 60 mètres de largeur. Cet excès de largeur profite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux opérations qui doivent s'effectuer sur le quai pour l'exploitation du port et le mouvement des voies ferrées qui y sont établies; il a, en outre, l'avantage de reporter le mur de quai dans une plus grande profondeur d'eau, sans exiger qu'on fasse sauter à la mine les roches très résistantes qu'on aurait trouvées plus près du coteau. La profondeur au pied du mur de quai est de 6 à 8 mètres; elle s'accroit régulièrement en allant vers le large, jusqu'à la jetée qui limite le port, où elle atteint 11 mètres au moins et en certains points 28 mètres. La surface des bassins est partagée par des môles enracinés à la rive; ils s'avancent au travers des bassins en augmentant notablement le périmètre accostable aux bateaux; ils laissent libre entre leur extrémité et les bateaux qui peuvent stationner le long du quai du large un espace suffisant pour assurer le passage. Avec les longueurs de 240 à 250 mètres que l'on a données aux môles, il reste 275 mètres environ entre leurs extrémités et le quai du large. L'espacement normal des môles est de 120 à 130 mètres. La largeur varie de 80 mètres, pour les môles où le mouvement des marchandises s'opère directement entre les navires et les wagons, à 90 ou 100 mètres, pour ceux où l'intervention de la douane est nécessaire et où le mouvement se partage entre les wagons et les camions, à 130 ou 140 mètres, enfin, s'il faut trouver sur le môle la place d'un magasin où l'on puisse mettre la marchandise à l'abri. Le classement des môles correspond, en définitive, au classement des marchandises; on tend généralement à rapprocher de la ville les marchandises de prix et à reléguer, au contraire, le plus loin possible les marchandises encombrantes, telles que la houille, par exemple, dont le déchargement a été déplacé plusieurs fois dans les dernières années, au fur et à mesure des développements pris par le port.

Les quais de Marseille sont munis de tous les appareils nécessaires pour les opérations qui doivent y être exécutées. Un réseau de voies ferrées les parcourt, rattaché aux chemins de fer qui aboutissent à Marseille. Suivant l'axe d'un grand môle, on a établi une voie charretière munie d'un certain nombre de rails; c'est par là qu'arrivent les wagons et les voitures. Des hangars couverts séparent ces voies centrales des quais proprement dits, où de distance en distance sont placées des grues destinées à faire le chargement et le déchargement des bâtiments. Des appareils hydrauliques servent à opérer toutes les manœuvres. Cet outillage très complet, y compris le système hydraulique et les hangars, a été créé par la Chambre de commerce de Marseille. L'État a posé les voies ferrées, où l'exploitation est faite par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. L'outillage et les hangars doivent faire retour à l'État dans un délai déterminé. L'eau de la ville, distribuée sur tous les quais, sert pour les manœuvres hydrauliques.

Les projets du bassin de la Gare maritime et du bassin National ont été faits dès 1855, par M. Pascal, ingénieur ordinaire, sous la direction de M. de Montricher, ingénieur en chef. Les travaux ont été dirigés plus tard par MM. Pascal, Bernard, Guérard, ingénieurs en chef, avec la collaboration de MM. André, Bernard, Denamiel,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Guérard, Delestrac, Robert, ingénieurs ordinaires, et Sébillotte, sous-ingénieur. L'outillage et l'aménagement général du port ont été projetés par M. Guérard. La Compagnie de Fives-Lille a monté les appareils hydrauliques.

L'exposition des travaux maritimes du port du Havre ne comprenait aucun ensemble, mais bien trois objets de détail, savoir : l'écluse Bellot, l'estacade métallique du brise-lames sud de l'avant-port et les portes d'écluse du canal de Tancarville.

L'*écluse Bellot* ferme la communication entre le bassin de l'Eure et le bassin Bellot, qui est destiné à recevoir les bâtiments de la grande navigation. Elle a 30 mètres de largeur en couronne. Des portes d'èbe permettent d'isoler à volonté le bassin Bellot et d'y conserver un niveau déterminé, malgré l'abaissement du plan d'eau dans le bassin de l'Eure. Deux aqueducs, ménagés à travers les maçonneries de chacun des bajoyers, et dessinant en coupe des cercles de 2 mètres de diamètre, servent à égaliser les niveaux dans les deux bassins quand on doit ouvrir les portes. L'ouvrage est fondé dans un ancien terre-plein attenant au mur de quai du bassin de l'Eure; on a eu recours à l'air comprimé pour faire les raccordements avec les quais de ce dernier bassin. Un pont tournant métallique d'une seule volée franchit l'ouverture; le tablier porte deux voies charretières et une voie ferrée. Il a une longueur totale de 53 m. 25, dont 36 mètres de volée et 17 m. 25 de culasse. La largeur en œuvre est 7 m. 72. Toutes les manœuvres, qu'il s'agisse d'ouvrir ou de fermer les portes, d'ouvrir ou de fermer le pont, ou de haler les navires, se font à l'aide d'appareils hydrauliques.

Les portes de l'écluse sont en fer laminé; elles sont au nombre de deux. La largeur du vantail est de 16 m. 515, la hauteur de 10 m. 90. L'ossature comprend une série d'aiguilles verticales qui portent le bordage et qui reçoivent directement la poussée de l'eau d'amont; elles reportent cette poussée sur une entretoise basse, qui s'appuie, lorsque la porte est fermée, sur la saillie du busc, et une entretoise haute, placée au-dessus des plus hautes eaux. Deux puits tubulaires complètent le cadre et constituent le poteau busqué et le poteau tourillon. Une série de chambres à eau, ménagées au bas du vantail, ont pour objet de le lester d'un poids convenable. Le calcul des dimensions a été établi en supposant entière la pression d'amont et nulle la pression d'aval : c'est une hypothèse défavorable qui ne peut guère se réaliser.

Le prix de revient de l'écluse Bellot s'est élevé à 1,989,000 francs. Les travaux ont été dirigés par MM. Bellot et Quinette de Rochemont, ingénieurs en chef, et MM. Renaud, Éd. Widmer et H. Desprez, ingénieurs ordinaires. Les portes et le pont tournant ont été fournis par MM. Baudet, Donon et C^ie^; la machinerie hydraulique, par l'annexe du Havre de la Compagnie des forges et chantiers de la Méditerranée.

L'*estacade du brise-lames sud de l'avant-port* est établie au-dessus du plan incliné de 100 mètres de longueur, destiné à amortir l'action de la lame à l'entrée de l'avant-port. Deux autres plans inclinés semblables sont ménagés dans la jetée nord; ils sont couverts par des estacades en charpente. L'estacade de la jetée sud est métallique; ces charpentes servent, d'une part, à empêcher les bateaux de s'avancer sur les plans in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

clinés, où ils trouveraient bien vite des profondeurs insuffisantes; d'autre part, à porter une passerelle qui permet la circulation d'un bout à l'autre de la jetée. L'estacade du sud comprend 16 fermes espacées de 6 en 6 mètres, larges de 7 m. 10 à la base et présentant en couronne une largeur de 2 mètres occupée par la passerelle. Ces fermes sont entretoisées par le garde-corps et par sept liernes horizontales, rivées derrière le poteau de rive. Des tirants en fer complètent le contreventement. Des poteaux de remplage, espacés de 1 m. 50, fractionnent l'intervalle de 6 mètres de deux fermes consécutives. Toutes les faces frappées par la mer sont garnies de fourrures en bois de chêne. On a protégé les fers contre l'action de l'eau de mer par la galvanisation; les bois ont été mailletés dans la partie inférieure et goudronnés plus haut. Le projet a été dressé et les travaux ont été dirigés par MM. Quinette de Rochemont et Maurice Widmer, ingénieurs ordinaires, M. Bellot étant ingénieur en chef.

Les *portes de l'écluse du canal de Tancarville* sont au nombre de quatre, deux portes de flot, deux portes d'èbe; elles se distinguent des types adoptés généralement, en ce qu'elles n'ont qu'un seul vantail. Les portes de flot ont respectivement 9 m. 85 et 9 m. 25 de hauteur, celles d'èbe ont 7 m. 85 et 7 m. 25. Elles ont 4 m. 02 de largeur maximum et leur longueur est de 18 m. 75. La porte a reçu une forme qui lui permet de flotter à la façon d'une bouée ou d'un bateau-porte. Une poutre horizontale à âme pleine forme, à la hauteur des basses mers de vive eau, un pont étanche qui limite l'espace où est placé le lest de la porte. Le reste du vantail porte le bordage et complète le cadre qui doit s'appliquer contre les maçonneries de l'écluse. Des fourrures en bois assurent l'étanchéité des joints. Ce système de portes a été imaginé par M. Bellot, quand il était ingénieur en chef au Havre. Il a l'avantage d'éviter certaines sujétions dans la construction des maçonneries, de permettre l'enlèvement du vantail, par l'effet seul de la sous-pression du liquide, et le remorquage du vantail à la façon d'un corps flottant, jusqu'au chantier où il doit être réparé, de faciliter la manœuvre, qui n'exige pas les mêmes soins que la fermeture des vantaux busqués, enfin de réduire notablement les chances d'avaries, par suite des chocs que les portes ont à supporter lorsqu'elles sont exposées à un fort courant ou à la houle. Les travaux ont été dirigés par MM. Bellot et Quinette de Rochemont, ingénieurs en chef, Maurice Widmer, ingénieur ordinaire. La partie métallique a été exécutée par MM. Baudet, Donon et C^ie^, à Paris.

L'exposition du Ministère des travaux publics comprenait pour le port de Dieppe le modèle de l'*écluse d'aval du bassin de mi-marée*. Cette écluse met le bassin de mi-marée en communication avec l'avant-port; elle a une longueur de 30 mètres, une largeur libre de 18 mètres. Le radier est couvert d'au moins 7 m. 50 d'eau dans les plus faibles pleines mers, et de 11 mètres dans les plus hautes; il offre encore un mouillage de 5 m. 50 environ à mi-marée, ce qui permet le passage des bateaux d'un tonnage moyen qui fréquentent le port. Le sassement se fait au moyen de deux aqueducs de 1 m. 50 de largeur et de 2 m. 50 sous clef, pratiqués dans les bajoyers. Les portes de l'écluse sont en tôle galvanisée; l'ossature comprend 11 entretoises horizontales,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

recoupées par 5 aiguilles verticales, en comprenant les bords du cadre dans cette énumération. Une passerelle roulante établit la circulation au-dessus de l'écluse. Les mouvements des portes, la manœuvre des vannes, le halage des bateaux, peuvent se faire au moyen d'une machinerie hydraulique. La construction de l'écluse, sur un terrain formé principalement de galets, a été faite à l'aide de l'air comprimé. Une fois la fondation achevée au moyen d'un caisson pneumatique, on s'est servi d'un autre caisson faisant batardeau pour élever la maçonnerie de l'écluse à l'air libre. Le travail a présenté de grandes difficultés, surtout à cause des précautions à prendre pour prévenir les déchirures des tôles minces qui formaient les parois du caisson; le moindre accident arrivé à ces tôles aurait amené l'envahissement du chantier par l'eau de mer. Les dépenses se sont élevées à 1,065,000 francs, sur lesquels les maçonneries figurent pour la somme de 849,000 francs. Le projet avait été dressé par MM. Bellot et Alexandre, avec la collaboration de MM. Gérardin et Colmet-Daâge, ingénieurs ordinaires. Les portes métalliques sont l'œuvre de la Société Raynaud, Béchade, Gire et Cie; la machinerie hydraulique a été établie par la Compagnie de Fives-Lille.

Le *port de Rouen,* déjà transformé par la construction de nouveaux quais en vertu des lois des 14 décembre 1875 et du 8 août 1879, a été plus récemment encore l'objet de nombreuses améliorations par l'application de la loi du 11 mars 1885; on y a créé deux grands bassins, l'un pour les bois, l'autre pour les pétroles; on y a construit 400 mètres de nouveaux quais; on y a établi enfin une forme de radoub de 100 mètres de longueur. La Chambre de commerce a été autorisée à installer l'outillage du port : elle y a créé un slip en travers, du système Labat, pour la réparation des navires, une série de grues, les unes à bras, d'autres à vapeur, d'autres enfin mises en mouvement par des appareils hydrauliques, une machine à mâter, et enfin des hangars. Le port de Rouen présente aujourd'hui un tirant d'eau de 5 mètres, et en vive eau, il peut recevoir des bâtimets calant jusqu'à 6 m. 80. Son tonnage s'accroît chaque année; il a passé de 1,543,000 tonneaux en 1886 à 2,005,000 en 1888. Les travaux du port, commencés par MM. Chanson et Lavoinne, ingénieurs en chef, et Juncker, ingénieur ordinaire, sont actuellement poursuivis par M. Mengin, ingénieur en chef, avec le concours de M. l'ingénieur Cadart.

Le *port de Honfleur,* à l'embouchure de la Seine, serait envahi immédiatement par les vases, si l'on n'avait pris des mesures énergiques pour y maintenir la profondeur normale. On a, à cet effet, créé un bassin de retenue de 54 hectares, qui se remplit à mer haute, pendant la durée de l'étale, et qui se vide à mer basse en produisant dans le port des chasses de grande intensité. Le fond du bassin est établi à une cote inférieure au niveau des plus basses mers; on y conserve de cette manière une tranche d'eau qui prévient les émanations paludéennes. On dispose ainsi à Honfleur d'un volume de 330,000 mètres cubes d'eau dans les plus faibles vives eaux, de 700,000 dans les plus grandes, que l'on peut écouler rapidement de manière à produire le dévasement voulu. La digue d'enceinte a 12 mètres en couronne; elle s'élève à 9 mètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au-dessus du niveau des plus hautes mers. Elle est défendue du côté de la mer par une risberme en enrochements, que l'on a dû recharger à plusieurs reprises; à l'intérieur, elle est revêtue par un mur de 1 mètre d'épaisseur, incliné à 3 de base pour 2 de hauteur. L'écluse de chasse comprend 4 pertuis, de 5 mètres d'ouverture; les piles qui les séparent ont 2 mètres. Un pont sert à franchir l'ensemble des pertuis. La fondation de ces ouvrages a été faite à l'aide de l'air comprimé. Chaque pertuis se trouve fermé par deux vannes de garde de 2 m. 45 de largeur, qui empêchent le jeu intempestif des portes tournantes sous le choc des lames de large, et par une porte tournante, du type des anciennes portes de chasse de la Floride, au Havre; l'axe de rotation vertical divise le rectangle de la porte en deux moitiés légèrement inégales; et dans la plus grande moitié, on ménage une ventelle tournante à axe vertical très excentré, de telle sorte que la ventelle s'ouvre immédiatement sous l'action des pressions de l'eau, quand on déclenche l'arrêt qui la fixe. La porte tournante s'ouvre aussitôt et le courant se forme.

Le déversoir d'alimentation du réservoir comprend dix pertuis de 10 mètres d'ouverture chacun, fermés chacun par trois hausses mobiles du système Thénard, comme s'il s'agissait d'un barrage de navigation. Ces hausses peuvent s'effacer en tournant autour d'un axe horizontal, fixé sur le seuil du déversoir. Relevées, elles s'appuient contre une poutre du pont qui franchit l'ensemble de tous les pertuis successifs. Des chaînes, attachées aux hausses et passant sur des poulies de renvoi, permettent de relever les hausses et de les laisser retomber à volonté. Les mouvements s'opèrent à l'aide d'un système hydraulique placé sous la main d'un mécanicien, dont l'établissement occupe la pile centrale. Le pont qui franchit les pertuis porte une voie ferrée, sur laquelle circule une grue que l'on emploie pour démonter, réparer, remettre en place les hausses qui ont subi quelque avarie. La manœuvre de ce barrage comprend deux séries de mouvements : lorsque la retenue est vide, on abaisse graduellement les hausses, de manière qu'à marée haute elles forment à leur extrémité un déversoir où la tranche d'eau ait environ 0 m. 60 d'épaisseur; puis, quand la retenue est remplie, on relève les hausses en tirant sur les chaînes, de manière à fermer les pertuis et à maintenir le niveau de la retenue lorsque la mer commence à descendre. On peut noter qu'on a employé, pour le battage des pieux de fondation de ces ouvrages, la méthode qui consiste à préparer l'enfoncement du pieu dans les sables en y injectant, au moyen d'une lance, de l'eau sous pression à l'emplacement même où le pieu doit être battu.

La dépense de l'ensemble de tous ces travaux se décompose comme il suit :

Construction de la digue d'enceinte et fouille du bassin		3,048,133f 87
Écluse de chasse.	Fondations et maçonneries	870,482 14
	Portes et vannes, treuils de manœuvre	132,169 00
Déversoir d'alimentation		1,224,888 30
TOTAL		5,275,673 31

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'avant-projet est l'œuvre de M. Arnoux, ingénieur ordinaire; les projets ont été exécutés par MM. Édouard Leblanc, ingénieur en chef, Édouard Widmer, ingénieur ordinaire, avec le concours de M. Barret, ingénieur des docks de Marseille. L'écluse de chasse a été construite par M. Hersent, entrepreneur; la partie métallique du déversoir est l'œuvre de la Compagnie de Fives-Lille.

Le port de Honfleur présente encore des appareils intéressants, au moyen desquels on introduit dans les bassins à flot un certain volume d'eau de la retenue, pour relever le plus possible le niveau de l'eau, tout en évitant l'introduction à mer haute des eaux du flot, très chargées de matières solides. La communication entre le bassin de retenue et les bassins de navigation ne doit être établie que quatre à cinq fois par quinzaine, lorsque le niveau dans les bassins s'abaisse au-dessous du niveau de la retenue. On la réalise au moyen de siphons, dont les points hauts sont en général plus élevés que le niveau du bassin d'amont. Il s'agissait d'amorcer le siphon en temps utile. Pour y parvenir, on se sert d'un autre siphon de petit diamètre qu'il est aisé d'amorcer, soit en y faisant couler l'eau d'un réservoir, soit en y exerçant une succion à l'aide d'une pompe aspirante. Ce petit siphon est en communication avec le grand et joue à l'égard de celui-ci le rôle d'amorceur.

Les siphons, à Honfleur, sont au nombre de six; ils ont différents diamètres, suivant le volume qu'on veut leur faire débiter. L'amorçage au moyen des petits siphons suceurs demande dix à douze minutes. Le désamorçage s'obtient en ouvrant au large un robinet, qui rétablit la pression atmosphérique dans la partie où le débit du siphon suppose une dépression notable. Il est complet au bout de sept à huit minutes. Mais cette installation n'est plus employée aujourd'hui. Lorsque le bassin des chasses est entièrement plein, le niveau de la retenue est supérieur au point le plus haut de l'un des grands siphons, qui s'amorce de lui-même. Ce siphon en amorce un second, celui-ci un troisième et ainsi de suite, de sorte que cette batterie de siphons étagés réalise l'amorçage automatique, sans qu'il soit besoin de faire intervenir l'amorçage préalable d'un des siphons suceurs. Ceux-ci ne sont plus employés que pour mettre en communication la rivière Morell avec le bassin de retenue supposé vide, pour y exercer des chasses et enlever les envasements qui s'y produisent. Ils jouent, par rapport à la rivière Morell, le rôle d'appareils régulateurs. L'amorçage se fait en effet de lui-même, dès que le niveau de la rivière s'élève au-dessus de la selle du siphon, et le débit qui s'y établit aussitôt contribue à ramener le niveau normal de la rivière. Le désamorçage a lieu lorsque le niveau de l'eau s'est abaissé à quelques centimètres au-dessous du niveau de régime. Les siphons des bassins de Honfleur ont été projetés et exécutés par MM. Boreux, ingénieur en chef, et Picard, ingénieur ordinaire.

Nous trouvons au *port de Saint-Malo-Saint-Servan* un emploi ingénieux de l'eau sous pression pour manœuvrer les ponts roulants qui franchissent les écluses du bassin du port. Il y a deux écluses, et par conséquent deux ponts construits sur le même modèle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La passe à franchir a 18 mètres. Chacun des ponts a 38 m. 80 de longueur totale, partagée en 22 m. 80 de volée et en 16 mètres de culasse. La largeur de l'ouvrage est de 8 mètres; elle comprend une voie charretière et deux trottoirs de 1 mètre.

Les ponts sont en fer, à poutres pleines, affectant la forme parabolique pour la nervure supérieure, la forme rectiligne pour la nervure inférieure. Au lieu des types connus de ponts tournants ou de ponts-levis, on a adopté à Saint-Malo le système du pont roulant; c'est en effet par une translation que le pont dégage la passe et la rend libre pour les mouvements de la navigation. La manœuvre de ces ponts comprend quatre mouvements, obtenus tous quatre à l'aide des appareils hydrauliques; le premier mouvement soulève le pont en agissant par sous-pression sur le chevêtre; le second mouvement consiste à amener sous le pont soulevé les galets sur lesquels il doit rouler dans la translation qu'on va lui donner; le troisième mouvement, à laisser le pont s'abaisser sur les galets; le quatrième enfin fait rouler le pont en dehors du pertuis qu'il doit laisser libre. Des opérations inverses ramènent le pont dans sa position primitive. Cette machinerie a été établie par M. Barret, ingénieur des docks de Marseille, qui, pour économiser l'eau, a imaginé d'utiliser la descente du pont de manière à refouler une partie de l'eau motrice dans un récupérateur, qui restitue plus tard le travail emmagasiné. Le poids total du pont monte à 181,500 kilogrammes. L'eau employée pour effectuer les manœuvres a une pression de 60 atmosphères. Le projet de pont roulant est l'œuvre de MM. Mengin, ingénieur en chef, et Robert, ingénieur ordinaire. La construction a été faite par la Compagnie de Fives-Lille.

Le *port de Bordeaux*, dont le mouvement commercial augmente d'année en année, a été l'objet, dans ces dernières années, de travaux qui ont pour but de compléter les anciennes installations devenues insuffisantes. La loi qui autorise ces travaux est du 2 août 1887. Le tracé des nouveaux quais est établi de manière à régulariser la courbe formée par les bords de la Garonne, et à assurer l'écartement à peu près constant des deux rives; pour la construction de ces quais, on a adopté une méthode qui conserve autant que possible les enrochements des anciennes cales, et qui altère le moins possible l'équilibre de ces cales, au-dessus d'un fond peu résistant, composé d'une épaisse couche de vase, superposée à une couche de sable et de gravier. Le type choisi consiste à élever le quai sur des voûtes en décharge, au-dessous desquelles les enrochements viennent se profiler suivant leur talus naturel. Les piles des voûtes sont fondées sur la marne argileuse que l'on trouve au-dessous de la couche de sable et gravier. La portée est de 12 mètres, et les piles ont 4 mètres de largeur. Un type particulier est employé pour les cales inclinées qui interrompent les quais à certains emplacements; elles ont une pente de 0 m. 225, et des longueurs de 90 à 100 mètres. Le travail se fait dans des caissons, à l'aide de l'air comprimé. Il est encore en cours d'exécution, et tout ce qu'on peut en dire, c'est qu'il est conçu dans les conditions les plus satisfaisantes et les plus économiques. La Chambre de commerce de Bordeaux fournit les fonds pour ces travaux. Les projets ont été dressés et les travaux exécutés par M. Pasqueau, ingé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nieur en chef, et M. de Volontat, ingénieur ordinaire. L'entreprise est confiée à la maison Zschokke et Terrier.

Un album de tableaux graphiques donne sous une forme saisissante des renseignements statistiques sur le port de Bordeaux : il indique les tirants d'eau observés depuis 1855 dans les différentes passes de la Gironde, entre Bordeaux et l'embouchure, et permet d'apprécier les modifications survenues dans la navigabilité du port. Le tonnage de Bordeaux a triplé depuis 1855, et il reçoit un accroissement annuel de 140,000 tonneaux. Ces améliorations paraissent dues en grande partie aux travaux exécutés sur la Garonne maritime et la Gironde supérieure, en vertu de la loi du 3 août 1881. Les travaux, qui ne sont pas encore terminés, comprennent le rescindement de l'île Cazeaux, de l'île du Nord et de l'île Verte, et les dragages des barres des becs et du seuil de gravier compris entre Beychevelle et le port de Saint-Julien. Ces derniers dragages ont mis à découvert des bancs de roche tendre, qu'il faudra araser à la profondeur convenable, sur une largeur de 100 mètres environ. Les rescindements d'îles se font au moyen de l'excavateur Couvreux, travaillant à l'abri d'un batardeau, sans être gêné par le mouvement des marées. L'appareil approfondit la fouille jusqu'au niveau de l'étiage. Puis on y introduit les eaux, et le travail est achevé par des dragues jusqu'à la cote de 3 mètres au-dessous de l'étiage qu'on doit atteindre d'après le projet; ces dragues, au nombre de cinq, sont de deux systèmes différents : les dragues hollandaises, construites par la maison Figée, de Haârlem, sont des dragues à godets, qui versent le déblai dans un distributeur à ailette, où il est entraîné par un courant d'eau et refoulé à l'extérieur. La qualité argileuse des terres déblayées ne se prête pas aisément à ce passage à travers le distributeur. Les deux autres dragues sont des suceurs directs, qui aspirent le déblai et le refoulent jusqu'à 250 mètres de distance en moyenne; la succion opérée est rendue possible par l'emploi de roues piochantes, constituées par un arbre tournant muni de couperets qui attaquent le terrain à proximité de l'origine des tuyaux d'aspiration. Cet appareil, dû à M. Casse, d'Anvers, a été perfectionné par M. Vernandon, entrepreneur des travaux du rescindement de l'île Cazeaux. L'ensemble des travaux est l'œuvre de plusieurs ingénieurs : MM. Fargue, Pasqueau, ingénieurs en chef, Boutan, Perrin, Ribière et Crahay de Franchimont, ingénieurs ordinaires.

Le *port de Calais* est un de ceux qui se sont le plus transformés dans les quinze dernières années. En 1875, on ne trouvait en basse mer de vive eau qu'une profondeur presque nulle sur la barre, à l'entrée du port; différents hauts-fonds rendaient difficile la circulation des bateaux dans l'intérieur. Le bassin à flot n'était accessible que pendant l'étale de haute mer. Le port était fermé à la grande navigation; tout le mouvement était réduit à peu près au transport des voyageurs entre Calais et Douvres, qui pouvait être effectué chaque jour à heures fixes. Les lois des 14 décembre 1875 et 3 août 1881 ont transformé cet état de choses. Aujourd'hui le port est pourvu d'un chenal, qu'un bassin des chasses, de 90 hectares de superficie, entretient à une profondeur normale de 4 mètres. Le volume d'eau emmagasiné dans le bassin est de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1,600,000 mètres cubes; il s'écoule en trois quarts d'heure, une heure au plus par l'écluse de chasse, sous une chute qui varie de 6 mètres à 4 m. 25. L'avant-port, de 6 hectares, a une profondeur de 3 m. 50 au-dessous des plus basses mers, sauf le long d'un quai, où la profondeur a été portée à 7 mètres; c'est le quai destiné aux grands steamers des lignes transatlantiques étrangères, qui peuvent relâcher à Calais sans entrer dans le bassin à flot.

Le bassin à flot occupe une surface de 12 hectares. Deux écluses à sas, l'une de 21 mètres, l'autre de 14, y donnent entrée. On les ouvre toutes deux pendant la durée de l'étale; le bassin à flot est alors réuni à l'avant-port. Une forme de radoub peut recevoir des navires de 150 mètres de long et munis de roues latérales, comme les bateaux qui font le service entre Douvres et Calais. La forme se vide en moins de trois heures. La batellerie des canaux du Nord a un bassin spécial rattaché au port : il occupe une surface de 4 hectares, en communication avec le canal de Calais, dont une branche va se rendre, par les fossés de la citadelle, dans le port d'échouage. Pour maintenir à niveau sensiblement constant le plan d'eau du canal de Calais, on a jeté directement dans l'avant-port les dérivations du canal de Pierrettes et du canal de Marck, qui recueillent les eaux des terrains bas traversés par ce canal.

L'exécution des travaux a présenté certaines difficultés. Notamment en 1882, une forte marée d'équinoxe rompit sur 100 mètres environ de longueur la digue du large, qui servait de batardeau pour la construction de l'écluse de chasse. On refit la digue, en lui laissant ses dimensions générales, mais en modifiant le profil, de manière à rejeter vers la mer les eaux qui seraient projetées sur elle par la violence des vagues. Le haut de la digue présente à cet effet un talus incliné qui est couronné à la partie supérieure par une banquette gazonnée de 1 m. 50 de hauteur. On a aussi défendu le pied de la digue par une risberme maçonnée, de 10 mètres de largeur, pour éviter les affouillements.

Les quais du port ont un parement presque vertical, interrompu de distance en distance par des chambres destinées à loger les tambours des bateaux à vapeur; des appontements métalliques à trois étages doivent servir à l'embarquement et au débarquement des voyageurs; des grues servent au mouvement des marchandises. Les fondations des quais de l'avant-port ont été faites sur puits maçonnés, qu'on laisse s'enfoncer dans le sable fluide jusqu'à la profondeur de 5 mètres au-dessous du fond de la fouille. Ces puits avaient une forme extérieure prismatique à base carrée, de 4 m. 50 de côté, avec 5 mètres de hauteur. Le vide de l'intérieur présentait un diamètre variable, décroissant de bas en haut. L'enfoncement du puits s'opérait en délayant le sable, à l'endroit du fonçage, à l'aide d'un courant d'eau énergique. Une fois le puits parvenu à sa position, on coulait à l'intérieur une maçonnerie de béton de ciment. Le reste de la construction s'effectuait en maçonnerie de blocailles avec mortier de ciment. C'est sur cette fondation de puits, réalisant pour ainsi dire des pieux maçonnés, qu'on élevait les assises du mur.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les quais du bassin à flot sont fondés sur une couche de béton coulée entre deux piles de palplanches.

Les portes de l'écluse de 21 mètres ont 12 m. 25 de largeur par vantail et 9 m. 80 de hauteur totale. Elles sont appareillées par entretoises horizontales en tôle, au nombre de 8, traversées par quatre montants verticaux, et assemblées au poteau tourillon et au poteau busqué. La porte est montée en porte-à-faux; elle pivote sur la crapaudine en bas, retenue par le collier à la partie supérieure. Quatre ponts tournants établissent les communications de la ville au-dessus des écluses. Ce sont des ponts à tabliers métalliques, d'une seule volée, que l'on peut faire tourner autour d'un pivot fixe, placé sur l'un des bajoyers de l'écluse. Toutes les manœuvres se font à l'aide d'appareils hydrauliques. L'outillage des quais, y compris les voies ferrées, présente l'emploi des derniers perfectionnements de la machinerie moderne.

Les projets ont été dressés par MM. Stoecklin, Plock et Guillain, ingénieurs en chef, et Vétillart, ingénieur ordinaire. Les travaux ont été exécutés sous la direction de MM. Stoecklin, Plocq, Guillain, Vétillart, ingénieurs en chef, et de MM. Vétillart et Charguéraud, ingénieurs ordinaires. La machinerie des écluses, les appontements métalliques de l'avant-port, ont été faits par la Compagnie de Fives-Lille, qui a exécuté aussi les dragages du chenal, et a construit les machines d'épuisement de la forme de radoub. Les portes des écluses du bassin à flot ont été faites par la Société des anciens établissements Cail; les ponts tournants par la Société des ponts et travaux en fer (Joret), et les ponts du bassin de la batellerie, par MM. de Schryver et C^ie^.

Le *port de Boulogne,* en 1878, n'était pas accessible à marée basse; une barre de 1 mètre au moins au-dessus du zéro des cartes coupait le chenal au delà des jetées. Dans la morte eau, les navires calant moins de 5 mètres pouvaient seuls y pénétrer. Un bassin à flot de 6 hect. 87 présentait un mouillage convenable, mais les difficultés de l'accès du port ne permettaient pas à la navigation d'en tirer parti. Dans ces conditions, on songea à créer à Boulogne un port en eau profonde. Le programme des travaux à exécuter fut défini par la loi du 17 juin 1878 : il s'agissait de former, en avant du port actuel, une rade quadrangulaire de 300 hectares de superficie, avec deux passes à la profondeur de 8 mètres en basse mer, et une traverse d'accostage pour les steamers calant 5 mètres, qui font le service entre la France et l'Angleterre. La rade devait être protégée et limitée par trois digues : une digue du large, mesurant 1,100 mètres, une digue du Sud-Ouest, de 1,650 mètres, une digue du Nord-Est, de 1,440 mètres.

De 1879 à 1889, on a construit la digue Sud-Ouest et la branche Sud de la digue du large. La coupe de la digue comprend un massif en moellons du poids moyen de 100 kilogrammes, s'élevant jusqu'au-dessus du niveau du zéro des cartes hydrographiques. Les talus de ce massif sont revêtus à l'intérieur, sur une épaisseur de 2 m. 50, d'enrochements de première catégorie, pesant chacun environ 500 kilogrammes; à l'extérieur, d'enrochements de deuxième catégorie pesant en moyenne 6,000 kilo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grammes, sur une épaisseur totale de 3 mètres; par-dessus, on a déposé des blocs artificiels pesant 32 tonnes; sur ce massif s'élève la muraille en maçonnerie qui forme la partie apparente de la jetée; elle repose sur une base de 9 mètres de largeur et de 2 mètres d'épaisseur; l'épaisseur à la base de la muraille est de 7 m. 66; elle est réduite à 6 mètres au sommet; sa hauteur au-dessus de la fondation est de 6 m. 90. Elle domine de 2 mètres le niveau des hautes mers de vive eau. Un parapet en maçonnerie de 1 m. 40 de hauteur règne du côté du large. Le travail a consisté à immerger les moellons, les enrochements, puis les blocs au moyen de chalands, et à préserver le noyau contre l'action des lames, pendant la mauvaise saison, quand les travaux devaient être interrompus, au moyen de blocs maçonnés qui chargeaient la masse et consolidaient la plate-forme. Les dépenses faites de 1879 à 1889 pour la partie déjà exécutée de la construction s'élèvent en nombre rond à 14,500,000 francs. On a dépensé, en outre, 1,850,000 francs pour une partie de la traverse d'accostage, et 2 millions environ pour le dragage de la passe d'entrée et de l'intérieur du port.

Bien que le programme de 1878 n'ait pas été entièrement exécuté, on a déjà réalisé plusieurs améliorations du port de Boulogne. L'entrée du port est abritée maintenant contre les vents de tempête, qui soufflent du Sud-Ouest; le régime des courants a été modifié, et le courant de flot, qui gênait l'entrée du port, est reporté en dehors des digues; la protection de l'entrée du port a permis d'approfondir la passe et de maintenir dans le port un tirant suffisant pour que l'on ait pu organiser un service régulier, à heures fixes, entre Boulogne et Folkestone. La digue actuelle forme, en outre, une petite rade de 50 hectares, abritée contre les vents du Sud-Ouest et de l'Ouest, et où les dragages peuvent maintenir partout une profondeur de 6 à 7 mètres. Les améliorations réalisées ont permis d'ajourner le reste du programme de 1878. On s'occupe aujourd'hui des améliorations intérieures du port et de la construction des nouveaux quais. Les projets, dressés primitivement par M. Stoecklin, ingénieur en chef, ont été exécutés successivement par MM. Plocq, Guillain, Vétillart, ingénieurs en chef, avec le concours de MM. Barreau et Monmerqué, ingénieurs ordinaires.

L'exposition du *port de Saint-Nazaire* comprenait les trois formes de radoub du bassin de Penhouët. L'une, la plus petite, est destinée aux navires courants de la marine marchande; elle a 120 mètres de long sur 13 mètres de large; la seconde, destinée aux cuirassés de la marine militaire, a 140 mètres sur 25; mais une décision ministérielle récente ordonne de porter sa longueur à 185 mètres, pour qu'elle puisse recevoir les plus grands paquebots que l'on construit actuellement. La troisième forme, la plus longue des trois en ce moment, a 164 mètres sur 18. En coupe, on a donné à ces diverses formes des profils qui serrent de près, autant que possible, le maître-couple des navires qu'elles sont appelées à recevoir; on évite ainsi les gradins qu'il faut multiplier dans une forme destinée à recevoir des bâtiments de tous les calibres. La fermeture des formes est obtenue à l'aide de bateaux-portes. Des escaliers établis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sent la communication entre les divers étages de la forme; des glissières servent au passage des matériaux. La forme n° 2 peut être partagée en deux, au moyen d'un bateau-porte intermédiaire, et chaque section peut être épuisée ou remplie indépendamment de la section voisine, ce qui permet de réduire le travail d'épuisement, pour les petits bâtiments, au strict minimum; une machine à vapeur commune met en mouvement les pompes d'épuisement des formes; les pompes sont du type centrifuge; elles ont été construites par la maison Neut et Dumont. Elles comprennent deux appareils principaux disposés symétriquement, et pouvant agir ensemble ou séparément, et un appareil secondaire pour opérer les petits épuisements en service. Les vannes de remplissage des formes sont placées sur chaque bateau-porte. Une disposition ingénieuse appliquée aux bateaux-portes permet de transporter l'eau de lestage de la partie la plus basse à la plus haute; on obtient ensuite le levage du bateau par une simple ouverture de robinets. La dépense de construction des trois formes s'est élevée à 2,938,300 fr. 48; celle des bateaux-portes à 605,844 fr. 92; ils ont été construits par l'usine du Creusot. Les projets ont été dressés, puis exécutés par MM. de Carcaradec, puis de Kerviler, ingénieurs en chef, avec la collaboration de MM. de Kerviler et Préverez, ingénieurs ordinaires.

Le *canal maritime de la Basse-Loire,* qui est destiné à faciliter l'accès du port de Nantes aux navires qui calent 5 m. 50, présente un certain nombre d'ouvrages d'art intéressants, savoir : les écluses qui terminent le canal en amont et en aval, un barrage éclusé, et le groupe des ouvrages *des Champs-Neufs,* comprenant une écluse de communication avec la Loire; un barrage pour écouler en Loire à mer basse les eaux de divers cours d'eau qui déversent dans le canal maritime; un siphon pour assurer l'irrigation, à l'époque des hautes mers, des prairies riveraines de la Loire, qui étaient naturellement submergées avant les travaux; enfin une passerelle de halage qui franchit le canal d'amenée du barrage. Les écluses ont été fondées à l'aide de caissons à l'air comprimé; elles se composent de deux têtes de 18 mètres d'ouverture, munies de portes d'èbe et de portes de flot, et d'un sas de 100 mètres de longueur sur 40 mètres de large. Chaque tête a été fondée au moyen d'un caisson unique. Le travail a été fait par M. A. Couvreux : les caissons ont été construits par les Ateliers et Chantiers de la Loire, à Nantes, le fonçage des caissons a été exécuté par M. Hersent. Les ouvrages des Champs-Neufs comprennent, comme on l'a vu, un barrage qui est formé de 7 pertuis de 3 m. 75 d'ouverture, fermés par des vannes que l'on manœuvre à l'aide d'un système hydraulique. Les 7 vannes se soulèvent simultanément. Une machine à vapeur de 12 chevaux fait fonctionner les pompes qui refoulent l'eau dans l'accumulateur du système hydraulique. Les auteurs de ces travaux sont MM. Bourdelles, Joly, Lefort, ingénieurs en chef; Joly, Rigaux et Charron, ingénieurs ordinaires. La machinerie a été projetée par M. Barret, des docks de Marseille, et exécutée par la Société des ateliers et chantiers de la Loire. Sur 22 millions que coûtera le canal, 13 sont déjà dépensés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La *digue de l'Aiguillon* a pour objet de mettre à l'abri des hautes mers une surface de 17,000 hectares de terrains bas, dont le niveau se trouve à 2 mètres environ au-dessous du niveau des plus grandes marées. Elle a une longueur d'environ 5 kilomètres. En coupe, elle présente un talus maçonné, profilé en ligne droite, et se retournant verticalement à la partie supérieure, pour englober la crête de l'ancienne dune; le bourrelet formé par la maçonnerie sert de parapet latéral à un remblai, sur lequel on a établi la route qui suit la digue et une voie ferrée de 1 mètre de largeur. La digue est renforcée à son extrémité Est par un éperon insubmersible, l'*Éperon des Sablons*. Un épi incliné vient en outre prolonger la jetée dans la direction de sa face ouest, et va rejoindre l'estran. Il est formé d'un perré maçonné, recouvrant un noyau de moellons bruts. La dépense de cet ouvrage s'est élevée à 1,395,507 fr. 50. Les projets et les travaux ont été dressés et dirigés par MM. Guyot, Proszynski et Lasne, ingénieurs en chef, et par MM. Dingler, Ribière, Bergès et Dou, ingénieurs ordinaires.

La *vanne tournante du chenal de la Perrotine,* sur la côte Est de l'île d'Oleron, est destinée à fermer et à ouvrir un pertuis de chasse de 6 mètres de largeur. Elle est construite sur le modèle des vannes de chasse du port de Dunkerque. L'ouvage est en acier, à l'exception des rivets, du garde-corps et des scellements qui sont en fer. Elle a la forme d'un rectangle de 6 mètres de large et 6 m. 80 de haut, mobile autour d'un axe vertical qui partage en deux parties légèrement inégales le petit côté. L'ossature est formée de deux entretoises, une en haut, l'autre en bas, et de trois poteaux verticaux, deux latéraux, qui viennent battre sur les arrêts de la porte quand elle se ferme, et un poteau central, qui joue le rôle de poteau tourillon. La porte a des ventelles que l'on peut manœuvrer en se plaçant sur la traverse haute. La porte est maintenue fermée à l'aide de poteaux-valets, également en acier, que l'on manœuvre au moyen de cabestans. La limite admise dans ces ouvrages pour la tension de l'acier est de 9 kilogrammes par millimètre carré. La porte a été construite par le Creusot; la dépense n'a pas atteint 25,000 francs. Le projet avait été dressé par MM. de Beaucé, ingénieur en chef, et Drouet, ingénieur ordinaire. L'exécution des travaux a été dirigée par MM. de Beaucé et Potel, ingénieurs en chef, avec le concours de M. Drouet.

Le *nouveau bassin à flot du port de commerce de Rochefort,* commencé en 1882, est encore en construction aujourd'hui. Il présentera une surface d'eau de 6 hect. 1/2, avec un développement de 1,000 mètres de quais verticaux, sans compter les talus perrayés qui terminent le bassin du côté du Nord-Est, en attendant qu'on le prolonge plus loin dans l'intérieur des terres. Des voies ferrées à traction de chevaux réunissent les quais au réseau des chemins de fer de l'État. L'écluse qui réunit le bassin à la Charente a une longueur de 163 m. 20 sur 18 mètres de large. Elle est munie de deux paires de portes d'èbe et de deux paires de portes de flot, pour maintenir l'indépendance entre les niveaux des plans d'eau de la Charente et du bassin. Une cinquième paire de portes, vers le milieu de l'écluse, permet d'écluser les bateaux de petites

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dimensions, sans remplir la totalité du sas. Le tirant d'eau offert aux navires est au moins égal à 7 m. 13.

La construction des murs de quai, dans un terrain extrêmement vaseux, a exigé l'emploi de puits coulés par havage, suivant la méthode créée dans ces dernières années à Saint-Nazaire et appliquée à Bordeaux; ces puits, maçonnés et remplis, servent de piles à des voûtes en plein cintre de 9 m. 20 de portée; les piles ont elles-mêmes 5 à 6 mètres de largeur parallèlement au quai, et 8 mètres de longueur dans le sens perpendiculaire. L'enfoncement des puits ne s'est pas opéré toujours sans difficulté; il a fallu recourir parfois à des artifices particuliers; l'emploi des pulsomètres a permis d'évacuer les eaux de filtration et les vases qui se faisaient jour à l'intérieur des puits. L'écluse est fondée de même sur quatre rangées de puits parallèles. Le radier a une épaisseur de 4 à 5 mètres. Le procédé de havage a été appliqué, en somme, à 158 puits, dont 108 ont pu être terminés à l'air libre et 50 ont exigé l'emploi de l'air comprimé; parmi ceux-ci, on doit signaler ceux du quai du Sud-Est, qu'il a fallu descendre au-dessous de la nappe d'eau que l'on rencontre dans le sous-sol à la cote 19 mètres au-dessous du zéro, les fondations devant atteindre une cote plus basse de 4 mètres. La construction de ces puits a duré trois années.

Comme ouvrages métalliques, le nouveau bassin de Rochefort présente un pont tournant en tôle d'acier doux de 42 mètres de longueur, à une seule volée, et les portes de l'écluse, qui sont en fer et acier; le vantail comprend huit entretoises, soutenues par cinq montants verticaux y compris le poteau tourillon et le poteau busqué. Les ventelles sont placées en haut des portes, pour n'admettre dans le bassin que les couches supérieures de l'eau de la Charente, qui sont moins chargées de matières en suspension. L'avant-projet et le projet définitif des terrassements et maçonneries du bassin ont été dressés par M. Polony, ingénieur ordinaire, sous la direction de M. de Beaucé, ingénieur en chef; le projet et les travaux de l'écluse et du pont tournant ont été faits sous la direction de MM. de Beaucé et Potel, ingénieurs en chef, et de M. Grahay de Franchimont, ingénieur ordinaire.

Le *nouveau port de la Rochelle,* établi à la Pallice, en face de la pointe de Sablonceaux (île de Ré), a été commencé en 1881, d'après les études hydrographiques de M. Bouquet de la Grye, pour doter la ville de la Rochelle d'un bassin où les plus grands bâtiments puissent entrer. La mer, en avant du port, présente une bonne rade, abritée par l'île de Ré, et la déclivité du fond de la mer permet de trouver, à peu de distance du rivage, les fonds de 5 mètres qu'exige aujourd'hui la grande navigation. L'établissement de la Pallice comprend un avant-port, situé entre deux jetées, un bassin à flot, où l'on peut pénétrer par une écluse à sas déjà construite; une seconde écluse, amorcée, est réservée pour l'avenir. L'avant-port a 12 hect. 50; la passe qui y donne accès a 90 mètres de largeur. La jetée du Sud qui isole l'avant-port est discontinue sur une longueur de 200 mètres à partir de son enracinement dans le rivage. Cette partie et une certaine longueur de la partie pleine qui y fait suite ont été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

construites à l'air libre. Le reste de la jetée a été fondé à l'air comprimé. De même pour la jetée Nord, qui a 433 mètres de longueur totale, et qui s'avance seulement jusqu'aux fonds de 2 m. 50, une longueur de 325 mètres a été fondée à l'air libre sur l'estran; le reste, sur 108 mètres, a été fondé avec l'aide de l'air comprimé. Une digue de défense de 280 mètres s'étend devant la côte au nord des digues.

Le bassin à flot a une superficie en eau de 11 hectares et demi, et un périmètre de 1,800 mètres, dont 1,600 environ de quais utilisables. L'écluse a 235 mètres de longueur sur 22 mètres de largeur. Ses portes, qui seront en fer, sont encore en construction. Il y en a trois paires, une porte de flot et deux portes d'èbe.

Le montant total de l'estimation prévue pour l'ensemble de la création du port de la Pallice ressort à 21 millions de francs; sur cette somme, 15 millions étaient dépensés au 31 décembre 1888.

Ce qui caractérise particulièrement les travaux de ce port, c'est l'emploi de l'air comprimé pour la fondation des jetées à la mer. Jusqu'ici, on n'avait guère employé les procédés pneumatiques que pour les travaux des rivières, ou pour les fondations d'ouvrages qui devaient être exécutées à travers une nappe liquide. Tout au plus les avait-on adoptés dans les travaux maritimes pour la construction de murs de quai, ou parfois de piles de pont jeté sur un bras de mer bien abrité contre les lames. Pour les jetées qui s'avancent au loin en mer, on a recours de préférence aux blocs artificiels, qu'on laisse couler dans la profondeur d'eau où la jetée doit être construite. MM. Zschokke et Terrier, entrepreneurs des jetées du port de la Pallice, proposèrent d'employer des caissons mobiles formant de vastes cloches à plongeur, qu'on pouvait à volonté faire flotter à la surface de l'eau ou échouer sur le fond, et qui permettaient de construire les blocs sur place, sans laisser entre eux les parois métalliques des caissons, comme cela arrive quand on doit abandonner le caisson une fois les travaux terminés. Les caissons de MM. Zschokke et Terrier, au nombre de deux, avaient 22 mètres de long, 10 mètres de large, et offraient une chambre de travail de 1 m. 80 de hauteur, surmontée d'une autre chambre de même surface horizontale, mais de 2 mètres de hauteur, étanche, constituant une chambre d'équilibre. Les manœuvres de ces caissons consistaient à les faire descendre à la place où la construction devait être effectuée, à chasser l'eau de la cloche à l'aide de l'air comprimé, à déblayer le fond mis à sec jusqu'au terrain solide, à exécuter enfin les premières assises de maçonnerie à l'intérieur de la cloche. Le caisson était ensuite soulevé par la mer elle-même, qui aidait à son déplacement et à son transport pour la construction du bloc suivant; ces déplacements se faisaient toujours en vive eau, pour que le soulèvement du caisson le dégageât des maçonneries déjà faites au dedans. La série des blocs ainsi exécutés forme des massifs discontinus, de 20 mètres de long, séparés par des intervalles libres de 2 mètres. Il a fallu remplir ces intervalles pour former une jetée étanche, qui, avec le batardeau établi du côté du large, pouvait permettre de travailler à l'approfondissement de l'avant-port. Le travail de remplissage a été opéré de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même à l'aide de l'air comprimé, en établissant une sorte de caisson mixte, formé de panneaux métalliques complétant les parois fournies par la maçonnerie déjà faite; on les dégageait à la fin de l'opération. Sur la fondation continue établie ainsi à la base de la jetée, on a ensuite élevé le mur proprement dit de l'ouvrage, à l'air libre, en profitant des basses mers. Le prix de revient de la fondation des jetées ressort à 2,520 francs par mètre courant pour la jetée Nord, à 3,466 pour la jetée Sud, et en moyenne à 3,225 francs.

Les projets et les premiers travaux du port de la Pallice sont l'œuvre de M. Thurninger, ingénieur ordinaire, placé sous les ordres de M. de Beaucé, ingénieur en chef; le travail a été continué à partir de 1885 par M. Coustolle, ingénieur ordinaire, sous les ordres de M. Potel, ingénieur en chef. Nous avons signalé la part importante prise par MM. Zschokke et Terrier comme entrepreneurs dans la fondation de jetées du large. Nous mentionnerons aussi MM. Daydé et Pillé comme les entrepreneurs qui ont fourni les portes métalliques de l'écluse à l'entrée du bassin à flot.

Phares et balises. — La construction d'un certain nombre de phares, l'élévation de quelques autres, ont complété le balisage des côtes de France, et constituent la plus grande partie de l'exposition du Service spécial des phares et balises; ce Service exposait aussi quelques perfectionnements apportés aux appareils, ainsi qu'aux modes d'éclairage et à la production des signaux acoustiques.

Le *phare de la Vieille,* dans le département du Finistère, complète le balisage du Raz de Sein, compris entre le bec du Raz et l'île de Sein, sur la côte ouest de la Bretagne. Ses travaux ont été entrepris en 1882. Le feu a été allumé le 15 septembre 1887. Le phare est construit sur une petit île rocheuse. Il a la forme d'une tour quadrangulaire, avec un demi-cylindre accolé à la face Nord pour contenir l'escalier. Le plan focal est à 33 m. 25 au-dessus des hautes mers, et à 22 m. 05 au-dessus du sommet du rocher. Deux secteurs rouges, un secteur vert et un secteur obscur couvrent les dangers voisins, savoir : l'île de Sein, le plateau du Tévennec et le bec du Raz. Le prix de revient du mètre cube de maçonnerie s'élève à 612 francs. Les études ont été faites et les travaux exécutés sous la direction de MM. Fenoux et Considère, ingénieurs en chef, par M. de Miniac, ingénieur ordinaire.

Le *phare des Grands-Cardinaux,* dans le département du Morbihan, est destiné à signaler l'extrémité Sud-Est des dangers qui s'étendent de la presqu'île de Quiberon à l'archipel des Grands-Cardinaux en passant par les îles de Houat et d'Hœdic. Il est construit en maçonnerie sur une roche qui émerge à peine de l'eau; le bâtiment comprend à la base un magasin pour les huiles, et quatre étages pour le logement de deux gardiens; le feu est établi à 27 mètres au-dessus du niveau des plus hautes mers. L'éloignement de ce phare du port de Palais (Belle-Île) a commandé le mode de construction : la maçonnerie a été faite presque exclusivement en moellons ordinaires avec mortier de ciment de Portland, à l'exclusion de la pierre de taille, sauf à titre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout à fait exceptionnel. La construction effective a commencé en 1878. Auparavant on avait construit en une campagne les six premiers mètres de la tour maçonnée, en procédant comme pour la construction d'une tour-balise. A l'intérieur de cette tour, qui lui donnait une protection bien suffisante contre le choc des vagues, on éleva un échafaudage en charpente, qui montait au-dessus du sommet prévu du phare, et qui a pu être conservé jusqu'au bout de la construction, en servant de grue et d'ascenseur pour le déchargement des gabares et l'élévation des matériaux. Grâce à ces installations, dix-huit ouvriers en moyenne ont pu séjourner d'une manière continue dans la tour en construction, et travailler aux maçonneries, quel que fût l'état de la mer. Pour débarquer ou embarquer les hommes, on les munissait de ceinture de sauvetage, et on les transbordait comme les matériaux eux-mêmes. La construction a été terminée en 1879. La dépense s'est élevée à 147,798 francs. Les travaux ont été exécutés sous la direction de M. Danse de Froissy, ingénieur en chef, par M. Bourdelles, ingénieur ordinaire, avec le concours de M. Gouëzel, conducteur.

Le *phare du Grand-Charpentier* est situé en mer, à 12 kilomètres de Saint-Nazaire, à l'embouchure de la Loire. Le rocher du Grand-Charpentier ne découvre qu'à basse mer. La tour a 24 m. 55 de hauteur; elle est pleine sur les six premiers mètres, sauf une cave-citerne ménagée dans le massif; le profil de la tour est identique à celui qu'on voit sur tout le littoral, au phare des Barges d'Olonne, au feu du haut-Banc du Nord à la pointe de l'île de Ré, etc. On créa à proximité du phare une jetée pour le débarquement des matériaux, qui étaient apportés sur des allèges partant du port de Saint-Nazaire. Une voie Decauville permettait ensuite d'amener les matériaux à pied d'œuvre. Les travaux commencèrent en 1884. Le feu a été allumé le 16 janvier 1888. L'appareil est un appareil dioptrique du troisième ordre; il émet, de 5 en 5 secondes, des éclats précédés et suivis d'éclipses. Le feu paraît rouge du côté de terre, blanc du côté du mouillage des Charpentiers, dans un angle de 70 degrés, vert du côté de l'écueil de la Lambarde, signalé de jour par deux bouées, et blanc du côté du chenal Nord de l'entrée de la Loire, dans un angle de 62 degrés. La dépense s'est élevée à 301,782 fr. 82, appareils d'éclairage non compris. Les travaux ont été faits en régie, sauf la fourniture et la préparation des matériaux : l'exécution a été dirigée par MM. de Kerviler, ingénieur en chef, et Préverez, ingénieur ordinaire.

Le *phare de Port-Vendres* est établi sur le musoir du môle qui abrite le port contre les lames venant du large. Il est métallique. La construction d'une tour pleine en maçonnerie ne paraissait pas possible sur une fondation sujette à des tassements, comme l'est un môle formé de gros blocs, et exposée d'ailleurs à toute la violence des vagues. Le type adopté à Port-Vendres ne rentre pas dans les types connus de phares métalliques; au lieu de constituer l'ossature de montants pleins inclinés, entretoisés par des tirants qui perdent bien vite leur tension, et ne jouent plus alors aucun rôle pour équilibrer les forces auxquelles l'ouvrage est exposé, on a élevé la chambre du gardien et la lanterne sur six colonnes métalliques creuses, laminées et soudées à chaud

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur mandrin; chacune a la rigidité suffisante pour résister convenablement à l'assaut des vagues, sans avoir rien à emprunter aux colonnes voisines. Ces six colonnes, engagées à la base dans le massif du môle, sont réunies simplement à la partie supérieure par les parois métalliques de la chambre du gardien et de l'appareil d'éclairage. Le côté de l'hexagone dessiné par ces six colonnes est de 2 m. 20; la hauteur de chaque colonne est de 14 m. 50, partagée en trois tronçons égaux assemblés bout à bout. Au centre, un escalier en hélice fait communiquer la base du phare avec les chambres supérieures. Des cloisons partagent la chambre du gardien en deux parties distinctes, l'une réservée à son usage personnel, l'autre destinée à servir de magasin pour les huiles. Les tempêtes de 1887-1888 ont causé quelques graves avaries au môle; les lames ont parfois déferlé par-dessus la lanterne et produit quelques accidents sans gravité, sans compromettre jamais ni la stabilité de la construction ni la sécurité du service. Ce phare a été construit, sous la direction de M. l'inspecteur général Leferme, par MM. Bourdelles et Parlier, ingénieurs en chef, et Cutznach, faisant fonctions d'ingénieur ordinaire. La superstructure métallique est l'œuvre de la maison Barbier et C^ie^.

Le *phare du Planier,* établi sur un massif de roches sous-marines, à 8 milles au Sud-Ouest de Marseille, construit en 1829, avait son foyer à 40 mètres au-dessus des plus basses mers; sa portée était d'environ 28 kilomètres; il présentait des éclipses de 30 en 30 secondes. Ce phare a été remplacé par le nouveau phare du Planier, qui est un feu scintillant, faisant succéder un éclat rouge à trois éclats blancs, et dont la portée est de 42 kilomètres. Il fallait pour atteindre ce but élever la tour de 40 mètres à 63 m. 469, ce qui ne put se faire qu'en en construisant une nouvelle, et remplacer l'éclairage à l'huile par l'éclairage électrique. Les appareils pour la production de l'électricité sont en double; ils occupent un bâtiment spécial; ils sont mis en mouvement par une double machine à vapeur, avec transmission possible de chaque machine à vapeur à chaque machine magnéto-électrique. On peut aussi coupler les deux machines, et obtenir alors un pouvoir éclairant plus considérable. La lumière normale est évaluée à 400 becs carcel et peut être portée à 800 becs. A la limite de la portée géographique, le feu est visible pendant au moins les 11/12 de l'année. La portée lumineuse des éclats dépasse 88 kilomètres. Le projet, dont la dépense a monté à 474,776 fr. 22, a été dressé par MM. Bernard, ingénieur en chef, et André, ingénieur ordinaire, sur les indications de M. Léonce Reynaud, directeur des phares; les travaux ont été exécutés de juillet 1877 à novembre 1881, par MM. Bernard et André, et M. Sébillotte, faisant fonctions d'ingénieur.

Les *fanaux d'Isigny,* dans le département du Calvados, ont été établis en 1852 pour éclairer le chenal de la Vire, qui constitue l'entrée du port; ce sont deux feux à prendre l'un par l'autre quand on doit entrer dans le chenal. Le feu amont est constitué actuellement par un mât en tôle, haut de 22 mètres, de 0 m. 60 de diamètre à la base, de 0 m. 42 au sommet. Il est surmonté d'une flèche de 2 m. 70. Des hau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bans donnent au sommet des appuis latéraux. La hauteur du feu est de 17 m. 50 au-dessus du sol, et de 27 m. 09 au-dessus du niveau des basses mers. M. Bunau-Varilla, ingénieur ordinaire de l'arrondissement de Bayeux, a imaginé un système ingénieux pour caler automatiquement la lanterne quand elle parvient au haut du mât. L'appareil se compose d'une partie fixée au plancher de la hune supérieure, et qui comprend un double angle formé de deux tiges solidaires, mobiles à la fois, et d'une partie fixée à la lanterne; elle comprend un châssis boulonné au fond de la lanterne, et quatre bras de levier mobiles, munis de contrepoids. Quand le gardien élève la lanterne au sommet du mât, elle soulève le système fixé au plancher de la hune, traverse la hune, et retombe sur les barres, où son châssis inférieur est retenu par des talons coupés à angle droit. Pour descendre la lanterne, le gardien commence par la faire monter jusqu'à ce que ses leviers rencontrent les talons des tiges fixées au plancher de la hune; les contrepoids agissent pour maintenir les leviers en dedans des tiges, et la descente s'opère sans obstacle. Le résultat obtenu a été très satisfaisant : il évite au gardien l'obligation de monter lui-même au sommet du mât.

On a essayé pour la construction de la tour-balise du Soulard, aux abords de la rade de Lorient, un nouveau mode de construction de *tour en béton,* qui a donné les meilleurs résultats, et qui a été appliqué sur beaucoup d'autres points du littoral du Finistère et du Morbihan. Le procédé consiste à couler le béton dans un moule formé sur place et disposé de telle sorte, qu'il puisse résister à l'action des lames, tout en étant facile à monter et à démonter. Ce moule est obtenu en faisant reposer les couchis sur la maçonnerie déjà faite et sur un gabarit installé au centre de l'ouvrage, à l'aide d'un mât qui occupe l'axe de la tourelle. L'ensemble des couchis est serré avec des chaînes contre la maçonnerie et le gabarit; puis on bouche les joints avec des feuilles en tôle galvanisée que l'on place à l'intérieur des couchis. On coule ensuite le béton dans le moule devenu étanche : la prise a lieu pendant la journée. On enlève alors les couchis et le gabarit, et on reconstitue le moule pour la coulée suivante, en modifiant le gabarit, ou en prenant un autre, suivant les cas. Ce procédé de moulage sur place est très rapide, peu dispendieux, et n'exige guère que le concours de marins comme ouvriers; il permet d'utiliser des marées qui seraient perdues pour la pose des pierres de taille, et par suite représente une grande économie de temps. Le prix du mètre cube de béton en place ressort, dans le département du Morbihan, à 77 francs environ. Les travaux ont été projetés et exécutés sous la direction de M. Danse de Froissy, ingénieur en chef, par M. Bourdelles, ingénieur ordinaire.

Les appareils d'éclairage ont reçu aussi divers perfectionnements.

Au premier rang nous devons ranger *l'appareil de 2 m. 66 de diamètre intérieur,* que l'on appelle *hyperradiant,* et dont le modèle exposé était destiné au phare du cap d'Antifer. Les appareils de Fresnel ne dépassaient pas un diamètre de 1 m. 84. Le nouvel appareil, dû à M. Barbier, porté à un beaucoup plus grand diamètre, permet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de tripler l'éclat d'un phare de premier ordre ordinaire, sans qu'on ait besoin de recourir à l'électricité. L'importance du type hyperradiant le place entre les feux électriques et les feux de premier ordre. L'éclairage des côtes de France comprend treize feux électriques, dont dix sont déjà installés et mis en service. Ils éclairent les points du littoral qui servent au grand atterrage. Le phare hyperradiant se trouvera limité par cet emploi de l'électricité aux points d'un intérêt secondaire pour la navigation. Aussi n'y a-t-on employé qu'une lampe unique. L'appareil destiné au cap d'Antifer se compose de six panneaux annulaires complets, comprenant chacun douze éléments catadioptriques inférieurs, dix éléments dioptriques intermédiaires et vingt-six éléments catadioptriques supérieurs. Tout cet appareil est mobile sur un chariot à galets coniques, et une machine de rotation lui fait accomplir en 120 secondes le tour complet de l'horizon; les éclats se reproduisent toutes les 20 secondes, et sont suivis d'une éclipse complète. La machine est munie des accessoires nécessaires, tels que frein automatique, avertisseur électrique du ralentissement et de l'arrêt complet, et dispositif pour permettre de remonter le poids moteur de la machine de rotation sans modifier le mouvement produit. L'appareil, construit par MM. Barbier et C^ie^, a été exécuté sous la direction de MM. Bernard, inspecteur général, et Bourdelles, ingénieur en chef. Son prix de revient ressort à 94,000 francs.

Comme amélioration des appareils employés dans les phares éclairés à l'huile minérale, le Ministère avait exposé un appareil optique de troisième ordre, destiné au phare de Faraman. Cet appareil est multifocal : il comprend cinq panneaux, formés chacun de deux lentilles dissymétriques, de sorte que les éclats produits sont groupés deux par deux; de plus la multiplicité des foyers permet d'utiliser mieux la lumière produite par les divers points de la flamme. A ce phare aussi, qui ne doit éclairer que la moitié de l'horizon, on a ajouté un réflecteur sphérique en verre, qui renvoie vers la mer les rayons lumineux émis du côté de la terre. On remarque que l'on a substitué des galets coniques aux galets sphériques primitivement adoptés pour la machine de rotation; cette machine peut être remontée sans en interrompre le mouvement, comme on le fait depuis longtemps pour les horloges. Un frein automatique régulateur a pour objet de supprimer pendant le régime normal l'effet d'un excès de poids, qu'on a ajouté au poids moteur pour mettre la machine en mouvement et vaincre les frottements au départ : on y parvient à l'aide d'un pendule conique, dont les extrémités frottent sur une calotte sphérique fixe, quand le pendule a pris son écart normal, ce qui détruit une partie du travail moteur; le frottement cesse de lui-même quand le pendule se referme. Le travail du frottement dépendant du glissement effectué, on conçoit que ce système ait une grande sensibilité, et que le travail résistant augmente très rapidement quand la vitesse s'accélère. Une sonnerie électrique, mise en mouvement par un circuit fermé par le basculement d'une boîte à mercure, avertit des arrêts ou des ralentissements de l'appareil. La lampe est une lampe à niveau constant, placée dans le secteur privé de feu. Les divers appareils du phare de Faraman

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont été projetés par MM. Émile Bernard et Bourdelles. On cite M. d'Ivanoff comme l'auteur des calculs d'optique, M. Ciolina, comme l'inventeur de l'avertisseur électrique; MM. Henry-Lepaute ont été chargés du travail d'exécution.

Des améliorations ont aussi été apportées aux phares électriques. On a conservé les petites dimensions attribuées tout d'abord aux appareils optiques, qui n'ont que 0 m. 60 de diamètre. Les effets optiques à produire sont toujours la scintillation, avec groupes de deux, trois ou quatre éclats. La disposition *bi-focale,* qui ramène une partie du faisceau lumineux à rencontrer la surface de la mer à 2 milles en moyenne d'un phare d'altitude ordinaire, a été conservée comme la plus avantageuse. Les entretoises sont placées derrière la face réfléchissante des éléments catadioptriques, pour éviter l'occultation qu'elles produiraient en tout autre endroit; de plus, des glaces planes sont destinées à recevoir les poussières et les projections de charbon, et à en préserver les anneaux inférieurs. Comme moteurs propres à produire l'électricité, on s'est servi longtemps de machines à vapeur locomobiles. On préfère aujourd'hui les moteurs à air chaud de MM. Bénier frères; ils sont de la force de 9 chevaux chacun et sont groupés par trois dans chaque phare. Les machines magnéto-électriques sont celles de M. de Meritens, au nombre de deux, que l'on fait fonctionner à volonté par moitié, ou ensemble, ou séparément. Pour qu'elles fonctionnent ensemble, il n'est pas nécessaire de les accoupler. L'énergie qu'on peut produire varie, suivant l'état du temps, de 902 à 4,312 watts, le rendement variant dans les mêmes conditions de 0.54 à 0.78. Le modérateur Serrin, convenablement modifié, maintient à un degré constant l'intensité des courants produits. Comme contrôle du service électrique, on emploie un électrodynamomètre Siemens, un avertisseur électrique des arrêts et des ralentissements des magnétos, un avertisseur électrique d'extinction de la lampe; enfin un contrôleur avec mouvement d'horlogerie est destiné à tenir le gardien en éveil et à constater ses infractions au règlement. Les dépenses des divers appareils ressortent à 80,000 francs. Les projets et travaux ont été exécutés, sous la direction de M. Bernard, par M. Bourdelles, ingénieur en chef, avec le concours de MM. Meurs, Ciolina et d'Ivanoff, conducteurs; les entrepreneurs ont été M. de Méritens pour les machines électriques, Barbier et Cie pour les appareils optiques, Sautter et Lemonnier pour les moteurs et la machinerie. Les avertisseurs ont été imaginés par MM. Meurs et Ciolina.

Un perfectionnement important du balisage consiste à éclairer pendant la nuit les tours-balises qui signalent les dangers isolés en mer. L'appareil adopté comprend quatre brûleurs, groupés au centre d'un tambour dioptrique à feu fixe, abrité par une lanterne cylindrique vitrée à sa partie inférieure. Les brûleurs sont alimentés par deux réservoirs de 225 litres chacun, où l'on peut emmagasiner la gazoline nécessaire à l'entretien du feu pendant trois mois. Un régulateur de pression et de débit est interposé entre les réservoirs et les brûleurs, de manière à égaliser en tout temps les débits. Un appareil semblable a été essayé sur la tour-balise de Lavardin, aux abords de l'île de Ré et du nouveau port de la Pallice. D'autres sont projetés pour divers points, tels que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'écueil des Chiens-Perrin, à l'ouest de l'île d'Yeu, et la roche de Menhir, au large de Penmarck. Le prix de revient s'élève à 7,000 francs. On évalue à 1,000 francs par an la dépense d'entretien du feu.

Nous signalerons en dernier lieu, comme perfectionnement du service de l'éclairage et du balisage des côtes, l'emploi des *signaux sonores,* associés aux signaux optiques des phares et les suppléant en quelque sorte par les temps de brouillard. Les mêmes machines à air chaud qui produisent l'électricité commandent un compresseur d'air; l'air refoulé est emmagasiné dans un réservoir de distribution, d'où il met en jeu une sirène qui donne le signal voulu. Le son produit est conduit de la sirène au point d'où il doit rayonner dans l'espace, au moyen d'un tuyau de 0 m. 30 de diamètre. On élève le plus possible ce point d'émission pour donner au son la plus grande portée. Cette installation de signaux sonores a été faite aux phares électriques de Belle-Île et de Barfleur. La dépense pour le phare de Belle-Île seul monte à 70,000 francs; elle monte seulement à 34,000 francs quand on retranche certains appareils utilisés pour le phare électrique lui-même. Les fournitures ont été faites par MM. Sautter, Lemonnier et C^ie^.

Chemins de fer. — L'exposition des travaux publics comprenait plusieurs chemins de fer nouvellement exécutés. Nous commencerons par les passer en revue.

Le *chemin de fer de l'Étang-la-Ville à Saint-Cloud* a pour objet de relier le chemin de grande ceinture à la ligne de Versailles (rive droite). Il a une longueur de 13 kilom. 765. On y rencontre un grand ouvrage, le viaduc de Marly, viaduc métallique portant sur des appuis en maçonnerie; de nombreux ouvrages d'art courant, et trois souterrains, dont l'un, celui de Louveciennes, ouvert dans les sables de Fontainebleau, a présenté de grandes difficultés. La ligne entière revient, superstructure comprise, à 698,000 francs par kilomètre. Les projets ont été dressés et exécutés par MM. Cabarrus et Villiers du Terrage, ingénieurs en chef, Luneau, ingénieur ordinaire.

Le *chemin de fer de Firminy à Annonay,* qui réunit Firminy, dans la vallée de la Loire, à Annonay, dans la vallée du Rhône, traverse une région très accidentée : il part de la cote 470, à Firminy, pour s'élever à la cote 1,050, au col du Tracol, et descend à Annonay à la cote 350. Les pentes ont été portées à 30 millimètres à ciel ouvert et à 22 millimètres en souterrain. On a été conduit à faire accomplir au tracé une boucle fermée autour d'un mamelon pour augmenter artificiellement le développement horizontal; un souterrain de 972 mètres est placé au point où la boucle vient se nouer en plan horizontal. Sur une longueur totale de 64 kilom. 893, on rencontre 12 viaducs en maçonnerie et 19 souterrains. Le kilomètre revient, superstructure comprise, à 70,164 fr. 35. Les travaux ont été dirigés par MM. Delocre, ingénieur en chef, et Michaud, ingénieur ordinaire, et parachevés par M. Petit, ingénieur en chef, avec la collaboration de MM. les ingénieurs Michaud, Pinat et René Tavernier.

Le *chemin de fer à voie étroite de Saint-Georges-de-Commiers à la Mure,* dans le dépar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tement de l'Isère, est un chemin d'intérêt général, destiné à amener au chemin de fer de P.-L.-M. les anthracites de la Mure. La voie a 1 mètre de large et le rayon des courbes a pu être réduit à 100 mètres. Le développement total de la ligne est de 29 kilomètres, plus un petit embranchement de 2 kilomètres qui va rejoindre une concession minière près de Notre-Dame-de-Vaulx. De Saint-Georges-de-Commiers à la sortie du tunnel de la Festinière, point culminant du tracé, le profil en long présente une pente continue de 27 millim. 1/2 en moyenne; de la sortie du tunnel à la gare de la Mure, la ligne a une pente qui ne dépasse pas 16 millimètres. Des paliers sont ménagés aux stations. On rencontre sur cette ligne 6 grands viaducs en maçonnerie et 18 tunnels, présentant ensemble un développement total de 4,254 mètres, égal au septième de la longueur du chemin. La voie est faite en rails d'acier, posés sur coussinets de fonte, avec éclisses au joint; le poids du rail est de 29 kilogr. 585 par mètre. Les locomotives, destinées à passer dans les courbes de 100 mètres de rayon, ont trois essieux moteurs et un essieu porteur. L'essieu porteur et l'essieu moteur intermédiaire ont reçu des boîtes radiales du système Edmond Roy. Le même perfectionnement a été introduit dans tout le matériel roulant. L'attelage est fait par un tampon central formant à la fois appareil de choc et appareil de traction. Tous les véhicules sont munis du frein à air comprimé. La vitesse des trains à la descente varie de 25 à 30 kilomètres par heure, 35 au plus. Les dépenses de ce chemin de fer atteindront 368,000 francs par kilomètre. Les études ont été faites par M. Cendre, ingénieur ordinaire, sous les ordres de M. de Tournadre, ingénieur en chef. Les projets définitifs ont été dressés et les travaux dirigés par M. Rivoire-Vicat, ingénieur ordinaire, sous les ordres de M. de Tournadre d'abord, puis de M. Courtois, ingénieur en chef. Les locomotives et le matériel roulant proviennent de la Compagnie de Fives-Lille.

Signalons encore *les lignes d'Auxerre à Gien et d'Avallon à Nuits-sous-Ravières.* Deux albums indiquaient leurs profils en long géologiques et les dessins de leurs principaux ouvrages, ainsi que les travaux de consolidation des terrassements de la station d'Isle-sur-Serein et des remblais de Pacy et de Thisy.

L'exposition des ponts des voies ferrées renfermait un grand nombre d'ouvrages d'art que nous allons examiner. Nous commencerons par les ouvrages en maçonnerie pour finir par les ouvrages métalliques.

Nous trouvons en premier lieu trois ponts, dont deux sont construits sur la ligne de Saint-Sulpice à Castres, et le troisième sur la ligne de Tarascon à Ax, et qui appartiennent à un même type, sauf quelques modifications. Le premier est le *pont de Lavaur,* sur l'Agout : il a 61 m. 50 de portée et 27 m. 50 de flèche; le second, sur la même rivière, a 50 mètres d'ouverture et 15 m. 90 de flèche : il a reçu le nom de *pont Antoinette;* le dernier, sur l'Ariège, près du village *du Castelet,* a 41 m. 20 d'ouverture et 14 mètres de flèche. Les trois ponts sont en arc de cercle; sur l'extrados de l'arc un viaduc, composé de plusieurs arches en plein cintre, est destiné à porter la voie. Dans le pont de Lavaur, les culées sont apparentes et se prolongent sous forme de deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pilastres massifs à travers le viaduc supérieur. Les deux autres ponts, traités d'une manière plus rustique, ont des culées perdues, et le viaduc supérieur règne sans interruption dans toute la région la plus haute de l'ouvrage. L'extrados est accusé par un cordon qui se retourne horizontalement le long du couronnement de la culée pour le pont de Lavaur, et qui s'enfonce dans le sol naturel avec la culée perdue pour les deux autres ponts. L'aspect de ces ponts est très satisfaisant; la méthode employée pour les construire, en fractionnant la voûte en plusieurs tronçons indépendants, posés séparément sur cintre et clavés ensuite à l'aide de voussoirs monolithes, a donné les meilleurs résultats et fait honneur aux ingénieurs qui ont élevé ces beaux ouvrages. La voûte du pont de Lavaur a été construite en quarante-quatre jours et demi; les fondations avaient été faites au printemps de 1883; le décintrement a eu lieu le 7 mai 1884. La dépense est montée en tout à 485,000 francs. Pour le pont Antoinette, les fouilles des fondations ont commencé à la même époque que pour le pont de Lavaur, et le décintrement a eu lieu le 10 septembre 1884. La dépense ressort à 224,000 francs. Au pont du Castelet, le commencement des fouilles remonte au mois de septembre 1882 et le décintrement a été opéré le 26 janvier 1883. La dépense est montée à 207,000 francs. M. Dieulafoy avait fait, comme ingénieur ordinaire, les premiers projets du pont de Lavaur et du pont du Castelet. M. Séjourné est l'auteur des projets d'exécution des trois ponts, et il en a surveillé la construction sous la direction successive de MM. Robaglia et Bauby, ingénieurs en chef.

Le *pont d'Oloron*, sur le gave d'Oloron, est construit à la rencontre de ce torrent avec le chemin de fer de Pau à Oloron. Les crues du cours d'eau sont très élevées; elles atteignent près de 6 mètres de hauteur, et les eaux prennent parfois des vitesses de 4 m. 50. On a été conduit, par ces conditions si difficiles, à adopter pour le pont une arche unique de 40 mètres en plein cintre. Les culées sont évidées par des arches en plein cintre de 9 m. 20 d'ouverture. Le développement supérieur du pont atteint 88 m. 70; la largeur de l'ouvrage est partagée entre le chemin de fer à deux voies et un passage de 2 mètres pour piétons. Le cintre de la grande arche a été établi sur des piles provisoires en maçonnerie, laissant entre elles un espace de 25 mètres, et sur des palées en charpente voisines des culées. On s'est servi de boîtes à sable pour faciliter le décintrement. La voûte a été construite par rouleaux, sauf pour les bandeaux formant têtes, qui ont été construits avec des voussoirs d'un seul morceau. Le décintrement a eu lieu cinquante-neuf jours après le clavage du second rouleau. Le tassement observé au décintrement n'a pas excédé 3 millimètres : le tassement sur cintre avait été de 3 centimètres environ. La dépense totale monte à 467,793 fr. 46. Les projets ont été étudiés et les travaux dirigés par M. Félix Lemoyne, ingénieur en chef, avec le concours de M. l'ingénieur La Rivière. Ce dernier et MM. Maurer et Biraben ont joint à l'exposition du pont un album des travaux d'art des lignes de Pau à Oloron et de Buzy à Laruns.

Le *pont sur la Gravona*, en Corse, se trouve sur le chemin de fer d'Ajaccio à Corte,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à 15 kilomètres d'Ajaccio. C'est une arche unique en arc de cercle, de 43 m. 53 d'ouverture et de 16 m. 80 de flèche; elle a pour culées naturelles la roche granitique qui affleure sur les deux berges. La voûte est tout entière en granit, ce qui a permis d'admettre à la clef une pression de 26 kilogr. 60 par centimètre carré, pression qui monte à 31 kilogr. 80 au joint de rupture. Le cintre destiné à la construction du pont en pierre a été levé au moyen d'un pont suspendu, formant pont de service et soutenu par deux chaînes de la marine. Le tablier de ce pont provisoire passait à 7 mètres au-dessous de la voûte à la clef. La voûte a été construite en deux rouleaux successifs, à partir des joints inclinés à 40 degrés sur l'horizon. Le clavage a eu lieu dans les premiers jours d'août 1884. Il faisait très chaud à cette époque, et le décintrement s'est opéré de lui-même par suite du retrait progressif des bois sous l'influence de la chaleur. Aucun tassement n'a pu être observé quand on a descendu les cintres. La dépense s'est élevée à 119,000 francs. Les projets ont été dressés et les travaux exécutés par MM. Gay, Dubois et Margerid, ingénieurs en chef, et MM. Descubes et Fouan, ingénieurs ordinaires.

Le *pont du Gour-Noir* se rencontre sur la ligne de Limoges à Brives, à 4 kilomètres de la ville d'Uzerche; il franchit la Vézère sous un angle de 50 degrés. Comme élévation, ce pont est en arc de cercle, avec une ouverture de 60 mètres et une flèche de 16 m. 10. Les tympans sont évidés par des voûtes apparentes de 4 m. 30 de portée. Des contreforts, surmontant les culées, arrêtent les murs en retour, qui sont pleins, et reçoivent la butée des voûtes percées à travers les tympans. La longueur totale de l'ouvrage est de 108 m. 46. Les cintres ont été portés sur des palées fondées sur pieux enfoncés dans le lit de la rivière. Comme il était impossible de battre des pilotis à cause de la nature du fond, on se contenta de creuser dans la pierre des alvéoles et d'y engager les pieux, qu'on y scella au mortier de ciment. La dépense s'est élevée à 235,202 fr. 46. Les projets ont été dressés et les travaux exécutés par M. Daigremont, ingénieur en chef, et M. Draux, ingénieur ordinaire.

Le *pont de Céret,* sur la ligne d'Elne à Arles-sur-Tech, se compose d'une grande voûte en arc de cercle de 45 mètres d'ouverture, qui raccorde deux viaducs, l'un comprenant sept arches, l'autre deux arches en plein cintre, de 9 m. 75 de diamètre. Les tympans de la grande voûte sont évidés par de petites voûtes en plein cintre de 3 mètres d'ouverture. Ces dispositions étaient motivées par la nécessité d'éviter les fondations dans le lit du Tech, rivière torrentielle, et la possibilité d'asseoir les fondations d'un grand ouvrage dans les terrains incompressibles des bords. La grande arche a été exécutée sur toute son épaisseur au-dessous des plans de joints inclinés de 30 degrés à l'horizon; au-dessus, le montage s'est fait en deux rouleaux indépendants et par tronçons successifs qu'on a clavés après coup. Le décintrement s'est effectué deux mois et demi après le clavage du second rouleau. On n'a observé aucun tassement dans la voûte. Les dépenses se sont élevées à 712,775 fr. 49. Les projets ont été dressés et les travaux exécutés par M. Tastu, puis par M. Parlier, ingénieurs en chef, et par M. Velzy, conducteur principal, faisant fonction d'ingénieur ordinaire.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il nous reste, pour passer en revue les ouvrages en maçonnerie exposés, à signaler cinq viaducs qui rentrent tous dans le type connu, comprenant une série de voûtes de forme circulaire portées sur piles maçonnées. Tels sont :

Le *viaduc de Saint-Laurent,* sur la ligne de Mende à Sévérac-le-Château, qui a dix arches de 20 mètres d'ouverture, séparées par des piles de 4 m. 80 d'épaisseur aux naissances. La longueur totale de l'ouvrage est de 268 m. 59; les piles ont sur toutes leurs faces des fruits croissant du sommet à la base;

Le *viaduc de Crueize,* sur la ligne de Marvejols à Neussargues, qui comprend six arches de 25 mètres d'ouverture et présente un développement total de 218 m. 80;

Le *viaduc du Blanc,* sur le tronc commun aux lignes de Poitiers et de Civray au Blanc; il a une longueur totale de 528 mètres et comprend vingt et une arches de 20 mètres d'ouverture. Les fondations ont donné lieu à de grandes difficultés, parce que le fond de la vallée était rempli de poches et de cavernes dont la profondeur allait parfois jusqu'à 20 mètres. Il a fallu vider ces poches et les remplir de matériaux résistants jusqu'à la surface du sol. Les fondations ont été exécutées, soit à l'air libre, à l'aide de puits blindés, soit à l'aide de caissons à air comprimé;

Le *viaduc de la Brême,* sur la ligne de l'Hôpital du Gros-Bois à Lods, construit pour une voie et comprenant treize arches en plein cintre de 10 mètres d'ouverture. La voie est en courbe, mais les voûtes n'en sont pas moins des voûtes droites; la longueur des voûtes varie seule d'une extrémité de l'ouvrage à l'autre. La partie des piles exposée au contact des eaux est exécutée en gros libages; le reste est fait en petits matériaux, sauf les bandeaux des voûtes, la corniche, le parapet et les cordons, qui sont en pierre de taille. Deux piles-culées fractionnent le viaduc en trois tronçons, pour éviter la transmission dans tout l'ouvrage des vibrations causées par le passage des trains.

Ajoutons enfin à cette nomenclature le *pont sur l'Aude,* à Puicheric, sur la ligne de Moux à Cannes; il comprend six arches en maçonnerie de 20 mètres d'ouverture chacune, en arc de cercle surbaissé au $\frac{1}{6}$. Le niveau des rails est à 12 m. 63 au-dessus de l'étiage. Les voûtes ont été construites en deux rouleaux. Les cintres ont été posés sur trois points, deux sur les socles des piles, et un sur une palée au milieu de l'ouverture.

Les ingénieurs qui ont dressé les projets de ces ouvrages ou dirigé les travaux sont :

Pour le viaduc de Saint-Laurent, MM. Robaglia et Pacull, ingénieurs en chef, et Strohl, ingénieur ordinaire;

Pour le viaduc de Crueize, M. Bauby, ingénieur en chef, et Boyer, ingénieur ordinaire;

Pour le viaduc du Blanc, MM. Dupuy, ingénieur en chef; Bonnemère, ingénieur auxiliaire; Bleynie, ingénieur ordinaire;

Pour le viaduc de la Brême, MM. Vernis et Châtel, ingénieurs en chef, et Berquet, ingénieur ordinaire;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour le pont de l'Aude, MM. Regnier, Vigouroux et Jullien, ingénieurs en chef; Jullien et Cornac, ingénieurs ordinaires.

Deux ouvrages étaient mixtes, en ce sens qu'ils présentaient à la fois l'emploi du fer et l'emploi des maçonneries; c'étaient le *viaduc de Marmande* et le *pont sur la Loire*, sur la ligne de Romorantin à Blois.

La traversée de la vallée de la Loire occupe une longueur totale de 1 kilom. 5, dont une grande partie est à l'état de remblai; le reste est formé d'un viaduc en maçonnerie de soixante-cinq arches de 10 mètres d'ouverture, et d'un viaduc à travées métalliques, comprenant neuf travées de 64 mètres de portée libre. Ces neuf travées sont indépendantes; elles sont séparées sur les piles par un intervalle libre de 0m.70, qui assure le libre jeu de la dilatation, et qui fournit des refuges aux agents surpris sur le tablier du pont par le passage d'un train. Le pont est établi pour une seule voie. Il a 5 m. 10 de largeur entre les plans moyens des fermes, 4 m. 83 de hauteur entre le rail et le contreventement supérieur; la longueur de la poutre est de 67 m. 30, et sa hauteur totale de 6 m. 10. Les piles et culées ont été fondées sur un massif de béton coulé par le procédé de la trémie continue dans une enceinte de pieux et palplanches. La partie métallique a été montée et assemblée sur place, pieu par pieu, à l'aide de ponts provisoires installés successivement sous les diverses travées. La dépense s'est élevée à 1,600,000 francs, dont 1,060,000 francs pour la partie métallique. Le projet du pont métallique a été dressé par MM. Violet du Breil, ingénieur en chef, et Heude, ingénieur ordinaire; les travaux ont été exécutés par les mêmes ingénieurs pour la construction des appuis en maçonnerie, et par MM. Faure, ingénieur en chef, et Humbert, ingénieur ordinaire, pour le tablier métallique.

La plaine submersible de la Garonne est traversée près de la ville de Marmande par le chemin de fer de Marmande à Casteljaloux, sur une longueur de 4 kilom. 5; la crue de 1875 a couvert cette plaine d'une nappe d'eau dont l'épaisseur a varié, suivant les points, de 2 mètres à 4 m. 50. On a offert de larges débouchés à l'écoulement de cette masse d'eau : d'abord le pont sur la Garonne, qui a 700 mètres de long; ensuite deux viaducs, l'un de 127 m. 60, l'autre de 184 mètres de longueur; enfin, quatre grands ouvrages, deux en maçonnerie, deux à travées métalliques; l'ensemble des débouchés ouverts à la crue monte en somme à 5,080 mètres carrés. Le *pont de Marmande* est, à proprement parler, le pont de 700 mètres de long, le plus voisin de la ville. C'est un pont en maçonnerie comprenant vingt-cinq arches elliptiques; les quatre premières et les seize dernières ont une ouverture de 20 mètres avec une flèche de 5 mètres; les cinq arches intermédiaires ont 36 mètres de portée et 10 mètres de flèche. L'ouvrage est fondé sur une couche très puissante d'argile marneuse où les fondations s'engagent à la profondeur de 4 mètres, après avoir traversé sur 10 mètres d'épaisseur la couche des alluvions de la Garonne. Le reste des ouvrages de la traversée est fondé dans les mêmes conditions, sauf que la profondeur d'encastrement dans le sous-sol marneux est réduite à 1 mètre au lieu de 4. On a employé l'air comprimé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour exécuter les fondations des arches; pour les grandes et une partie des autres, on les a fondées sur chambres de travail en maçonnerie, montées sur rouet, que l'on fonçait par havage et épuisements. Un seul accident grave s'est produit dans cette opération du fonçage, une chute brusque de la fondation de 1 m. 70, à la traversée d'une couche de gravier.

Les viaducs à la suite du grand pont sont en arches de 25 mètres de portée et de 6 m. 25 de flèche; l'un a quatre arches semblables, le second six arches.

Puis viennent deux arches isolées de 20 mètres d'ouverture et de 5 mètres de flèche; enfin les deux travées métalliques, qui sont établies à un niveau plus bas relativement au niveau de la crue, et qui ont chacune 33 mètres d'ouverture libre. Les fondations de tous ces ouvrages ont été opérées sur chambres de travail en maçonnerie, de forme elliptique, montées sur rouets métalliques. Les dépenses de l'infrastructure pour la traversée de la Garonne sont montées à 3,895,950 fr. 21, ce qui, pour une longueur totale de 4 kilom. 338, fait ressortir le prix moyen du kilomètre à 898,000 francs. Les projets ont été dressés et les travaux exécutés par MM. Faraguet, Chardard, Pugens et Pettit, ingénieurs en chef; Bernadeau, sous-ingénieur; Séjourné, Guibert, ingénieurs ordinaires. La partie métallique des ouvrages a été fournie par la Société des forges de la Franche-Comté.

Les ponts métalliques exposés par le Ministère des travaux publics appartiennent presque tous au type à poutre droite.

Tout d'abord nous trouvons le *viaduc de la Liane*, sur la ligne d'Amiens à Calais, en amont du viaduc déjà construit sur la même rivière pour le passage de la ligne de Calais à Boulogne. Il comprend sept travées métalliques, dont les portées sont légèrement variables entre 37 m. 57 et 44 m. 80. La largeur entre les poutres de rive est de 8 mètres. La longueur totale de l'ouvrage est de 347 mètres. Les travées sont indépendantes. Les fermes sont des treillis doubles, à large maille, avec montants verticaux au droit des pièces de ponts; elles forment garde-corps et ne sont contreventées qu'à la partie inférieure. Pour les fondations, on a fait usage des caissons à air comprimé. Le viaduc métallique de la Liane pèse 6,100 kilogrammes le mètre courant. La dépense totale s'est élevée à 1,120,000 francs, dont 610,000 francs pour la partie métallique, et 510,000 pour les appuis en maçonnerie. Les projets ont été dressés, et les travaux exécutés sous la direction de M. Bouchez, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef des travaux de la Compagnie du Nord; la partie métallique a été étudiée par M. Contamin, ingénieur du matériel des voies, et les travaux exécutés par M. Lefebvre, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur de la voie.

Les mêmes ingénieurs ont aussi exécuté la *traversée des écluses* de Saint-Valéry-sur-Somme, pour le raccordement du port de Saint-Valéry avec le réseau du Nord. L'ouvrage construit est un pont tournant qui donne passage à la voie normale allant au port et, en outre, à la voie étroite de Saint-Valéry à Cayeux, qui n'a que 1 m. 056 d'axe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en axe des rails. La longueur totale du pont est de 22 m. 563, dont 13 m. 131 de volée, et 9 m. 432 de culasse. Les poutres sont formées de treillis à mailles serrées, et sont raidies par des montants verticaux au droit des entretoises. La hauteur des fermes est de 2 m. 190 entre bandes horizontales, et l'écartement des deux fermes est égal à 4 m. 582 d'axe en axe. Quand le pont est ouvert aux voitures, et qu'il ferme le chenal, les poutres reposent sur trois appuis, et le pivot ne supporte aucun effort. Pour ouvrir le pont, on retire les verrous qui calent la culasse, le pont bascule autour de ses appuis intermédiaires et le pivot commence seulement à porter. Le pont est alors soutenu par le pivot et deux galets qui l'accompagnent dans sa rotation en parcourant un quart de cercle de roulement, établi en fonte sur le couronnement du mur. Le poids total est de 69,000 kilogrammes, et la dépense de 19,000 francs. Le pont tournant a été fourni par la maison de Schrywer et Cie, d'Haumont (Nord).

Le *pont de la Braye,* sur la ligne de Tours à Sargé, est un pont en acier de 57 mètres de portée; les fermes, formées de treillis à mailles larges avec montants verticaux équidistants, ont 60 m. 50 de longueur, avec une largeur de 8 m. 60 d'axe en axe. Le contreventement existe au haut comme au bas de l'ouvrage. La limite admise pour la tension du métal est 10 kilogrammes par millimètre carré. Les aciers employés dans cet ouvrage étaient assujettis à résister sans altération d'élasticité à un effort de traction de 24 kilogrammes, à résister avant de se rompre à un effort de 44, et avoir subi avant la rupture un allongement proportionnel de 24 p. 100 au moins. D'autres essais devaient permettre de contrôler les qualités résistantes et élastiques de l'acier. Le poids total de la partie métallique est de 250,000 kilogrammes, soit 4,000 kilogrammes par mètre linéaire. La dépense s'élève à 238,000 francs, dont 102,000 pour le tablier métallique. La partie métallique a été exécutée au Creusot. Les projets ont été dressés et les travaux exécutés par MM. Prompt et Faure, ingénieurs en chef, et par MM. Mazoyer et Leroux, ingénieurs ordinaires.

Le *viaduc de Syam,* sur la rivière d'Ain, fait franchir cette rivière à la ligne de Champagnole à Morez; il comprend essentiellement une travée unique de 60 mètres de portée, à laquelle on accède de chaque côté par un viaduc composé de trois arches en maçonnerie de 14 mètres d'ouverture. La voie est placée au haut des fermes. L'ouvrage est en fer; il comprend deux fermes en treillis de 62 m. 60 de longueur, de 5 m. 80 de hauteur entre table haute et basse, et espacées entre elles de 3 m. 50 d'axe en axe. La poutre a été montée sur place, à l'aide d'échafaudages en charpente. Le poids des fers ressort à 205,200 kilogrammes, ce qui fait 3,300 kilogrammes par mètre courant. Les dépenses se sont élevées à 240,588 fr. 12, comprenant la maçonnerie et la partie métallique. Le projet a été dressé et les travaux exécutés par MM. Picquenot et Moron, ingénieurs en chef, et MM. les ingénieurs Favier et Canat, le premier faisant fonction d'ingénieur ordinaire. La superstructure métallique a été exécutée par la maison Baudet, Donon et Cie.

Le *viaduc sur la Saône, à Collonges,* sur la ligne de Collonges à Lyon-Saint-Clair,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

franchit la Saône sur une longueur de 187 m. 50, et se prolonge sur les deux rives par deux passages supérieurs de 10 mètres de portée pour le passage de deux routes de terre. Le pont repose sur deux piles en rivière, et comprend par suite trois travées, savoir : deux travées de rive de 57 m. 90, et une travée centrale de 71 m. 70. Le système adopté est celui du treillis à deux âmes, avec montants verticaux équidistants; la hauteur des poutres est de 6 m. 30, la distance des fermes d'axe en axe est de 8 m. 80. Le contreventement supérieur est assuré au moyen de croix de Saint-André. Les piles et les avant-corps des culées qui reçoivent l'about des poutres ont été fondés à l'air comprimé. La mise en place a été faite au moyen du lançage, en facilitant l'opération à l'aide d'une palée supplémentaire au milieu de l'arche centrale. Les travaux métalliques sont l'œuvre de M. Eiffel. Les ingénieurs qui ont dressé les projets et fait exécuter les travaux sont MM. Geoffroy et Perret, ingénieurs en chef, Albaret, sous-ingénieur, Berton, ingénieur de la Compagnie, avec le concours de MM. Four et Charrié, chefs de section.

Le *viaduc de la Tardes,* sur la ligne de Montluçon à Eygurande, est formé d'un tablier métallique à poutre droite, reposant sur deux culées et deux piles en maçonnerie; il a par conséquent trois travées, deux travées de rive de 69 m. 45, et une centrale de 100 m. 05. Les piles ont des hauteurs de 48 m. 02 et de 59 m. 95. Les fermes sont à double treillis; elles ont 8 m. 30 de hauteur, et sont écartées de 5 m. 50 d'axe en axe. La voie est au haut des fermes, ce qui a permis d'entretoiser les fermes dans toute leur hauteur. L'ouvrage n'est pas encore complètement terminé. La pression maximum au pied des piles atteint 7 kilogrammes par centimètre carré, et même 9 kilogrammes quand on tient compte de l'effort exercé par le vent sur un train franchissant le pont. Pour les fers du pont, ils sont soumis au plus à 6 kilogrammes par millimètre carré pour les bandes horizontales, à 5 kilogrammes dans le treillis, et à 4 kilogrammes pour la rivure; ces limites ont été portées au plus à 8 kilogrammes pendant le lançage. Le projet a été dressé et les travaux ont été dirigés par MM. Daigremont, ingénieur en chef, et Guillaume, sous-ingénieur. L'entrepreneur était M. Eiffel.

La traversée de la Dordogne, à Cubzac, par la ligne de Cavignac à Bordeaux, offre un bel ensemble d'ouvrages, qui occupe une longueur de 2 kilomètres, et qui comprend sur la rive droite un viaduc métallique de 294 m. 58 de longueur, en rampe de 0 m. 008;

Pour le passage de la rivière, un pont métallique de 561 m. 80 de longueur, en palier horizontal;

Sur la rive gauche enfin, un viaduc métallique de 599 m. 23 de longueur, puis un second viaduc en maçonnerie de 579 m. 23 de longueur; ces deux ouvrages sont en courbe de 1,500 mètres de rayon et en pente de 0 m. 010.

Le viaduc de la rive droite et la partie métallique du viaduc de la rive gauche reposent sur des piles en maçonnerie; le premier a six travées solidaires de 44 m. 98

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de portée; le second, à cause de la courbe, est à travées indépendantes, il en comprend treize, de cette même ouverture. Le surplus du viaduc de rive gauche est en maçonnerie, et se compose de quarante arches de 12 mètres. La voie ferrée passe au haut de tous ces ouvrages.

Le pont sur la Dordogne a huit travées solidaires, six travées centrales de 73 m. 68 et deux travées de rive de 60 mètres; il repose sur des piles métalliques. Ses fermes sont à âme double, en treillis à grandes mailles, sans montants verticaux. Les fondations ont été descendues à 17 m. 50 au-dessous de l'étiage, à l'aide de caissons à air comprimé; la pile est maçonnée jusqu'au-dessus de l'étiage; le reste de la hauteur, entre le dessous du pont et le dessus des piles, est occupé par la pile métallique qui est ancrée dans la maçonnerie. Entre la pile et le pont sont les appareils d'ancrage ou de dilatation. Le pont est fixé sur la pile centrale, et repose sur toutes les autres par des chariots de dilatation. Le lançage du pont s'est opéré en partageant le pont en deux parties, et en dédoublant le chantier, de manière à en placer un sur chaque rive. Il a été opéré à bras d'hommes pour les deux premières travées. Pour continuer le lançage sur les travées suivantes, ce qui mettait en action un poids beaucoup plus considérable, on a substitué aux hommes un moteur à vapeur qui agissait simultanément sur tous les leviers nécessaires à l'opération. Les leviers ont tous été réunis à leur partie supérieure par des barres rigides, qui se prolongeaient par un système de chaînes Galle guidées par des supports à rouleaux. Chaque chaîne Galle passait à l'extrémité du pont, du côté de la tête en porte-à-faux, sur des poulies de renvoi, et engrenait avec une roue dentée placée sur l'arbre mis en mouvement par le moteur à vapeur. Un manchon d'embrayage, monté sur le même arbre, servait à produire ou à interrompre à volonté le mouvement des leviers pour porter le pont en avant, et à rendre plus régulier leur retour à vide en arrière, qui se faisait par l'action de deux contrepoids, agissant simultanément au départ, mais se dédoublant en route, l'un d'eux venant reposer sur une plate-forme qui interrompait sa descente; un troisième contrepoids servait à maintenir la tension de la chaîne. Les projets ont été dressés et les travaux exécutés par MM. Prompt, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et Gérard, ingénieur auxiliaire des travaux de l'État. La dépense totale de la traversée de la Dordogne s'est élevée à 9,040,000 francs. Les fondations en rivière et les viaducs aux abords ont été exécutés par la Compagnie de Fives-Lille; le pont métallique sur la Dordogne a été construit par MM. Le Brun, Daydé et Pillé. Enfin le viaduc en maçonnerie a été construit par M. Bonamy, de Bordeaux.

Le *viaduc de Garabit,* sur la ligne de Marvejols à Neussargues, franchit à une grande hauteur la vallée de la Truyère, et a permis de maintenir le tracé aux abords sur un plateau peu accidenté, au lieu de l'infléchir pour suivre à flanc de coteau des vallées très tourmentées. La hauteur du niveau des rails au-dessus du fond de la vallée est de 123 mètres. Le pont comprend une grande arche de 165 mètres d'ouverture, de 52 mètres de flèche, mesurée au-dessous de la ligne d'intrados. L'épaisseur de l'arc à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la clef est de 20 mètres; il va ensuite en s'amincissant en élévation, et en s'élargissant dans le sens normal jusqu'aux naissances, où il atteint, sous forme de rotule, une largeur de 10 mètres. L'arche centrale rentre dans le type réalisé en Portugal par la maison Eiffel et Cie, pour le pont du Douro; mais la flèche est plus grande. Un pont métallique à poutre droite de 448 m. 30 de longueur, interrompu en deux points, établit la continuité de la voie au niveau supérieur. Du côté de Marvejols, ce pont repose sur quatre piles métalliques, sur une culée en maçonnerie et sur une palée portée par la grande arche; les portées dans cette partie du tablier ont 51 m. 80 pour les travées de rive, et 55 m. 55 pour les travées intermédiaires. Du côté de Neussargues, le viaduc n'a que deux travées de 51 m. 80; l'ouvrage porte sur une culée en maçonnerie, sur une pile métallique, et se termine sur une palée semblable à celle que nous avons signalée pour l'autre viaduc, portée comme celle-ci par la grande arche. Enfin un tablier central, formé de deux travées égales de 24 m. 64, repose sur les deux palées et sur l'extrados de l'arche. Les piles métalliques ont jusqu'à 61 mètres de hauteur; elles sont ancrées soigneusement dans la maçonnerie du soubassement, et dans des conditions qui permettent de visiter et de remplacer les tirants. Les tabliers ont été mis en place par lançage. La grande arche a été montée à l'aide de câbles attachés au tablier au-dessous des grandes piles métalliques. Le tablier central a été fait sur place par un montage en porte-à-faux. L'ouvrage est revenu à 3,200,000 francs, dont 2,350,000 pour la partie métallique. Il a été projeté et exécuté par MM. Bauby et Lefranc, ingénieurs en chef, Boyer, ingénieur ordinaire, et M. G. Eiffel, constructeur, l'auteur du type adopté.

La *consolidation de la tranchée de la Plante,* sur la ligne de l'Hôpital-du-Grosbois à Lods, est un ouvrage intéressant au point de vue des difficultés que l'on rencontre quand il s'agit d'assainir une tranchée ouverte dans des terrains argileux. La masse d'éboulis dans laquelle le déblai avait été ouvert reposait sur une petite couche d'argile plastique qui donnait des suintements abondants, et sur laquelle tout le coteau commençait à glisser en fermant la tranchée. On est parvenu à arrêter ce mouvement en fractionnant la masse à l'aide de piliers fixes, constitués par de grands éperons en pierre sèche qui prennent leur point d'appui, par l'intermédiaire de massifs maçonnés, sur la paroi d'aval de la tranchée, au moyen d'une voûte renversée passant sous la plate-forme. Pour arrêter ensuite les mouvements individuels des masses comprises entre deux éperons consécutifs, on exécuta un mur de soutènement en forme de voûte de 7 mètres de portée. Un aqueduc général recueille tous les suintements et les déverse en dehors de la tranchée. Le débit de ces eaux captées s'élève jusqu'à 350 litres par minute. Le mouvement depuis 1885 est complètement arrêté. Cette consolidation d'une tranchée de 416 m. 77 de longueur, où la masse en mouvement atteignait 150,000 mètres cubes de terre, est revenue à 391,770 fr. 46. Les travaux ont été projetés et exécutés par MM. Chatel, ingénieur en chef, et Barraud, ingénieur ordinaire.

Le *souterrain du col de Cabres,* sur la ligne de Crest à Aspres-les-Veynes, a 3,700 mè-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tres de longueur; il est exécuté pour deux voies, bien que la ligne soit à voie unique; cette disposition est motivée en partie par les nécessités de l'aérage. Le percement ne s'effectue que par les têtes, sans puits pour attaque intermédiaire. L'entreprise a installé des machines perforatrices qui sont mises en action par l'air comprimé. Des machines Gramme servent à éclairer les chantiers. Il a fallu recourir à la ventilation artificielle pour traverser une région d'où se dégage un gaz explosif; et pour substituer un aérage par aspiration à l'aérage par insufflation, on a commencé un sondage vertical de 0 m. 50 de diamètre, qui débouchera à 1,920 mètres de la tête de Crest; il est placé dans une dépression du terrain. Le souterrain, ouvert dans des couches qui se gonflent et se dilatent au contact de l'air, sera revêtu dans toute son étendue. Les travaux ont été exécutés par MM. Berthet, ingénieur en chef, et Pesselon, ingénieur ordinaire. On évalue à 6,409,000 francs le montant des travaux, dont 3,770,000 représentent la dépense propre du percement.

L'exposition du Ministère des travaux publics comprenait encore les matériaux et appareils de la voie des chemins de fer du Midi, ainsi que le matériel roulant des mêmes chemins de fer. Cette exposition ne rentrait pas dans la classe 63. Elle renfermait, comme matériel fixe, le type du rail et de ses accessoires, l'appareil de manœuvre de plusieurs signaux par un même levier, divers appareils d'enclenchement pour la conjugaison d'un signal fixe et d'une aiguille, ou pour la manœuvre de plusieurs disques à distance au moyen d'une même transmission, des types de ponts à bascule, un chariot roulant à niveau, et enfin l'appareil Lesbros, étudié par la Compagnie du Midi, pour la fermeture automatique des disques au passage des roues des véhicules; et comme matériel roulant, des types de locomotives à deux et à quatre essieux accouplés, de nouveaux types de voitures à voyageurs, avec cabinets de toilette et water-closets, et quelques modèles nouveaux de wagons à marchandises.

L'Association du chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre exposait un modèle de la perforatrice Beaumont, qui lui a déjà servi à attaquer la galerie à ouvrir dans les couches situées au-dessous du fond du détroit, ainsi que divers plans en relief, avec coupes géologiques, montrant la forme du terrain et la composition du sous-sol. De 1875 à 1876, l'association procéda à des sondages, en vue de faire l'étude complète du projet. En 1878, commencèrent les travaux proprement dits sur la côte française; ils comprennent un puits à petite section, qui a 86 mètres de profondeur et qui s'enfonce à 55 mètres au-dessous des plus basses mers, destiné à l'aération et l'épuisement; un second puits de 5 m. 40 de diamètre, de 87 m. 50 de profondeur, situé à 30 mètres du premier; un troisième puits, de 2 mètres de diamètre et de 25 m. 80 de profondeur, destiné à l'alimentation des chaudières et à la condensation de la vapeur; enfin, deux galeries d'essai qui partent du second puits et se dirigent du côté de la mer; l'une est à 42 m. 20 de profondeur, l'autre à 55 m. 20, au-dessous des plus basses mers. Ces galeries ont été ouvertes dans la craie, à l'aide de la perforatrice Beaumont, qui fut mise en service le 19 juillet 1882. Les travaux furent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

interrompus le 18 mars 1883; la longueur de galerie creusée atteint 1,839 m. 63, malgré l'invasion de la fouille par les eaux, à raison de 20 mètres cubes environ par vingt-quatre heures. L'épaisseur comprise entre la fouille et le fond de la mer est seulement de 30 mètres. Sur la côte anglaise, on fit de même, à l'aide de la machine Beaumont, une longueur de galerie de 1,800 mètres, dont 1,400 sont situés sous la mer. Les machines perforatrices sont mises en mouvement par l'air comprimé, d'après le système Colladon, employé déjà pour le percement du tunnel du Saint-Gothard. Les percements effectués des deux côtés du détroit ont démontré la possibilité de poursuivre l'opération et de compléter la galerie sur tout le parcours du chemin de fer sous-marin.

Mais en 1883, le Gouvernement anglais arrêta le percement sur la côte anglaise, et l'association française fut forcée, par conséquent, de suspendre ses opérations, jusqu'à ce que l'opinion en Angleterre soit redevenue favorable à l'entreprise.

L'association a eu pour présidents successifs, MM. Michel Chevalier, Vernes, Léon Say; les études du fond du détroit ont été faites par MM. Potier, de Lapparent, ingénieurs des mines, Larrousse, ingénieur hydrographe, et F. Raoul Duval. M. Breton est sur la côte française l'ingénieur chargé des travaux. Les premières études ont été faites sur la côte française par M. Thomé de Gamond, et sur la côte anglaise par sir John Hawkshaw.

§ 2. Ville de Paris et services divers.

La Ville de Paris avait groupé son exposition particulière dans deux pavillons spéciaux, où l'on pouvait suivre toute la variété des services municipaux. Nous n'avons à nous occuper ici que de la partie de cette exposition qui a rapport aux travaux publics, partie que MM. Humblot, Bechmann et de Tavernier, ingénieurs en chef du service municipal, ont fait connaître au jury de la classe 63, lors de sa visite aux pavillons de la ville.

La distribution des eaux nous occupera d'abord.

Le volume d'eau distribué aujourd'hui à Paris pendant les vingt-quatre heures comprend environ 500,000 mètres cubes, dont 140,000 mètres cubes proviennent des sources de la Dhuis et de la Vanne, 180,000 sont puisés directement dans la Seine et la Marne par des machines élévatoires, et 120,000, amenés à Paris par le canal de l'Ourcq et distribués dans la ville, servent au service des bornes-fontaines et au lavage des rues. Les grands traits de la distribution d'eau parisienne sont antérieurs à l'Exposition de 1878. On peut cependant signaler des travaux récents qui la complètent : la dérivation nouvelle de Cochepies augmente de 20,000 mètres cubes le volume débité par l'aqueduc de la Vanne. Le service municipal a élevé à Montmartre, sur l'un des points les plus hauts de Paris, un grand réservoir à deux étages, qui peut emmagasiner 100,000 mètres cubes, à une cote qui permet d'atteindre par rayonnement les quartiers les plus élevés. Notons aussi l'agrandissement de l'usine Saint-Maur, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élève les eaux prises à la Marne, l'installation d'une nouvelle usine élévatoire à Ivry, qui emprunte à la Seine, en amont de Paris, 85,000 mètres cubes en vingt-quatre heures d'une eau relativement pure, et d'une usine à Bercy, qui refoule les eaux de la Seine jusque dans le réservoir de Montmartre.

L'exposition de la ville comprenait les modèles et les dessins de ces divers établissements, les plans en relief des galeries de captation des sources, les modèles des bassins où l'eau recueillie se réunit pour se rendre dans les aqueducs de dérivation. Malgré l'extension graduelle du volume amené et distribué, la provision d'eau, et surtout celle d'eau de source, offerte à la population parisienne est déjà devenue insuffisante, et on sait qu'une nouvelle dérivation doit amener dans la ville, 100,000 mètres cubes d'eau en vingt-quatre heures, prise aux sources du département de l'Eure.

Le Service des eaux exposait aussi divers travaux exécutés sur les canaux qui traversent la capitale, tels que l'allongement ou la réfection de certaines écluses, l'installation d'un pont-levant à l'entrée du bassin de la Villette, etc.

L'exposition de la ville comprenait toute la série des types d'égout adoptés par le service municipal, avec les systèmes de chasse qu'on y installe, des détails historiques et statistiques sur l'extension graduelle de la canalisation souterraine, sur les mesures prises pour établir la communication entre les égouts et les maisons voisines, et pour rendre praticable la solution du problème du « tout à l'égout ». On voyait dans l'un des pavillons de la ville deux types de maison : d'un côté la maison malsaine, de l'autre la maison hygiénique. Dans celle-ci, l'eau de source est distribuée à tous les étages, l'aération est assurée et le drainage automatique de la maison enlève d'une manière continue les déjections à mesure qu'elles se produisent. Dans l'autre, l'eau manque, l'air est insuffisant et les déjections séjournent dans des fosses, d'où elles vont, par filtration, infecter les puits du voisinage. La conclusion de cette exposition comparative, c'est que, malgré les progrès incontestables qui sont déjà acquis, la plupart des maisons de Paris sont encore des maisons malsaines. Le drainage complet de la ville suppose le développement préalable du réseau des égouts, l'extension de la distribution d'eau, pour qu'elle puisse suffire aux chasses et à l'entraînement des matières; enfin, l'application des eaux d'égout, chargées de matières organiques, à l'irrigation des terrains bas de la vallée de la Seine, comme on le fait depuis longtemps dans la presqu'île de Gennevilliers, comme on le fera bientôt dans les terrains d'Achères, entre la Seine et la forêt de Saint-Germain.

Le Service des voies publiques exposait tous les types de pavage employés dans les rues: pavage en pierre sur forme en sable, pavage en pierre sur béton, chaussées d'asphalte, pavage en bois, l'un des plus appréciés en ce moment, enfin, empierrement des chaussées dites *macadamisées*. Des détails intéressants ont été fournis sur l'exploitation de la carrière des Maréchaux, où l'on prépare chaque année, en régie, 1 million d'excellents pavés destinés aux rues de la ville. L'exposition comprenait des modèles des divers appareils en usage dans le service des rues et des chaussées. Nous devons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signaler à part les grands travaux exécutés récemment par le service municipal, pour établir par-dessus le cimetière Montmartre une communication entre les quartiers que ce cimetière sépare; la création du pont Caulaincourt n'a apporté aucune interruption au service du cimetière, au prix d'une sujétion très gênante pour l'exécution des travaux.

Un modèle en relief faisait voir le square que la ville projette d'établir à Montmartre, près de l'église du Sacré-Cœur et du nouveau réservoir, et montre les mesures prises pour l'embellissement de ce quartier un peu délaissé jusqu'ici.

Ce rapide exposé suffit pour montrer comment, au point de vue des travaux publics, le service municipal de Paris a su se maintenir au niveau des progrès accomplis.

M. Théodore Lévy, agent-voyer en chef du département de la Seine, a présenté au jury de la classe 63 l'exposition du service qui lui est confié. On rencontre dans ce service des travaux d'art très importants, tels que les ponts de Courbevoie, de la Grande-Jatte, de Suresnes, construits sur la Seine à diverses époques, tels que le pont biais de Saint-Ouen et beaucoup d'autres ouvrages. On peut rattacher à l'exposition spéciale du Service vicinal de la Seine l'exposition plus générale faite par la Direction de l'administration départementale et communale au Ministère de l'intérieur. Elle comprenait l'indication des principaux ouvrages d'art construits en France par le Service vicinal depuis 1878, une collection de dessins, de photographies, de modèles; des machines et des instruments en usage dans les services vicinaux, enfin, des documents statistiques présentés sous forme de tableaux et de diagrammes, et résumant tous les travaux de la vicinalité.

M. Georges Lemoine, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a fourni au jury des explications intéressantes sur le Service hydrométrique du bassin de la Seine. Ce service, organisé par Belgrand dès 1854, est aujourd'hui sous la direction de MM. E. Leblanc, inspecteur général, G. Lemoine, ingénieur en chef, et Babinet, ingénieur ordinaire. L'objet du service est de centraliser à Paris les observations quotidiennes sur la hauteur des cours d'eau en divers points du bassin de la Seine, et d'en déduire la hauteur probable des crues dans la partie basse de la vallée. La règle empirique qu'on suit pour cette détermination est très sensiblement vérifiée par l'observation directe, et le service hydrométrique est en mesure de donner à la navigation et aux populations riveraines des avis utiles et très appréciés. Des services analogues sont organisés dans d'autres bassins, et notamment dans ceux de la Loire et de la Garonne.

Le Service des ponts et chaussées de l'Algérie exposait une série de photographies représentant les principaux travaux exécutés dans les départements d'Oran, d'Alger et de Constantine. Un simple particulier, M. Georges Lesueur, y a joint des photographies représentant les travaux des ports de Bône et de Philippeville, ainsi que la gare maritime de Bougie.

Nous nous arrêterons un moment sur l'exposition des Travaux publics de la Régence

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Tunis, placés depuis 1883 sous la direction d'ingénieurs des ponts et chaussées français. D'importants travaux maritimes sont actuellement en cours d'exécution sur divers points du littoral, à Tunis, à la Goulette, à Bizerte, à Sousse, à Sfax, à Gabès. L'éclairage des côtes comprend huit feux distincts, dont un feu de premier ordre, placé sur le cap Serrat. La direction des travaux publics a ouvert à la circulation 450 kilomètres de routes empierrées. Le chemin de fer de Tunis à la frontière algérienne, commencé avant l'installation du protectorat français, est actuellement réuni au réseau algérien, et divers embranchements, dont quelques-uns sont déjà exploités, dessinent les divers traits du réseau tunisien. La direction a eu à construire et à réparer les palais de la Régence, les bâtiments de l'État, entre autres un grand nombre de bâtiments pour la douane, et des bâtiments pour les villes, tels que l'abattoir de Tunis. Elle a fait des recherches d'eau potable, et entrepris de grands travaux pour amener cette eau à la portée des populations. A Tunis, elle a créé un réseau d'égouts, et organisé l'éclairage de la ville. Elle n'a rien négligé, on le voit, de ce qui pouvait développer le bien-être des populations et contribuer à la prospérité du pays.

§ 3. Chambres de commerce maritimes.

Nous avons examiné plus haut les travaux maritimes exécutés dans les principaux ports de France. A côté de ces travaux, il convient d'examiner à part l'outillage créé pour l'exploitation de chaque port, et de faire ressortir la participation des chambres de commerce à l'aménagement de chacun d'eux.

La *Chambre de commerce de Marseille* a pris une part prépondérante, comme nous l'avons déjà indiqué, à la création et à l'aménagement des nouveaux bassins.

Nous résumerons ici son rôle dans l'extension récente qu'a prise le port de Marseille. La Chambre de commerce a été autorisée à construire des hangars sur les quais des nouveaux bassins, à y installer des appareils hydrauliques pour le chargement et le déchargement des navires; enfin, à contracter des emprunts spéciaux pour faire face aux dépenses correspondantes, sauf à percevoir certaines taxes pour assurer l'intérêt et l'amortissement de ces emprunts. L'usage des hangars est taxé à 0 fr. 50, par tonne de marchandise, qui peut y séjourner pendant un délai déterminé, aujourd'hui fixé à 12 jours; au delà de cette limite, on perçoit une taxe supplémentaire de 0 fr. 50 par jour pendant les trois premiers jours, puis de 1 franc par jour, qui chasse nécessairement la marchandise du hangar qu'elle encombrait. L'outillage mécanique comprend : 27 grues de 1,250 kilogrammes, 16 grues à double pouvoir de 1 tonne et 3 tonnes, 3 grues de 3 tonnes, 3 treuils mobiles pouvant soulever 1 tonne, construits à titre d'essai, 38 cabestans et une bigue oscillante de 120 tonnes de puissance maximum; un tarif spécial fixe le prix de location de ces divers appareils, à la journée ou à l'heure suivant les cas. L'eau qui met en mouvement tous ces appareils hydrauliques est fournie par trois machines de compression, deux de 97 chevaux et une de 30 chevaux; elles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

amènent l'eau à la pression de 52 atmosphères. La longueur des canalisations d'eau sous pression et d'eau à l'échappement s'élève à 3,857 mètres. La dépense totale pour l'établissement de l'outillage hydraulique ressort à la somme de 1,900,000 francs, sur laquelle 255,000 francs représentent la dépense spéciale de la bigue oscillante. Les voies ferrées établies sur les quais des nouveaux bassins auront un développement total de 24,453 mètres, raccordements compris. Dans l'ensemble du port, la longueur des voies s'élève à 45 kilomètres, pour un développement total de quai de 18 kilomètres. La dépense totale pour l'établissement des voies s'élevera à 2,300,000 francs.

La *Chambre de commerce du Havre* administre un certain nombre de services spéciaux, tels que le sauvetage, les signaux sémaphoriques et l'outillage du port. Il y faut joindre le service proprement dit de la Chambre et l'administration de la Bourse, créée par la Chambre de commerce, il y a une dizaine d'années.

Le sauvetage, administré par la Chambre de commerce depuis 1807, comprend quatre postes annexés aux postes sémaphoriques qui surveillent la rade et la baie de Seine; des magasins d'outils et d'apparaux divers; et trois canots de sauvetage, dont deux sont mouillés dans l'avant-port et un troisième en réserve dans un des bassins. Les dépenses annuelles s'élèvent à 130,000 francs environ; la Chambre y fait face en percevant des taxes spéciales, 0 fr. 05 par tonneau de jauge nette pour les bâtiments de long cours, et 0 fr. 025 pour les bâtiments qui viennent des ports de la Méditerranée.

Le service sémaphorique seconde le service du sauvetage et signale les accidents maritimes qui arrivent dans le voisinage du port du Havre; il fait connaître les arrivages, transmet les dépêches aux navires en rade, et signale enfin la hauteur d'eau à l'entrée du port. Les dépenses montent à 60,000 francs.

L'outillage comprend deux séries de hangars, couvrant une surface de quais de 58,000 mètres carrés, et des engins de chargement et de déchargement. Il y a dès aujourd'hui douze grues hydrauliques mobiles, de 750 à 3,000 kilogrammes de puissance, une grue flottante de 1,000 kilogrammes et deux treuils hydrauliques de même force. En outre, on construit une grue flottante de 10,000 kilogrammes, ainsi que de nouvelles grues et de nouveaux treuils hydrauliques. Les dépenses de l'outillage complet monteront à la somme de 3,954,000 francs, dont l'intérêt et l'amortissement, ajoutés aux dépenses annuelles, doivent être couverts par le produit de l'exploitation. Ce produit s'est élevé pour l'année 1888 à 253,600 francs.

Outre ces services qu'elle assure régulièrement, la Chambre de commerce a participé au point de vue financier aux travaux d'amélioration du port; elle a fourni à l'État des subventions, et elle lui a fait l'avance de sommes remboursables. Sur une dépense totale de 71,100,000 francs, représentant les améliorations réalisées au bassin de la Citadelle, l'agrandissement de l'avant-port et l'achèvement du bassin de l'Eure, la création du bassin Bellot, l'ouverture du canal de Tancarville, et la formation des cales de radoub du bassin de l'Eure, la Chambre de commerce du Havre a fourni des subventions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'élevant à 20,800,000 francs, et a fait des avances à l'État pour une somme de 9,500,000 francs. Elle a voté enfin pour les nouveaux travaux d'amélioration du port une subvention de 12,490,320 francs, et s'est engagée à faire l'avance à l'État, au fur et à mesure des besoins, des sommes qui seront nécessaires pour éviter les retards de l'entreprise : ce qui augmentera son subside d'une somme d'environ 4 millions de francs.

La *Chambre de commerce de Dunkerque* a puissamment contribué, elle aussi, au développement du commerce maritime. L'outillage du port de Dunkerque comprend aujourd'hui un slip-way, destiné à retirer les navires sur un plan incliné, pour les réparer hors de l'eau; une grue flottante de 40 tonnes; un gril de carénage; des hangars sur les quais, établis sans appuis intermédiaires de manière à laisser l'espace libre à la circulation; quinze grues de différentes puissances, pouvant lever 750, 1,500, 2,000, 3,000 kilogrammes. Un établissement central concentre sur un seul point du port les services avec lesquels le commerce maritime est le plus souvent en rapport, pilotage, chambre syndicale des courtiers maritimes, celle des courtiers en marchandises, la Chambre de commerce elle-même. Elle fait construire à Dunkerque un entrepôt réel des douanes, qui était réclamé par l'administration des douanes et par le commerce, mais que la ville se refusait à élever. La Chambre de commerce administre enfin la corporation des gardiens de commerce, qui sont chargés de la surveillance des marchandises sur les quais, et qu'elle a organisée en association coopérative. Depuis 1859 elle est concessionnaire d'un service de remorquage pour lequel elle emploie une flottille de sept bâtiments à vapeur. La Chambre de commerce de Dunkerque a fréquemment fait à l'État des avances pour les travaux entrepris dans le port; en 1861, elle lui a avancé 12 millions, puis 12,600,000 francs en 1875; pour faire face aux différences d'intérêt, elle a perçu sur les navires un droit de tonnage de 0 fr. 12, qui fut porté en 1875 à 0 fr. 30; puis, un nouveau prêt au Gouvernement força de prélever une taxe supplémentaire de 0 fr. 10; il s'agissait d'assurer la restauration des ports de Dunkerque et de Gravelines. En 1878, la Chambre de commerce a pris à sa charge, à titre de don à l'État, 7,500,000 francs sur l'ensemble de 50 millions prévu pour l'agrandissement du port. Le droit de tonnage fut alors porté à 0 fr. 40. Enfin, en 1884, les exigences budgétaires ayant diminué les crédits accordés aux travaux de Dunkerque, la Chambre de commerce et la ville se réunirent pour faire solidairement à l'État l'avance sans intérêt des 31 millions qui restaient à dépenser. En même temps la taxe du tonnage a été portée à 0 fr. 70 : c'est la taxe la plus élevée qui ait frappé le mouvement maritime dans un port français. Mais les résultats ont répondu aux efforts : le port de Dunkerque est devenu accessible à la grande navigation, et le commerce y a pris dans ces dernières années un développement très satisfaisant.

A Calais, la *Chambre de commerce* a contribué aussi pour une large part à l'extension du port et à la création des nouveaux bassins, au développement des voies ferrées sur les quais, à l'installation des appontements destinés à assurer l'accostage des paque-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bots à toute heure de la marée, à installer enfin sur tous les quais les hangars et les machines pour le chargement et le déchargement des navires. L'outillage du port comprend dix grues hydrauliques de 1,500 kilogrammes, deux grues de 5,000 kilogrammes, des treuils hydrauliques, enfin une grue hydraulique de 40 tonnes, disposée de manière à opérer le chargement du charbon par wagon complet. Les hangars du port de Calais ont 40 mètres de largeur; ils portent des marquises de chaque côté et s'étendent sur une longueur de quai de 400 mètres.

La *Chambre de commerce de Rouen* fait construire en ce moment quatre hangars-abris occupant une surface totale de 2,200 mètres carrés. Le port dispose de vingt-neuf grues à vapeur sur ponton flottant, capables de soulever des poids de 1,000 à 1,500 kilogrammes; de douze grues mobiles sur rails, pouvant soulever des fardeaux de 1,200 à 1,500 kilogrammes, et de les faire passer à volonté des wagons au bateau ou réciproquement; d'une grue fixe de dix tonnes; toutes ces machines sont à vapeur. Une grue fixe à main permet de soulever 30 tonnes. La Chambre de commerce fait en outre installer des grues hydrauliques sur les nouveaux quais de la ville. Elle perçoit deux taxes, l'une de 0 fr. 55, l'autre de 0 fr. 15 par tonneau de jauge, sur les navires venant des pays étrangers ou du long cours, sans discussion de pavillon et à l'entrée seulement. L'usage des grues de petit modèle se paye généralement à la journée. Pour les grandes, le prix de location est fixé par un tarif d'après les poids soulevés.

La *Chambre de commerce de Bordeaux* a fait à plusieurs reprises des avances à l'État, dont elle s'est remboursée soit par des annuités payées par l'État, soit par le produit des droits de tonnage. Ainsi une somme de 14,500,000 francs a été avancée à l'État en 1868 et en 1874 pour la construction d'un bassin à flot et d'une forme de radoub; la Chambre de commerce est rentrée dans son capital au moyen d'un droit de tonnage de 0 fr. 20, élevé à 0 fr. 25 en 1875. En 1885, nouvelle avance de 3,500,000 francs, et établissement d'un droit de tonnage de 0 fr. 12. Par la loi du 2 août 1887, la Chambre de commerce s'est engagée à fournir à l'État un subside de 10 millions, sans remboursement, pour l'achèvement des travaux du port; la Chambre de commerce a emprunté cette somme au Crédit foncier, et a créé en même temps un droit de tonnage qui varie de 0 fr. 30 à 0 fr. 60, suivant le nombre de voyages effectués. Enfin la Chambre de commerce, pour hâter l'exécution des travaux d'amélioration de la Garonne et de la Gironde prévus dans la loi du 3 août 1881, s'est engagée, aux termes d'une loi du 9 août 1888, à avancer à l'État une somme de 24 millions remboursable à des époques déterminées; pour faire face à ce déboursé elle a été forcée de contracter un emprunt de 9 millions. Le service des intérêts a été assuré par la prorogation des deux droits de tonnage. En somme, la Chambre de commerce a avancé à l'État depuis 1868 la somme de 52 millions de francs.

Elle ne s'est pas bornée à ces avances. Elle a entrepris sur ses propres ressources des travaux destinés à doter le port d'établissements utiles. Nous citerons la construction de l'entrepôt réel et de son annexe, qui a nécessité divers emprunts de 1,580,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

francs en tout, éteints dès 1850 et 1860; l'achèvement de la Bourse, qui s'est fait au moyen de deux emprunts de 400,000 et de 250,000 francs, éteints en 1874 et 1885; le surhaussement de l'annexe de l'entrepôt réel, qui a exigé une dépense de 80,000 francs, pris sur les fonds disponibles de la chambre; l'établissement de vingt grues de 1,500 kilogrammes, dont seize mobiles et quatre fixes, de deux grues de 6,000 kilogrammes, et d'une machine à mâter; le total de ces constructions s'élève à 302,000 francs; la Chambre de commerce en a la concession, mais cet outillage reviendra à l'État à l'expiration du contrat. Elle a fait encore élever un magasin à laines, d'une surface de 13,500 mètres carrés, pour l'importation des laines et des peaux de la Plata; la dépense est montée à 875,000 francs. Elle a fait construire, cours du Médoc, une annexe de l'entrepôt réel, pour la réception des vins et spiritueux : la dépense ressort à 1,500,000 francs; elle a fait élever une halle métallique sur le quai Sud du bassin à flot, couvrant une superficie de 13,300 mètres carrés; ce qui représente une dépense de 1,700,000 francs. Enfin, elle a fait l'acquisition de terrains sur le quai Sud du bassin à flot, pour une somme de 315,957 francs, et cette surface, déjà garnie de quatre grues à vapeur mobiles sur rails et destinée à en recevoir de nouvelles, formera plus tard des docks pour l'emmagasinement des marchandises. Si l'on ajoute à cet ensemble la voie ferrée qui dessert la halle métallique, et divers hangars ou pavillons-abris élevés en divers points des quais, on aura une idée de la part que la Chambre de commerce de Bordeaux a prise au développement du port et du mouvement maritime. La somme des dépenses faites par la Chambre de commerce, soit au moyen d'emprunts, soit sur ses ressources personnelles, s'élève à 8,102,557 francs.

La *Chambre de commerce de Nantes* est concessionnaire des voies ferrées posées sur les quais de rive droite dans la partie maritime du port, et elle administre les grues fixes et les grues roulantes, à bras et à vapeur, qui sont placées dans la même région.

On compte à Nantes neuf grues à bras, dont la force varie de 1,200 à 15,000 kilogrammes, sept grues à vapeur de 1,500 kilogrammes, et une bigue ou trépied oscillant à vapeur, capable de soulever des poids de 60 tonnes.

Les installations de la rive gauche de la Loire appartiennent à des particuliers; deux bigues de 40 tonnes appartiennent aux Chantiers de la Loire. La marine possède, en outre, une grue à bras de 10 tonnes pour son usage exclusif. Les hangars des quais appartiennent les uns à la Compagnie d'Orléans, les autres à diverses compagnies de navigation à vapeur. La Chambre de commerce est concessionnaire de l'entrepôt réel des douanes; elle a en outre des magasins où elle reçoit les marchandises placées sous le régime des magasins généraux. La superficie totale affectée à ces dépôts est de 50,000 mètres carrés. On trouve à Nantes d'autres magasins, ceux qui dépendent de la Compagnie des magasins généraux de Paris, puis les docks nantais et les docks maritimes. La Chambre de commerce de Nantes a dépensé 400,000 francs environ pour l'outillage des quais du port; elle se propose de le compléter, au fur et

IMPRIMERIE NATIONALE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à mesure des besoins, par l'installation de nouveaux engins. Elle a en outre fait à l'État une avance de 9,500,00 francs pour assurer dès l'année 1891 l'achèvement du canal maritime de Nantes à la mer, qui permettra l'accès de Nantes aux navires d'un tirant d'eau de 6 mètres, mais qui entraînera une transformation complète d'une notable portion des quais. L'exécution de ces travaux de transformation exigera une dépense de quelques millions. Le programme en est arrêté dès aujourd'hui. Les charges financières de l'avance de 9,500,000 francs faite à l'État ne retombent pas du reste entièrement sur la Chambre de commerce : la ville de Nantes et le département de la Loire-Inférieure en supportent une partie.

La *Chambre de commerce de Dieppe* avait établi dès 1826, sur les jetées Ouest et Est, des magasins contenant des amarres de secours, qu'elle continue à entretenir avec tous les perfectionnements les plus récents; en 1858 elle a construit un gril de carénage, qu'elle vient de reconstruire. Elle a installé des mâts de signaux sur les deux jetées. En 1866, elle a fait construire, concurremment avec la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, une grue de 30 tonnes. Depuis 1867, elle a construit plusieurs ponts à bascule. Il y en a sept aujourd'hui, et l'une de ces bascules peut peser des wagons entiers. Le commerce anglais conclut ses marchés sur le poids reconnu par les bascules du port de 1876. On doit signaler l'établissement, sur le quai Sud du bassin Bérigny, de voies ferrées à lacet, grâce auxquelles chaque navire à quai peut opérer séparément les mouvements des wagons pleins et des wagons vides, sans entraver les opérations de chargement ou de déchargement des navires voisins. Cette amélioration des voies des quais remonte à 1868. En 1876, la Chambre de commerce a établi, sur le port, deux grues à vapeur de 1,500 kilogrammes; elle en possède dix-neuf aujourd'hui. En 1880, elle fit construire sur les quais des bureaux servant d'abri aux pilotes et aux gardiens du commerce. Elle contribue à la dépense d'éclairage des quais par des becs intensifs, pour faciliter le chargement et le déchargement pendant la nuit. Elle a fait établir des barrages pour le déchargement des pétroles. Elle possède en location sur le terrain de l'État des magasins et des hangars occupant une surface totale de 12,000 mètres carrés. Si l'on ajoute les sommes dépensées par la Chambre de commerce de Dieppe pour ces diverses opérations, ainsi que pour les subventions accordées aux travaux du port, on arrive à un total de 3,700,000 francs. Notons, en finissant, la création à Dieppe d'une école d'hydrographie, pour laquelle la Chambre de commerce a voté une somme de 2,000 francs.

La *Chambre de commerce de Boulogne* possède sur les quais du port deux grues fixes à bras, l'une de 15 tonnes, l'autre de 4 tonnes 1/2. Les compagnies des bateaux à vapeur en possèdent d'autres pour leur usage particulier. Un décret du 24 décembre 1885 a autorisé la Chambre de commerce à établir et à exploiter sur les quais du port douze grues et quatre cabestans hydrauliques; mais jusqu'à présent cet outillage n'a pas encore été installé. Elle exploite des hangars et des magasins de visite, établis près des quais où accostent les paquebots réguliers; elle est autorisée par le même décret à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élever sur les quais du bassin à flot et du port de marée de nouveaux hangars, qui porteront la surface couverte totale à 8,300 mètres carrés. Elle exploite aussi l'entrepôt réel des douanes.

La *Chambre de commerce de la Rochelle* exposait le plan en relief du port en eau profonde établi à la Pallice, dont nous avons parlé dans le paragraphe consacré aux travaux maritimes.

La *Chambre de commerce de Cherbourg* a contribué par ses subventions à l'amélioration du port de commerce, comprenant l'approfondissement de la passe d'entrée à 1 m. 50 au-dessous du zéro du marégraphe, le dérochement de toute la partie rocheuse de l'avant-port, la construction d'une deuxième écluse, de 16 mètres de largeur, entre le port et le bassin à flot, celle d'un pont tournant en fer, avec deux voies charretières et trottoir pour les piétons, au-dessus des deux écluses; la construction du bâtiment des machines pour la manœuvre hydraulique des portes, du pont tournant et des cabestans de halage; le parachèvement du bassin à flot, avec consolidation de l'ancienne écluse, le remaniement de la forme de radoub, etc. La Chambre de commerce a contribué aux dépenses de ces divers travaux en 1880 pour une somme de 250,000 fr., la ville de Cherbourg faisant à l'État l'abandon d'une pareille somme; à partir de 1885, pour une somme de 350,000 francs, non remboursable, puis enfin, pour un capital de 850,000 francs, à titre d'avance à l'État, remboursable en quinze annuités, au taux de 4 p. 0/0. La Chambre de commerce assure le service de ses emprunts par la perception des droits de tonnage, et au moyen de certaines allocations spéciales, consenties par la ville de Cherbourg et le département de la Manche.

La *Chambre de commerce de Bayonne* s'est trouvée en retard pour faire admettre à l'Exposition un plan en relief représentant les améliorations réalisées dans ces dernières années pour la navigabilité de l'Adour et l'installation du port. Elle s'est bornée à produire un plan général, des plans de l'embouchure à différentes époques, une notice sur le port de Bayonne et quelques photographies. Ces documents suffisent pour mettre en évidence les résultats obtenus : redressement du lit de l'Adour et fixation de son embouchure, fixation du chenal et de la barre qu'il traverse, approfondissement de 1 mètre environ pour la passe, et facilité d'accéder au port de Bayonne pour les navires tirant 5 m. 50 et jaugeant 2,500 tonneaux. La Chambre de commerce a organisé dès 1841 un service de remorquage, dont le produit, à raison de 0 fr. 30 par tonneau, devait être exclusivement affecté à l'entretien du remorqueur. Ce n'est qu'en 1887 que la Chambre de commerce a été autorisée à affecter les revenus du remorquage à tous les services qu'elle avait à entretenir ou à subventionner. Aujourd'hui on trouve à Bayonne trois grues à vapeur de 1,500 kilogrammes; une quatrième grue de même force est placée au port de Boucau, et on va mettre en exploitation dans le même port une grue de 5 tonnes. La construction d'une grue ou machine à mâter de 30 tonnes est décidée en principe. Cet outillage, ainsi complété, aura coûté à la Chambre de commerce la somme de 250,000 francs. Elle a en outre coopéré aux travaux du port, d'abord par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une somme de 30,000 francs, destinée à l'agrandissement du quai Saint-Esprit, puis par une avance sans intérêt de 160,000 francs, destinée à hâter l'achèvement de ces travaux. Un droit de tonnage de 0 fr. 15 a été créé pour permettre à la Chambre de se couvrir des charges qui résultent pour elle de cette avance. Elle est en instance près de l'État pour obtenir la création sur la rive gauche de l'Adour d'une gare maritime, que le commerce local réclame depuis longtemps. On prévoit en effet un développement nouveau du mouvement maritime de Bayonne, dès que la ligne de Bayonne à Saint-Étienne-de-Baïgorry sera ouverte, et amènera au port des minerais de fer qui feront concurrence aux minerais de Bilbao; et la Chambre de commerce se prépare à mettre l'outillage du port en harmonie avec la situation nouvelle qui résulterait de cette extension du mouvement commercial.

§ 4. Entrepreneurs, Sociétés de construction.

Nous passerons en revue dans un paragraphe spécial les principales maisons de construction qui se sont formées en vue des entreprises de travaux publics, et qui apportent le plus utile concours aux grands travaux exécutés par l'État.

L'une des premières en date est la Société de construction des Batignolles, précédemment Ernest Goüin et Cie, à Paris. Elle a été fondée en 1845, comme société de commandite, par Ernest Goüin, pour la construction des locomotives; mais bientôt elle étendit son champ d'action, inaugura en France la construction des ponts métalliques et les fondations à l'air comprimé, puis entreprit à Nantes les constructions navales; elle y joignit enfin les entreprises de travaux publics, chemins de fer, ports et canaux. En 1871, elle se transforma en société anonyme. Le premier grand ouvrage en fer construit en France est le pont d'Asnières, qui est l'œuvre de l'ancienne maison Goüin. Depuis, la maison a construit plus de 1,200 grands ponts, pesant ensemble plus de 100,000 tonnes, et répartis en France, en Belgique, en Autriche-Hongrie, en Russie, en Espagne, en Italie, en Roumanie, au Brésil, etc.; la maison a exécuté 220 fondations à l'air comprimé. Comme travaux publics, elle a construit environ 2,500 kilomètres de chemins de fer en France, en Algérie et Tunisie, en Russie, en Italie, en Belgique, en Autriche, en Roumanie, au Vénézuéla, dans la République Argentine; elle a commencé le port de Malaga et est chargée des travaux des ports de la Goulette et de Tunis. Comme canaux, elle a créé le canal de Pierrelatte et tous ses dérivés. L'exposition de la Société des Batignolles comprenait un plan en relief des travaux du port de Tunis, un modèle du pont du Viaur, sur la ligne de Carmaux à Rodez, et de nombreux dessins des principaux ponts exécutés par la Société, et des lignes qu'elle a construites; enfin quelques dessins représentant divers appareils, tels que dragues, treuils à vitesses variables, appareils pour l'essai des métaux, etc.

Les Anciens établissements Cail forment, depuis 1882, une Société anonyme qui a racheté l'actif de l'ancienne maison Cail, fondée en 1812. Ils occupent à Paris (Gre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nelle) une surface de près de 80,000 mètres carrés, et emploient parfois jusqu'à 3,000 ouvriers.

La Société a des succursales à Denain et à Douai; elle a des agences à la Havane, à Porto-Rico, à la Guadeloupe, à la Martinique, à la Réunion, à l'île Maurice, à Java, dans la République Argentine, et elle en a fondé de nouvelles en Espagne, en Portugal, en Égypte, au Brésil, au Mexique, etc. Ses travaux comprennent la fabrication des usines à sucre, les locomotives et le matériel des chemins de fer, les ponts et charpentes métalliques, et depuis quelques années, la fabrication des canons et de tout le matériel d'artillerie, les torpilleurs, les avisos, les embarcations à vapeur. Comme travaux publics exécutés par les établissements Cail, nous citerons, à Paris, une partie du pont de la place de l'Europe sur le chemin de fer de l'Ouest, une partie de la charpente de l'Exposition de 1878, le pont de Grenelle, la passerelle des Cygnes qui fait communiquer Grenelle et Passy, le pont Caulaincourt sur le cimetière Montmartre, la restauration du pont d'Arcole, les nouveaux ponts du chemin de ceinture pour la suppression des passages à niveau, le pavillon du Mexique à l'Exposition de 1889, et la moitié de la grande galerie des machines; les monte-charges de l'Hôtel des postes, exécutés en cinq mois, pour en remplacer d'autres qui n'avaient pu fonctionner; dans les départements, les viaducs de la Cère et de la Creuse, de la Bouble et du Bellon, plus de 30 ponts, dont l'un sur la Loire, à Saumur, occupe une longueur de 1,050 mètres en 14 travées, l'ascenseur des Fontinettes, sur le canal de Neufossé, les portes métalliques des écluses à sas du bassin de l'Est à Calais, des coupoles tournantes pour divers observatoires, etc.; à l'étranger, on peut citer comme l'œuvre de la maison le pont de Budapest, le pont de Stein sur le Rhin en Suisse, les ponts du Bas-Valais, les ponts de Plaisance, de Ponte-Lagoscuro, de Borgo-Forte, en Italie, les ponts des chemins de la Calabre et de la Sicile, le pont de Palma del Rio, sur le Guadalquivir, et les ponts des lignes d'Albacète à Carthagène et de Cordoue à Cadix; de nombreux ponts en Portugal, en Hollande, un wharf métallique pour un port de la Grèce; un outillage complet de port pour la Chine, divers travaux pour le Sénégal et le Vénézuéla. L'exposition des établissements Cail comprenait le modèle de l'ascenseur des Fontinettes et diverses photographies des ouvrages métalliques les plus remarquables construits par la maison depuis 1878.

L'exposition de M. Gustave Eiffel comprenait d'abord la tour de 300 mètres qui porte aujourd'hui son nom, et sur laquelle nous reviendrons plus loin, puis, dans un pavillon spécial, les modèles et les photographies des principaux travaux d'art exécutés par la maison : nous citerons seulement les ponts du Douro et de Garabit, exécutés suivant un type spécial créé par M. Eiffel, le viaduc de la Tardes, des écluses à grande dénivellation, destinées principalement au canal de Panama, la coupole mobile et flottante de l'observatoire de Nice, enfin un type de ponts portatifs et démontables qui, primitivement destinés aux usages de la guerre, peuvent parfois rendre à l'exploitation des chemins de fer, en cas d'accidents, les plus signalés services. Cette question

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des ponts démontables nous amène à présenter ici un résumé des tentatives qui ont été faites jusquà présent pour résoudre le problème de l'établissement rapide d'une communication au-dessus d'une rivière ou d'une dépression quelconque. Le premier pont amovible proposé date de 1879, et est connu sous le nom de *système Marcille,* du nom de son inventeur; il s'appliquait à des portées de 10 à 45 mètres au plus; il exigeait, pour la mise en place, une grue spéciale et le maniement de poids de 12 à 18 tonnes suivant la portée. En 1880, M. le commandant Henry imagina un type de pont à treillis à grande maille, qui fut construit en 1885 par la Compagnie de Fives-Lille; le poids maximum à remuer se trouve réduit à 375 kilogrammes, et la durée de la mise en place n'excède pas trente-trois heures et demie. Un autre type, connu sous le nom de *type Coyer et Marion,* a été construit en 1884 par la Société Cail. La portée varie de 30 à 60 mètres, le treillis est à grande maille, le poids à remuer est de 600 kilogrammes; la durée de la mise en place pour une portée de 30 mètres a été trouvée de soixante heures.

Cette même année 1884, la maison Eiffel a produit un type de pont à paroi triangulée, où la portée n'excède pas 30 à 45 mètres; la mise en place pour une portée de 30 mètres exige environ cinquante-cinq heures. La Société de Commentry et Fourchambault a présenté, en 1887, un nouveau type de pont tubulaire en acier, portatif et démontable, connu sous le nom de *système Brochocki;* la paroi est constituée encore par des triangles isocèles juxtaposés. Nous citerons encore le système Seyrig, construit par la Compagnie française de matériel des chemins de fer, qui diffère du précédent par l'emploi de triangles rectangles au lieu de triangles isocèles; le système Schryver, qui offre des dispositions analogues et qui est construit par les forges et fonderies de Hautmont; le système Decauville, etc.

De tous ces types, le plus robuste et le plus facile à transporter paraît être le pont en acier de M. le commandant Henry, construit par la Compagnie de Fives-Lilles; il a été l'objet, au mois de juillet dernier, d'un essai pour le passage du Var, lequel a 110 mètres de largeur. Le pont a été mis en place en cinquante-deux heures, et il a pu livrer passage aux troupes sans qu'on ait pu constater la moindre oscillation. Lorsque la longueur du pont est insuffisante, on la complète par l'emploi de ponts sur chevalets. Avec ce complément, la distance à franchir ne présente, pour ainsi dire, aucune limite. Les ponts de M. Eiffel, de portée plus modeste, ont été utilisés à plusieurs reprises pour rétablir d'urgence la circulation de chemins de fer coupés par les cours d'eau en crue.

La Compagnie de Fives-Lille, fondée en 1866, possède les ateliers de construction de Fives (Nord) et de Gisors (Rhône), et les sucreries d'Abbeville (Somme), de Coulommiers (Seine-et-Marne) et de Neuilly-Saint-Front (Aisne). Les ateliers de Fives occupent une surface de 10 hect. 50 et emploient 2,500 ouvriers. Ceux de Gisors, sur une surface de 2 hect. 50, emploient 500 ouvriers environ. La Compagnie a construit, à l'étranger, le chemin de fer de Budapest à Belgrade, qui forme, sur une longueur de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

420 kilomètres, un tronçon de la ligne directe de Paris à Constantinople; en France, elle a construit les chemins de fer de l'Orne, et exploite la ligne à voie étroite de la Mure à Saint-Georges-de-Commiers; elle a entrepris la construction d'un réseau de chemins de fer dans la République Argentine. Comme exposition dans la classe 63, la Compagnie présente des types de ponts portatifs, le modèle du pont tournant du bassin d'Arenc à Marseille, des *titans,* ou appareils de levage, dont l'un est destiné au port de Leixodes (Portugal), et l'autre a servi aux travaux du port de l'île de la Réunion; le modèle du pont de la Saf-Saf sur le réseau de l'Ouest algérien; le modèle du pont Lafayette sur le Rhône; enfin des vues des ouvrages métalliques construits par la Compagnie dans le monde entier. La Compagnie de Fives-Lille, depuis sa fondation, a construit des ouvrages métalliques dont le poids total atteint 160,000 tonnes. Le nombre des fondations à l'air comprimé qu'elle a exécutées dépasse 300.

Les Ateliers de construction de Creil, fondés en 1858 par MM. Le Brun et Lévèque, sont depuis 1886 sous la direction de MM. Daydé et Pillé; la maison s'occupe de la construction des machines, des constructions métalliques et des entreprises industrielles. Elle occupe 500 à 600 ouvriers. Ses principaux ouvrages sont, en France, le pont métallique de Cubzac, sur la Dordogne, pour le lançage duquel MM. Daydé et Pillé ont imaginé un procédé très simple, que nous avons signalé plus haut; le pont de la Penzé sur le chemin de fer de Morlaix à Roscoff; les ponts de Saint-Jean-de-Losne et de Nevilly, sur la Saône et sur le Doubs; le pont de Cadillac sur la Garonne; le viaduc du Thouet sur la ligne de Paris à Bordeaux (État); les portes métalliques de l'écluse des transatlantiques au Havre; celles du port de Saint-Malo. Les mêmes constructeurs ont élevé, sur fondation pneumatique, les magasins généraux de Nantes, qui comprennent une ossature métallique sur laquelle se reportent tous les efforts, les murs en maçonnerie ne jouant là que le rôle de fermeture et de remplissage. Ils ont construit sur la Saône le barrage éclusé de la Mulatière, au confluent du Rhône. Sous le nom de *Terrassier à vapeur français,* ils exposaient un excavateur qui permet de creuser une fouille de 8 mètres de profondeur sur une largeur de 4 m. 50, sans déplacement des voies, et qui dépose les déblais en cavaliers. Notons enfin que MM. Daydé et Pillé avaient exposé un projet de pont sur le Viaur, d'après un type spécial.

La maison A. Moisant, Laurent, Savey et Cie, à Paris, a débuté en 1866 par l'entreprise de constructions civiles et industrielles; c'est à cette première période que se rattache la construction de l'usine de Noisiel, des usines à sucre pour les colonies, du Bon Marché, etc. En 1873, commencent pour la maison les entreprises des travaux militaires du Ministère de la guerre; elle y joint bientôt les commandes du Ministère de la marine. M. Moisant exécute le pavillon du Ministère des travaux publics à Philadelphie, pour l'Exposition de 1876. En 1878, il prend une notable part à la construction des galeries de l'Exposition universelle. La maison Moisant, dont la production s'était élevée en 1866-1867 à 147 tonnes, dépasse 10,527 tonnes en 1888-1889. Elle ne se borne plus aux bâtiments, et la construction des ponts est devenue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour elle une des principales branches de la production. Nous citerons, parmi les nombreux ouvrages d'art qui sont sortis de ses ateliers, le pont-route de Champtoceaux sur la Loire, la passerelle de la Villette, à Paris, le pont de Dion sur la Loire, près de Moulins, le pont de Châteaudun sur le Loir, le pont de Chatellerault sur la Vienne, pour le passage du chemin de fer de l'État, le pont de Château-Renaud sur le Loir, avec membrure parabolique; les fermettes du barrage de Port-Villez, sur la Seine, les estacades métalliques de Dieppe, l'appontement de Saïgon. La participation de la maison Moisant à l'Exposition est fort importante : elle a, notamment, exécuté toute l'ossature métallique du dôme central, par un procédé de montage sur lequel nous aurons à revenir. On lui doit aussi la passerelle de l'Alma, montée en porte-à-faux, et le pavillon de la République du Chili. En dehors de l'Exposition, on a admiré la rapidité avec laquelle la maison Moisant a élevé les nouvelles arènes de la rue Pergolèse, où l'on a donné aux Parisiens le spectacle espagnol des courses de taureaux.

La fonderie de Fourchambault, fondée en 1825 par M. Émile Martin, devenue en 1853 la propriété de la Société Boignes, Rambourg et C^ie^, s'est transformée en 1874 dans la Société anonyme des fonderies et ateliers de construction de Commentry-Fourchambault. Elle comprend une fonderie, des ateliers pour forge, tournage, ajustage et montage, un atelier de grosse chaudronnerie, enfin des ateliers pour la construction des wagons. Les fonderies et ateliers occupent une surface de 10 hect. 50, dont 2 hect. 50 couverts; on trouve réunies sur cet espace 22 machines à vapeur, d'une puissance totale de 400 chevaux, et 300 machines-outils. Le nombre des ouvriers est de 1,000 en moyenne, et atteint parfois 1,200. La liste des ouvrages d'art exécutés par les ateliers comprend un grand nombre de ponts, parmi lesquels nous citerons les deux ponts de la Marne sur la ligne de Lyon, le pont sur la Loire à Nevers, le pont de Beaucaire sur le Rhône, les ponts sur l'Isère et le Rhône pour la ligne de Lyon à Avignon, les ponts de Gisors, de la Voulte, de Saint-Rambert, sur le réseau de Paris à la Méditerranée, le pont de Lima, le pont de Culoz, et enfin, à une époque plus récente, le pont de Cahors et le pont Barbin à Nantes. La Société de Commentry-Fourchambault est un des derniers établissements qui emploient encore la fonte dans les grands ouvrages : nous citerons notamment le pont Haudandine, à Nantes, qui emploie 950 tonnes de fonte, et le pont de Cahors, qui en absorbe 1,683; le premier a été construit en 1879, le second en 1882. L'exposition de la Société comprenait dans la classe 63 des dessins représentant les ponts de Lima, de la Voulte, de Saint-Rambert, les ponts sur la Mayenne à Changé, sur le Doux dans le département de l'Ardèche, le marché couvert de Dijon, les églises du Vésinet et de Clermont-sur-Oise, les barrages et écluses de la Marne, des modèles du pont d'Alais sur le Gardon, du pont de Barbin sur l'Erdre, enfin du système de pont portatif et démontable proposé par M. Brochocki. Des photographies montraient les opérations du montage pour certains ponts, le pont Saint-Michel à Toulouse et le pont de Barbin, à Nantes.

M. Hersent, ingénieur civil, entrepreneur de travaux publics, à Paris, exposait les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travaux exécutés par lui au moyen de l'air comprimé, ainsi que ceux qu'il exécute en ce moment au port de Lisbonne. Les travaux de M. Hersent se partagent en quatre périodes. Dans la première, de 1856 à 1860, il a dirigé des travaux pour le compte des entrepreneurs, MM. Castor et Jacquelot, avec participation aux bénéfices; c'est dans cette période qu'il fit les fondations du pont de Kehl sur le Rhin, au moyen de l'air comprimé. De 1860 à 1873, M. Hersent fit des travaux en participation ou en association avec M. Castor; on trouve dans cette seconde période les fondations du pont d'Argenteuil, celles du pont de Rovigo sur l'Adige, des ponts d'Arles et de Saint-Gilles sur le Rhône, des travaux en Algérie et dans divers ports de mer, à Brest, à Boulogne, à Marseille, à Philippeville, etc., les fondations pneumatiques du pont de Stadlau sur le Danube, du pont d'Algyo, près Szegedin, sur la Theiss, du pont de Linz, du pont Franz-Josef, etc. La troisième période comprend les travaux exécutés par M. Hersent, seul ou en association avec divers constructeurs, de 1873 à 1888; nous y voyons les travaux de la régularisation du Danube, à Vienne, entrepris par MM. Castor, Couvreux et Hersent; l'approfondissement du canal de Gand, le bassin de radoub de Missiessy, à Toulon, exécuté au moyen de grands caissons métalliques, l'écluse de chasse du port d'Honfleur, les installations maritimes du port d'Anvers (Couvreux et Hersent), l'enlèvement de la roche «la Rose» dans le port de Brest, la fondation du pont de Cadillac sur la Garonne, celle du viaduc Saint-Léger, à Saint-Germain-en-Laye, la participation aux travaux du canal de Panama (Couvreux et Hersent), les écluses de Saint-Aubin sur la Seine (Hersent et Langlois), divers dérochements à l'entrée du port de Cherbourg et la réfection d'un bassin de radoub, les fondations des quais d'Elbeuf, la construction d'un bassin de radoub à Saïgon (Cochinchine), la fondation des piles et culées du pont Saint-Michel à Toulouse (Hersent et Langlois), la reconstruction des quais de Dunkerque, l'entreprise de la gare maritime de la baie de Bougie (Hersent et Lesueur). La quatrième période comprend les travaux en cours d'exécution, c'est-à-dire les travaux du port de Lisbonne, savoir : 10 kilomètres de quais, des terre-pleins, des darses, deux bassins de radoub, des hangars et un outillage hydraulique avec grues et engins de chargement et déchargement, et divers travaux accessoires, tels que les remblais à élever le long du Tage pour le passage de la ligne de Lisbonne à Belem, avec travaux de défense des rives et canalisation pour les égouts. L'ensemble de ces diverses entreprises à Lisbonne représente une somme de 72 millions de francs. Le chiffre total des dépenses faites par M. Hersent, seul ou en collaboration avec divers associés, pendant les trois premières périodes, ressort à plus de 224 millions de francs.

Nous devons citer, avant de quitter M. Hersent, un projet qu'on peut à bon droit qualifier de gigantesque, et qu'il présente en collaboration avec MM. Schneider et C^ie^, c'est-à-dire avec les *usines du Creusot,* pour l'établissement d'un pont fixe à travers le Pas-de-Calais; deux ingénieurs anglais, sir John Fowler et M. Benjamen Baker, ingénieurs du pont sur le Forth, sont attachés comme ingénieurs-conseils à l'entreprise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La distance à franchir, 38 kilomètres, serait partagée en travées alternées de 300 mètres et de 500 mètres, établies dans le système Cantilever. L'estimatif monte à 860 millions de francs et la durée prévue des travaux est évaluée à dix années. Dans ce projet, les fondations et l'érection des piles en maçonnerie sont étudiées par M. Hersent; le Creusot a étudié la question de la superstructure métallique.

La Société des ponts et travaux en fer (ancien établissement Joret), propriétaire des ateliers de Montataire, exposait, sous forme de dessins ou de modèles, la disposition de plusieurs chantiers dans les travaux qu'elle exécute à l'étranger ou dans les colonies. Nous citerons particulièrement le mode d'attaque et d'exploitation du grand massif de 78 mètres de hauteur traversé par le canal de Corinthe; les viaducs en maçonnerie de la ligne de Ménerville à Tizi-Ouzou, pour lesquels on a employé des cintres en fer placés sur plancher métallique; enfin, les chantiers de terrassements du chemin de fer de Saïgon à Mytho, en Cochinchine. La Société a construit le dôme de 34 mètres de la galerie des Arts libéraux dans le palais de l'Exposition de 1889. Des aquarelles montraient les grands travaux construits par la Société, le grand viaduc de Marly-le-Roi, le pont de 80 mètres du canal de Corinthe, le marché central de la place de la Lyre à Alger; la reconstruction du grand pont sur l'Èbre, à Castijou, sur le chemin de fer de Pampelune à Saragosse; enfin vingt et une photographies, représentant des ponts, des viaducs et diverses charpentes de gares. La Société des ponts et travaux en fer est constituée depuis 1882; elle a succédé à la maison Joret et C^ie^, fondée en 1857. Les ateliers de Montataire, qu'elle exploite, sont situés à 48 kilomètres de Paris, sur la ligne de Paris à Creil. Ils occupent une surface de 35,000 mètres carrés, dont 8,000 couverts.

La production annuelle s'élève à 10,000 tonnes, et le chiffre des affaires de la Société a dépassé, dans les cinq années 1883 à 1888, la somme de 60 millions de francs.

MM. Zschokke et Terrier, entrepreneurs de travaux publics, exposent les dessins des travaux qu'ils exécutent en France et en Italie, et un modèle d'écluse pour fondations pneumatiques. M. Zschokke a entrepris seul, depuis 1880, les travaux des ports de Saint-Malo-Saint-Servan, de Cherbourg, de Fécamp, de Paimbœuf, de Nantes et de la Ciotat, des écluses de Poses, des barrages de Meulan et de Port-Mort, du viaduc de Marly; il a construit des ponts sur la Moselle, sur la Meuse, sur la Somme, la Seine, la Marne, l'Allier, la Durance; il a fait les fondations du magasin du Printemps, à Paris.

Associé avec M. Terrier, il a entrepris le port de la Pallice, près la Rochelle, où nous avons vu qu'on a employé au large les procédés pneumatiques jusque-là réservés pour les travaux intérieurs des ports; les quais de Bordeaux et de Bayonne; le barrage de Méricourt, les ponts de Rangiport; et en Italie, les quais, égouts et dragages du Tibre, les ponts Garibaldi, Cestio et Palatino, à Rome, le bassin du radoub de Livourne, les bassins et les quais du port de Gênes. Ce qui caractérise la méthode de MM. Zschokke et Terrier, c'est qu'ils ont toujours soin d'enlever les parois métalliques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des caissons à l'abri desquels ils ont opéré sous l'eau, sans laisser entre les maçonneries ces fers qui sont exposés à la rouille, au grand préjudice des maçonneries voisines. En d'autres termes, le caisson de MM. Zschokke et Terrier est mobile; on le transporte d'un point à un autre, comme une véritable cloche à plongeur, sans l'abandonner dans les fondations, comme on le faisait pour les grands caissons employés jusqu'à présent. Les caissons de MM. Zschokke et Terrier sont munis de deux écluses : une écluse spéciale de grande dimension sert au passage des gros moellons; la seconde écluse sert au passage des ouvriers et au service du béton. Grâce à la disposition des sas, les entrepreneurs arrivent facilement à faire 60 à 65 mètres cubes de maçonnerie sous l'eau en vingt-quatre heures. L'écluse à matériaux a été imaginée pour les travaux de la Rochelle; elle a été perfectionnée depuis, et est employée maintenant avec succès aux travaux de Gênes et de Bordeaux.

§ 5. Exposition étrangère des travaux publics.

Nous devons citer en premier lieu l'exposition des anciens élèves de l'École des ponts et chaussées.

M. de Souza-Gomès présentait une note et des photographies, sur les travaux qu'il a exécutés en Portugal pour amener à Lisbonne les eaux des sources de l'Alviella. Cette dérivation décuple le volume d'eau offert aux habitants de la ville. L'aqueduc est maçonné; il a la forme ovoïde. Des siphons métalliques servent à franchir les vallées que le tracé rencontre.

La cote de départ est à 53 m. 44 au-dessus de la mer, la cote d'arrivée à 27 m. 70. Les eaux sont reprises en ce point par des machines à vapeur qui les refoulent jusque dans les quartiers les plus élevés. La pente du canal est de 0 m. 12 par kilomètre, sauf pour les conduites forcées, où elle est portée à 0 m. 60. La longueur de la dérivation dépasse 114 kilomètres, sur lesquels 15,600 mètres sont en siphons, et 17,500 mètres en souterrains. Le travail a été commencé en 1871, interrompu jusqu'en 1875, et terminé en 1881. La dépense totale, pour l'aqueduc, le réservoir et les machines avec leurs accessoires, s'élève à 19,500,000 francs. L'ouvrage le plus important est le siphon de Sacavem, qui traverse une dépression de 34 mètres de flèche; l'ouvrage qui franchit la rivière est un arc en tôle de 45 m. 50 de portée et 13 m. 50 de flèche, qui a été construit par la maison Cail, de Paris. Un ancien élève de l'École des ponts et chaussées, M. Alfred-L. Rives, avait construit précédemment, près de Washington, un siphon renversé analogue à celui de Sacavem.

M. Boemches a exposé des mémoires très complets, avec atlas, sur les travaux du port de Trieste; le système adopté pour la construction des ouvrages de ce port était celui qu'on a inauguré à Marseille. Mais la mauvaise qualité du fond a créé à Trieste des difficultés exceptionnelles; on avait affaire à une vase très mobile, dans laquelle les blocs s'enfonçaient à d'énormes profondeurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Chiesa a exposé les travaux très difficiles qu'il a dirigés pour la construction du chemin de fer de Salamanca à la frontière portugaise, à travers des terrains mouvants.

MM. de Carvalho et Cordeiro ont présenté également, sous forme de dessins et de photographies, la construction de chemins de fer très difficiles et de plusieurs grands ponts.

M. Cornaglia exposait ses recherches scientifiques sur les plages de sable, sur la propagation des ondes et sur le flot de fond; elles font suite au beau mémoire sur le mouvement des vagues, qu'il a inséré dans les *Annales des ponts et chaussées*.

MM. Gazis, Georgiades et Soulis, ingénieurs du Gouvernement hellénique, ont exposé un grand album contenant les travaux qu'ils ont exécutés en Grèce.

M. Guerreiro, auteur des projets du port de Lisbonne, dont il a dès le début dirigé les travaux, a exposé de nombreux documents relatifs à ce port; il y a joint un rapport sur les travaux publics de la Hollande, et d'autres mémoires intéressants, entre autres une notice sur l'École agricole de réforme, en construction à Villa-Fernando (Portugal).

M. Hulewicz a exposé les mémoires où il étudie la théorie des poutres droites et des ponts métalliques. Une partie de ces mémoires ont été insérés aux *Annales des ponts et chaussées*.

L'ouvrage de M. de Leber, sur le calcul des ponts métalliques, traduit en français par M. Bricka, ne peut manquer de fournir d'utiles renseignements à tous ceux qui s'occupent de constructions en fer ou en acier.

M. Pillet exposait les nombreux ouvrages dans lesquels il a résumé les cours qu'il professe avec tant de succès à l'École des ponts et chaussées et à l'École des beaux-arts, ainsi qu'au Conservatoire des arts et métiers.

M. Pontzen, président de l'Association des anciens élèves externes, exposait l'ouvrage qu'il a publié en collaboration avec M. Lavoinne, sur les chemins de fer des États-Unis d'Amérique, ainsi que des recherches personnelles sur l'assainissement des villes, et des mémoires sur le port de Trieste, aux travaux duquel il avait autrefois participé.

M. Sacuto exposait les dessins de théâtres, de villas et d'établissements industriels construits par lui en divers pays.

M. de Serres, directeur de la Compagnie austro-hongroise des chemins de fer de l'État, exposait les types d'ouvrages d'art de cette Compagnie, plusieurs grands ponts ou viaducs, et un album contenant la reproduction artistique des principaux ouvrages répartis sur les 1,000 kilomètres de chemins de fer construits sous sa direction.

MM. Switkowski et Woyciechowski présentaient des mémoires sur le calcul des terrassements.

MM. Viana et Zaleski présentaient des notes relatives au calcul des ponts métalliques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Habich, directeur de l'École supérieure des ingénieurs de Lima (Pérou), a exposé divers mémoires scientifiques intéressants, et une série de rapports relatifs à l'école placée sous sa direction. Cette école a été fondée en 1876. Elle comprend deux branches distinctes : les constructions civiles et les mines; dans chacune on trouve comme professeurs d'anciens élèves des Écoles des ponts et chaussées et des mines de Paris. Désorganisée pendant l'occupation chilienne, de 1881 à 1883, l'École de Lima fut reconstituée en 1884; elle n'a cessé de se développer depuis. Jusqu'en 1889, elle a formé 20 ingénieurs des mines, 10 ingénieurs des constructions civiles, 7 géomètres de mines, sans compter les élèves qui ont embrassé des carrières diverses. L'établissement publie des annales et un bulletin mensuel, publication très répandue dans le Nouveau-Monde; l'autorité qui s'y rattache a fait de l'École de Lima une sorte de corps consultatif de l'État en matière technique et au point de vue des législations spéciales. L'instruction qu'on y donne aux élèves a pour but, non seulement de former des théoriciens, mais bien de les rendre capables de se tirer honorablement par eux-mêmes des difficultés qu'ils rencontreront dans l'application. Aussi a-t-on tenu à donner à l'enseignement un caractère éminemment pratique.

Citons encore les expositions de MM. de Arrigunaga, Achille Bazaine, capitaine Bixby, Gustave Blum, Antoine Braun, Daviot, William Dawson, Gentilini, de Goldschmidt, Howyan, Arnold Kramer, Lazarus, Paul Lévy-Salvador, Auguste Morel, A. de Soulis, de Timonoff et Vignes. Les anciens élèves des ponts et chaussées ont fait preuve dans ces dernières années d'une activité remarquable. Ajoutons qu'ils n'ont cessé de témoigner à la France, en tous pays et en toutes circonstances, la plus vive reconnaissance et le plus cordial attachement.

Passons aux travaux exécutés à l'étranger par des ingénieurs et des entrepreneurs français. Nous prendrons pour exemple les travaux du port de Patras, en Grèce, à 9 kilomètres à l'entrée du golfe de Corinthe. Ce port, jusqu'à ces dernières années, comprenait un môle, construit sous la domination turque, sur une longueur de 200 mètres environ, et que l'on avait prolongé d'une centaine de mètres de 1868 à 1871. En 1873, M. Pascal, alors ingénieur en chef des ponts et chaussées au port de Marseille, dressa pour Patras un projet de port; le projet comprenait la construction d'une digue extérieure de 800 mètres de longueur, et d'un môle de 232 mètres, perpendiculaire au quai de rive; la profondeur à donner au bassin compris entre la digue et la rive aurait été portée à 6 mètres par des dragages. L'entreprise fut adjugée à la Compagnie générale des travaux publics et particuliers, dont le siège est à Paris, en participation avec M. P. Magnac aîné. On commença en 1881 les travaux par l'immersion des enrochements qui devaient constituer le noyau de la digue du large. Mais on s'aperçut bientôt que le fond était argileux et compressible, que les matériaux immergés s'enfonçaient et s'étalaient, de telle sorte que le cube prévu pour la digue devait être grossi de 85 p. 100 environ pour ramener l'ouvrage à son profil régulier. La digue avait été construite sur 250 mètres environ, quand la constatation des conditions rui-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

neuses de l'entreprise amena une sorte de résiliation et l'interruption des travaux de 1882 à 1885. On ne les reprit qu'en 1885, mais c'est seulement en 1888 qu'un nouveau contrat a réglé les conditions d'exécution d'un projet modifié, qui est dû à MM. Quellennec, ingénieur en chef de la Mission française, et d'Istria, ingénieur du port de Patras.

Dans ce nouveau projet, la longueur du môle perpendiculaire à la rive est portée à 272 mètres, la longueur de la digue à 910 mètres; le noyau de la digue doit être construit en petits matériaux, et les rechargements qu'il faudra faire au fur et à mesure des tassements du fond, se feront de même en matériaux de petit échantillon, tels que galets, pierrailles, graviers, les blocs n'intervenant qu'après coup pour couvrir et protéger le noyau. La profondeur du bassin doit être portée à 7 mètres. Le montant de l'estimatif servant de base au marché, y compris certains travaux accessoires, ressort à 8,063,000 francs. L'entreprise a mis en exploitation, pour fournir les enrochements nécessaires, la carrière de Varassova, située à 15 kilomètres du port, de l'autre côté du golfe; elle fut obligée d'y faire des installations complètes, et même des assainissements, pour y faire vivre une population de 300 à 400 ouvriers. La carrière fournit 13,000 mètres cubes par mois, dont moitié en petits matériaux, moitié en blocs de diverses grosseurs. Le transport des enrochements jusqu'aux môles d'embarquement se fait par wagons sur voies ferrées; de là au lieu d'emploi, sur des chalands à l'aide du remorquage. Des projets complémentaires prévoient aujourd'hui la construction de quais, l'élargissement des deux môles, la création de quais, de môles et de terre-pleins pour le service des douanes et pour le dépôt des bois et fers; l'exécution d'une nouvelle digue de 600 mètres pour abriter le port contre les vents du nord, la construction d'une estacade en fer, d'un bassin de carénage, de deux formes de radoub, etc. Le progrès commercial du port de Patras motive toutes ces créations nouvelles.

Nous trouvons dans la section belge quelques travaux publics importants à signaler.

La Ville de Gand exposait les plans, photographies et notices relatifs aux installations maritimes récemment réalisées par cette ville. Le port de Gand n'était accessible autrefois qu'aux plus petits bateaux; depuis l'ouverture du canal de 30 kilomètres de longueur qui le relie à la mer, le port peut recevoir des navires de 5 m. 40 de tirant d'eau, de 11 m. 50 de largeur, et de 90 mètres au plus de longueur. La navigation du canal est ouverte toute l'année, et la ville de Gand est devenue un entrepôt du commerce maritime pour les contrées du Nord de la France, l'Alsace-Lorraine, la Suisse et l'Italie. Les bassins et les quais sont pourvus de l'installation la plus complète et la plus perfectionnée. Ils sont éclairés à la lumière électrique. Le commerce n'a à payer pour faire usage du port de Gand qu'une taxe unique de 0 fr. 35 par tonne.

La Ville d'Anvers exposait de même un plan en relief de ses bassins et de son port,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que tout le monde connaît aujourd'hui, et qui est devenu, comme on sait, un des ports les plus importants de l'Europe continentale du Nord.

M. Meeus, distillateur à Wyneghen-lez-Anvers, exposait le plan en relief des terrains irrigués par les eaux de son usine; il répand sur ces terrains jusqu'à 3 mètres cubes d'eaux impures par minute; et il obtient par ce procédé la purification des eaux et l'emploi comme engrais ou amendement des substances étrangères qu'elles contiennent. Divers tableaux exposent les résultats des analyses faites sur les eaux en différents points de leur parcours, et sur les terrains qui servent à les purifier.

D'autres ingénieurs belges exposaient des projets personnels : M. Hanvez, de Bruxelles, présentait les dessins d'une écluse à grande chute ; M. le général Cambrelin, un projet de brise-lames flottant, et un projet de port de guerre et de commerce, qu'il propose d'exécuter sur terre française, au cap Gris-Nez (Pas-de-Calais).

Dans la section hollandaise, nous trouvons une exposition très importante faite par l'Institut royal des ingénieurs des Pays-Bas. Nous avons déjà signalé les machines à élever les eaux de M. A. Huet, professeur à l'École polytechnique de Delft. Ces machines sont principalement destinées au desséchement des régions basses, problème capital dans un pays tel que la Hollande. L'opinion publique, en Hollande, se préoccupe actuellement du desséchement du Zuyderzee; si cette immense entreprise se réalise, les machines d'épuisement de M. Huet fourniront l'outillage perfectionné nécessaire pour un si grand travail.

MM. J. Van Hassett et de Koning ont donné le rapport d'une mission qu'ils ont accomplie dans le centre de l'Europe, pour l'étude des irrigations. Ils ont parcouru la Belgique, le Hanovre, l'Alsace, la Westphalie, la Prusse et le grand-duché de Bade. A la suite de leur étude, on a dressé un projet complet d'irrigation pour la province de Gueldre. Jusqu'alors on s'était plutôt préoccupé en Hollande du desséchement que de l'irrigation.

M. Leyds a exposé le projet de toiture qu'il a étudié en collaboration avec M. Eymer, pour la gare centrale d'Amsterdam, dont la portée atteint 52 mètres, et qui a présenté certaines difficultés de fondation. M. J. Kluit a donné le projet de siphons destinés à écouler les eaux d'Amsterdam en les faisant passer sous le canal de Merwede; ces siphons, au lieu d'être construits à grand'peine sous le canal, sont posés au fond du canal même; ils sont soutenus seulement par leurs deux extrémités, de sorte qu'il n'est jamais nécessaire d'interrompre la navigation du canal pour les réparations qu'on doit leur faire subir. L'idée première de cette solution appartient à M. Eymer; mais c'est à M. J. Kluit que revient le mérite de l'exécution.

M. C. Schnebbelie exposait les travaux de séparation de la Meuse et du Wahal. Ces deux rivières se réunissent en une seule à Wondrichem, et forment la Merwede supérieure. Le régime des deux rivières en amont étant différent pour chacune, il y a des moments où les eaux de la Meuse pénètrent dans le Wahal, et d'autres où l'échange se fait en sens inverse. Cet état de choses crée des situations très dangereuses, surtout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moment du passage des glaces, et compromet l'existence des digues, qui peuvent être submergées ou rompues. Le projet de régularisation de cette partie basse des deux rivières a été approuvé par une loi du 26 janvier 1883 : on doit créer un nouveau lit à la Meuse, de manière à la séparer complètement du Wahal, tant au confluent qu'aux déversoirs de Heerewarden. En outre, on ouvrira un second lit à la Meuse pour la rattacher à la mer. Ce lit a une longueur de 35 kilomètres environ. A ce projet se rattachent divers travaux, tels que la régularisation de la rivière Amer, l'approfondissement de certains ports, et l'établissement de canaux pour l'asséchement des polders.

Les travaux de l'Amer sont aujourd'hui presque terminés; sur la nouvelle rivière on a construit les écluses de décharge; les travaux de la Meuse sont en cours d'exécution. L'évaluation totale monte à 32 millions de francs.

Une collection de cartes et de tableaux statistiques complétait l'exposition des ingénieurs des Pays-Bas.

Dans la section anglaise, nous n'avons à mentionner, en fait de travaux publics, que peu d'ouvrages, mais l'un d'eux est très important.

La Compagnie du chemin de Londres, Brighton et la côte sud de l'Angleterre exposait le *modèle du port et du brise-lames de Newhaven*. L'ensemble des travaux projetés pour l'amélioration de ce port de la côte méridionale paraît fort important; mais l'œuvre n'est pas encore sortie de la période d'exécution.

M. Whitehouse exposait les plans et les modèles de bassins qu'il destine à emmagasiner les eaux du Nil, en Égypte; ce projet doit être, d'après l'auteur, très avantageux pour la vallée du Nil; mais il est impossible d'en juger, avant que l'expérience ait prononcé.

L'exposition anglaise comprenait enfin un modèle du pont de Forth, en Écosse, présenté par les ingénieurs qui viennent d'achever le pont, sir John Fowler et M. Benjamin Baker. Tout le monde connaît aujourd'hui ce magnifique ouvrage, qui constitue l'un des plus grands travaux du génie civil dans le monde entier. Il consacre un type de pont peu répandu jusqu'ici, le *Cantilever-Bridge*. Le pont du Forth présente deux portées de plus de 520 mètres chacune; la poutre droite qui, dans les types ordinaires, franchirait d'un seul bond ces intervalles, est, au contraire, réduite dans le nouvrau type au cinquième au plus de la portée totale. Elle repose par ses deux bouts sur des encorbellements qui font corps avec la pile, en prolongeant au dehors, pour ainsi dire, l'appui qu'elle doit fournir à l'ouvrage. De là des variations de hauteur aux divers points de la portée, qui surprennent au premier abord et auxquels l'œil a besoin de s'accoutumer.

§ 6. Les bâtiments de l'Exposition.

Dans ce dernier paragraphe, nous passerons en revue, comme rentrant dans la classe 63, les bâtiments de l'Exposition, considérés au point de vue du travail des matériaux et des difficultés de montage, plutôt qu'au point de vue architectural. L'enceinte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'Exposition universelle comprenait un très grand nombre de constructions, que l'on peut réunir en plusieurs groupes distincts, savoir :

1° Les *palais* proprement dits, c'est-à-dire la Galerie des machines, la Galerie de 30 mètres, le Dôme central, les Palais des arts libéraux et des beaux-arts, et les galeries de moindre importance contenant les expositions diverses;

2° Les *pavillons* élevés pour recevoir des expositions particulières, répartis dans les jardins ou sur l'esplanade des Invalides;

3° Les *galeries* du quai d'Orsay, entre les Invalides et le Champ de Mars, destinées à contenir certaines expositions spéciales, et notamment l'exposition agricole;

4° Les divers types de construction réunis pour former une *histoire de l'habitation;*

5° Les *restaurants* et les *théâtres;*

6° Enfin, la *tour de 300 mètres,* avec les nombreux bâtiments accessoires qui y ont été ajoutés.

Il faudrait un volume entier pour décrire dans tous ses détails un ensemble aussi complexe. Nous n'en étudierons qu'une partie, et nous limiterons notre examen au groupe des palais, à la tour de 300 mètres et à quelques-uns des pavillons, en choisissant les constructions qui contribuent le mieux à donner à l'Exposition son véritable caractère.

Le *groupe des palais* comprend, avons-nous dit, le Palais des machines, le Dôme central, la Galerie de 30 mètres qui les réunit, puis les Palais des arts libéraux et des beaux-arts. Toute l'ossature de ces diverses constructions est en fer; les autres matériaux n'y sont admis qu'à titre de remplissage. Le Palais des machines occupe une surface de 415 mètres de longueur sur 115 mètres de largeur; cette immense surface est couverte, sans appuis intermédiaires, par une série de 20 fermes, espacées, en général, de 21 m. 50, qui présentent la forme ogivale, en laissant sous clef une hauteur de 45 mètres. L'espacement des fermes atteint 25 m. 30 et 26 m. 40 dans la partie centrale de l'édifice et à ses deux extrémités. Ce qui caractérise le système de toiture, c'est que les fermes, au lieu d'être d'un seul morceau, forment, en réalité, deux morceaux distincts, qui se contrebutent mutuellement à la clef et qui reposent chacun sur une articulation ménagée dans le plan des naissances : de cette manière, la ferme présente trois articulations, qui sont des points de passage obligés de la courbe des pressions, ce qui permet de déterminer avec exactitude la distribution des efforts dans le métal. Divers contreventements s'opposent aux efforts du vent qui tendrait à renverser les fermes. Ajoutons que la fondation des massifs, sur lesquels reposent les articulations du pied des fermes, a présenté à elle seule de sérieuses difficultés, dans un terrain aussi meuble que celui du Champ de Mars. Des galeries latérales sont adjointes à la grande nef, et portent à environ 6 hectares la superficie couverte du Palais des machines. Le poids total du fer employé atteint 11,000 tonnes.

L'opération la plus délicate à faire était la mise en place des fermes. L'entreprise avait été partagée entre deux maisons, les Anciens établissements Cail, représentés

IMPRIMERIE NATIONALE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par M. le colonel de Bange, et la Compagnie de Fives-Lille, représentée par MM. Duval, directeur, et Lantrac, ingénieur en chef. Les procédés de levage ont différé pour les deux entreprises. La Compagnie de Fives-Lille eut recours à trois échafaudages, mobiles sur des rails et offrant trois points d'appui pour la construction, deux latéraux et un central. On plaçait d'abord les montants qui forment les retombées de la grande ferme; un mouvement de bascule, autour de l'articulation du pied, les amenait à s'appuyer sur les échafaudages latéraux. Ensuite on soulevait les morceaux complétant les fermes et formant, pour ainsi dire, les arbalétriers de la toiture; c'étaient des morceaux pesant 38 tonnes qu'on dut faire monter à leur place simultanément pour les deux versants de la toiture; on assemblait chaque arbalétrier avec le montant qui y faisait suite, puis on les amenait à se toucher mutuellement par l'intermédiaire de la rotule ménagée à l'articulation du faîtage. Pour faire cet immense travail, il n'a fallu que 250 ouvriers; les premiers levages demandèrent beaucoup de temps : on mit cinquante jours à lever les trois premières fermes; mais les suivantes ne demandèrent que dix jours chacune. L'élégance du procédé employé fait le plus grand honneur à la Compagnie de Fives-Lille, et spécialement à M. Lantrac, qui a dirigé les travaux.

Le levage des fermes de l'entreprise Cail a été étudié par M. Barbet, qui a employé cinq pylônes en charpente au lieu de trois, sauf à fractionner la ferme en éléments beaucoup plus petits et plus faciles à manier. Un plancher génétal, soutenu par ces pylônes et suivant l'inclinaison du comble, servait de cintre pour ainsi dire à la construction, et permettait d'opérer facilement les assemblages et les rivures. Le procédé était tout différent de celui de Fives-Lille; mais la durée de la mise en place des fermes a été la même de part et d'autre, et le nombre des ouvriers employés équivalent.

Les calculs de résistance et de stabilité des fermes du Palais des machines ont été faits par M. Contamin, ingénieur en chef du contrôle des constructions métalliques, avec le concours de MM. Charton et Pierron. Le projet général du palais est dû à M. Dutert, architecte.

La *Galerie de 30 mètres* a une longueur de 200 mètres; elle est couverte par des fermes sans tirant, qui reposent sur des piliers de 12 m. 75 de hauteur; ces piliers sont eux-mêmes espacés de 25 mètres d'axe en axe, et c'est dans leur intervalle que s'ouvrent de part et d'autre les galeries des expositions diverses.

Le *Dôme central,* auquel aboutit cette galerie, a un diamètre horizontal de 30 mètres; les naissances de la voûte sphérique qui le recouvre sont à 40 mètres de hauteur, le sommet du dôme s'élève à 65 mètres au-dessus du sol. L'ossature est formée de huit demi-fermes, prolongeant les piliers sur lesquels repose la voûte, et de trois ceintures métalliques réparties également dans la hauteur. Le dôme est accompagné de deux pavillons, limités chacun à quatre pylônes, et, par devant, d'un porche avec deux tours carrées portant un balcon. Le projet est dû à M. Bouvard. Le montage a été effectué

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par M. Moisant, qui y a appliqué une méthode identique en principe à celle que l'on emploie pour la construction des phares en mer; il s'agit, en effet, dans les deux cas, de répartir les matériaux suivant les divers parallèles d'une surface de révolution. M. Moisant a donc couronné son échafaudage d'une plate-forme circulaire, sur laquelle il a installé un chemin de fer faisant le tour de l'édifice; sur le chemin de fer il a placé une grue de forme spéciale, que les ouvriers pouvaient manœuvrer sans quitter le sol, bien qu'elle fût à 44 mètres de hauteur. Le levage des morceaux se faisait donc du sol : la mobilité de la grue permettait de les amener dans un azimut quelconque; l'extension ou la contraction de la grue, toujours commandée du bas, permettait de les déposer à la place même qu'ils devaient occuper dans l'édifice. On procéda ainsi au montage jusqu'à une hauteur de 43 m. 30. Pour aller plus haut, et atteindre les parties fuyantes de la voûte sphérique aux environs de son sommet, on installa autour de la plate-forme un échafaudage en encorbellement, en même temps qu'on élevait au centre de la plate-forme un pylône destiné à atteindre les points les plus élevés de la construction. La grue de levage reçut une nouvelle disposition, et le montage put être continué par les mêmes principes jusqu'à la clef de voûte. Le parachèvement de la construction a compris le montage des pavillons, des pylônes, du porche et des contreforts, enfin le montage du groupe qui couronne l'édifice, et qui, décomposé en éléments de faible poids, n'a exigé l'emploi d'aucun appareil spécial.

Les *palais des Beaux-Arts* et des *Arts libéraux* sont construits dans le même système que le palais des Machines : les fermes, qui ont 52 m. 80 de portée, ont encore trois articulations, deux à la base, une au sommet; mais les pieds-droits ont une grande hauteur, et il a fallu recourir à des tirants, mais à des tirants cachés, pour équilibrer l'excès du moment de renversement qui résulte de cette hauteur. L'architecte de ces palais est M. Formigé. L'espacement des fermes est de 18 m. 10. Elles sont reliées les unes aux autres par des pannes en treillis. La hauteur sous clef atteint 28 m. 20. Les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux sont limités du côté des galeries annexes par deux galeries, les galeries Rapp et Desaix, qui ont 30 mètres de largeur; la toiture repose, du côté des annexes, sur un mur en maçonnerie; du côté des palais, sur une série de colonnes en fonte. Au milieu de chaque palais on trouve un dôme de 32 mètres de diamètre, et dont le sommet s'élève à 56 mètres au-dessus du sol. Le dôme, de forme équidomoïde, a pour coupe horizontale un octogone régulier. Il est accompagné de deux porches, qui forment une porte monumentale en saillie sur la façade générale des galeries. M. Formigé a donné aux palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux un aspect très satisfaisant, en remplissant de terres cuites et de faïences les intervalles compris entre les pièces métalliques de l'ossature. Les teintes réalisées dans cette construction mixte, où le fer est employé concurremment avec les matériaux les plus légers, sont très agréables à l'œil; plus généralement on peut dire qu'au point de vue esthétique, l'architecture métallique, qui restait tout entière à créer, a enfin trouvé dans les palais de l'Exposition son mode rationnel de décoration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La série des pavillons exposés comprenait un très grand nombre de types distincts, depuis les palais contenant les expositions d'un pays tout entier, tels que l'Algérie, l'Espagne, le Brésil, le Mexique, la République Argentine, etc., jusqu'au village sénégalais, jusqu'au kampong javanais, qui donnaient des spécimens si curieux des architectures primitives.

Nous ne nous arrêterons, dans cette longue série, qu'à deux pavillons particuliers, celui des travaux publics, et celui des forêts, tous deux élevés dans le jardin du Trocadéro.

Le *pavillon des travaux publics* est l'œuvre de M. de Dartein, ingénieur en chef des ponts et chaussées. Il est construit en fer, acier et briques. La salle centrale, sur laquelle s'ouvrent les salles voisines, est surmontée d'une tour portée par quatre fermes métalliques, qui se pénètrent mutuellement deux à deux, et qui sont reliées ensemble par une ceinture octogone. La tour s'élève en se rétrécissant par des retraites successives; à diverses hauteurs elle porte des balcons ou des terrasses, et se termine par un phare à 38 mètres au-dessus du sol. Une annexe en charpente a complété après coup la surface nécessaire. Les dimensions du bâtiment ont permis d'y placer tous les modèles, en réservant des allées à la circulation des visiteurs, et d'offrir une surface murale de 600 mètres carrés pour l'exposition des dessins, des cartes et des tableaux.

Le *pavillon des forêts,* situé en face du pavillon des travaux publics, est entièrement construit en bois, et en bois de grume, avec les troncs d'arbre tels qu'on les extrait de la forêt. Les arbres employés proviennent pour la plupart de la forêt de Fontainebleau, quelques-uns des forêts de Marly, de Monceau, de Compiègne, et pour les conifères, des forêts des Vosges, près de Gérardmer. La construction a été faite par MM. de Gayffier, conservateur des forêts, Leblanc, architecte, et René Daubrée, inspecteur des forêts. L'exposition tout entière de l'administration forestière n'a pas coûté plus de 200,000 francs, et le pavillon en constitue la partie principale, en ce qu'il offre un exemple de l'emploi de tous les arbres qu'on trouve dans nos pays. A l'intérieur, on montrait les usages très divers auxquels le bois peut se prêter. Des dioramas habilement rendus faisaient assister les visiteurs aux opérations du reboisement des montagnes et de la correction des torrents. Le travail des bois occupait toute la salle centrale; des panneaux répartis le long des murs indiquaient les différents emplois des bois d'après leur nature. Le pavillon des forêts formait une sorte de protestation tacite du bois contre l'envahissement du fer. Assurément le fer à l'Exposition avait conquis la première place. Mais les progrès de l'industrie, s'ils mettent en évidence de nouveaux procédés, ne doivent pas faire abandonner les anciens; à ce point de vue, l'architecture si satisfaisante du pavillon des forêts faisait bien à propos ressortir les ressources du bois, et montrait que le fer ne le fera jamais oublier.

Tout le monde connaît l'histoire de la tour de 300 mètres, qui a reçu le nom de *Tour Eiffel,* du nom de l'habile ingénieur qui l'a conçue et exécutée. Comme forme gé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nérale, la tour est une immense pile métallique, qui n'a d'autre poids à porter que le sien propre. On se préoccupait beaucoup, à l'origine, des efforts horizontaux qu'elle aurait à subir de la part du vent. La forme générale qu'elle a reçue a été déterminée de manière à équilibrer ces tendances latérales. L'intensité du vent admise dans les calculs primitifs ne s'est jamais réalisée jusqu'ici, et, d'un autre côté, le poids effectif de la tour, plus fort que celui qu'on avait prévu, contribue d'autant plus à la stabilité de l'édifice. En réalité les oscillations de la tour par les plus forts coups de vent observés sont tellement faibles, qu'elles passent inaperçues, et qu'il faut des appareils de précision pour en déterminer l'amplitude.

La construction de la tour a commencé en janvier 1887, par les fouilles pour l'établissement des fondations; elle a été terminée le 31 mars 1889, après deux ans d'un travail très habilement et très régulièrement conduit. Le montage des pièces métalliques, à leur arrivée de l'usine, s'est fait presque exclusivement en porte-à-faux, d'après la méthode qui a si bien réussi à M. Eiffel aux ponts du Douro et de Garabit. Ce n'est guère que pour poser les grands arcs métalliques qui relient entre eux les quatre pieds de la tour qu'on a dû recourir à des échafaudages. Des moyens de réglement, ménagés sous les pieds de la tour, ont permis de réaliser entre les pièces à assembler la coïncidence nécessaire pour la rivure. La construction s'est simplifiée dès qu'elle a dépassé la seconde plate-forme; les quatre montants se trouvent alors juxtaposés et comme fusionnés en un seul. Le poids total de la tour, accessoires compris, dépasse 9 millions de kilogrammes. La dépense s'est élevée à 8 millions de francs, dont 1,500,000 francs représentent la subvention accordée à l'entreprise. Après la clôture de l'Exposition, la tour a été cédée par l'État à la ville de Paris; l'entreprise en reste concessionnaire pendant un délai de vingt années. La machinerie de la tour Eiffel mérite une mention spéciale. L'usine qui met en mouvement les trois ascenseurs, ou plutôt, qui maintient pleins les réservoirs des appareils hydrauliques qui les commandent, est placée dans le sous-sol, dans les vides du massif sur lequel le pied Sud de la tour est fondé. Dans cet espace restreint, qui rappelle à certains égards une cale de navire, on trouve deux machines à vapeur pour l'élévation de l'eau, et une machine spéciale, qui met en mouvement une dynamo, et fournit au phare placé au haut de la tour la lumière électrique.

Nous bornerons ici notre examen. Les bâtiments que nous venons de passer en revue mettent en relief, pour la plupart, les progrès accomplis dans la construction métallique. Les palais de l'Exposition resteront, dans le souvenir de tous ceux qui les ont vus, comme l'un des plus heureux échantillons des ressources que présente aujourd'hui l'architecture du fer. On peut même affirmer que, pour beaucoup de visiteurs, la beauté architecturale de l'ensemble détournait l'attention de l'examen des détails. L'Exposition renfermait assurément de grandes richesses, et nombre d'objets s'y rencontraient bien dignes de fixer les regards des connaisseurs. Néanmoins, l'intérêt principal de l'Expo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sition paraît avoir été, aux yeux du public, dans les bâtiments mêmes élevés pour la recevoir. Le contenant, plus encore que le contenu, captivait l'attention des visiteurs. Que cette appréciation ne soit pas prise comme emportant une idée d'amoindrissement à l'égard des expositions particulières, mais bien plutôt comme un juste éloge du talent des ingénieurs et architectes auxquels nous devons les palais de l'Exposition universelle de 1889!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

Composition du jury 657

Introduction 659

Chapitre I. Matériaux de construction 662
- Carrières, pierres naturelles 662
- Chaux et ciments 664
- Briques, tuiles, poteries 666
- Pierres factices et produits divers 668
- Plâtre 669
- Durcissement du plâtre et des pierres tendres 670
- Asphaltes 671
- Ardoises 671
- Emploi simultané du fer et du ciment 673
- Travail des matériaux 674

Chapitre II. Industries du bâtiment 676
- Couverture des édifices 676
- Parquets, menuiserie 678
- Dispositions diverses 680
- Serrurerie et ferronnerie 680
- Ornements 683
- Travaux généraux d'architecture, bâtiments économiques, escaliers 684
- Drainage des maisons 686
- Objets divers 687

Chapitre III. Appareils hydrauliques 689
- Tuyaux 689
- Robinets 690
- Compteurs d'eau 692
- Filtres, épuration des eaux 692

Chapitre IV. Machines 695
- Appareils élévateurs 695
- Machines routières 699
- Machines et objets divers 701

Chapitre V. Coffres-forts 703

Chapitre VI. Industries diverses 708

Chapitre VII. Travaux publics 711
- § 1. Exposition particulière du Ministère des travaux publics 711
- § 2. Ville de Paris et services divers 762
- § 3. Chambres de commerce maritimes 765
- § 4. Entrepreneurs, Sociétés de construction 772
- § 5. Exposition étrangère des travaux publics 779
- § 6. Les bâtiments de l'Exposition 784

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE GÉNÉRALE DU VOLUME.

Pages.

Classe 60. — Carrosserie et charronnage. — Bourrellerie et sellerie. — MM. Grenay, Thibout, Clément, Lasne et Pozzy, rapporteurs..... 1

Classe 61. — Matériel des chemins de fer. — M. Clérault, rapporteur..... 83

Classe 62. — Électricité. — M. Potier, rapporteur..... 461

Classe 63. — Matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture. — M. Éd. Collignon, rapporteur..... 655

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires