

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

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

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

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

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Exposition internationale. 1905. Liège. Section française
Auteur(s) secondaire(s)	Nadal, François Joseph (1864-1934) ; France : Ministère du commerce, de l'industrie et du travail
Titre	Classe 32. Rapport
Adresse	Paris : Comité français des Expositions à l'étranger : M. Vermot éditeur, 1907
Collation	1 vol. (155 p.) : ill. ; 28 cm
Nombre de vues	162
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 626 (3)
Sujet(s)	Exposition internationale (Liège ; 1905) Chemins de fer -- Matériel roulant -- 1870-1914 Tramways -- 1870-1914
Thématique(s)	Expositions universelles Transports
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	27/04/2023
Date de génération du PDF	19/06/2023
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE626.3

8^o xae 626-13

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE & DU TRAVAIL

EXPOSITION
UNIVERSELLE & INTERNATIONALE
DE LIÈGE 1905

SECTION FRANÇAISE

CLASSE 32



RAPPORT

PAR

M. J. NADAL

INGÉNIEUR EN CHEF DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

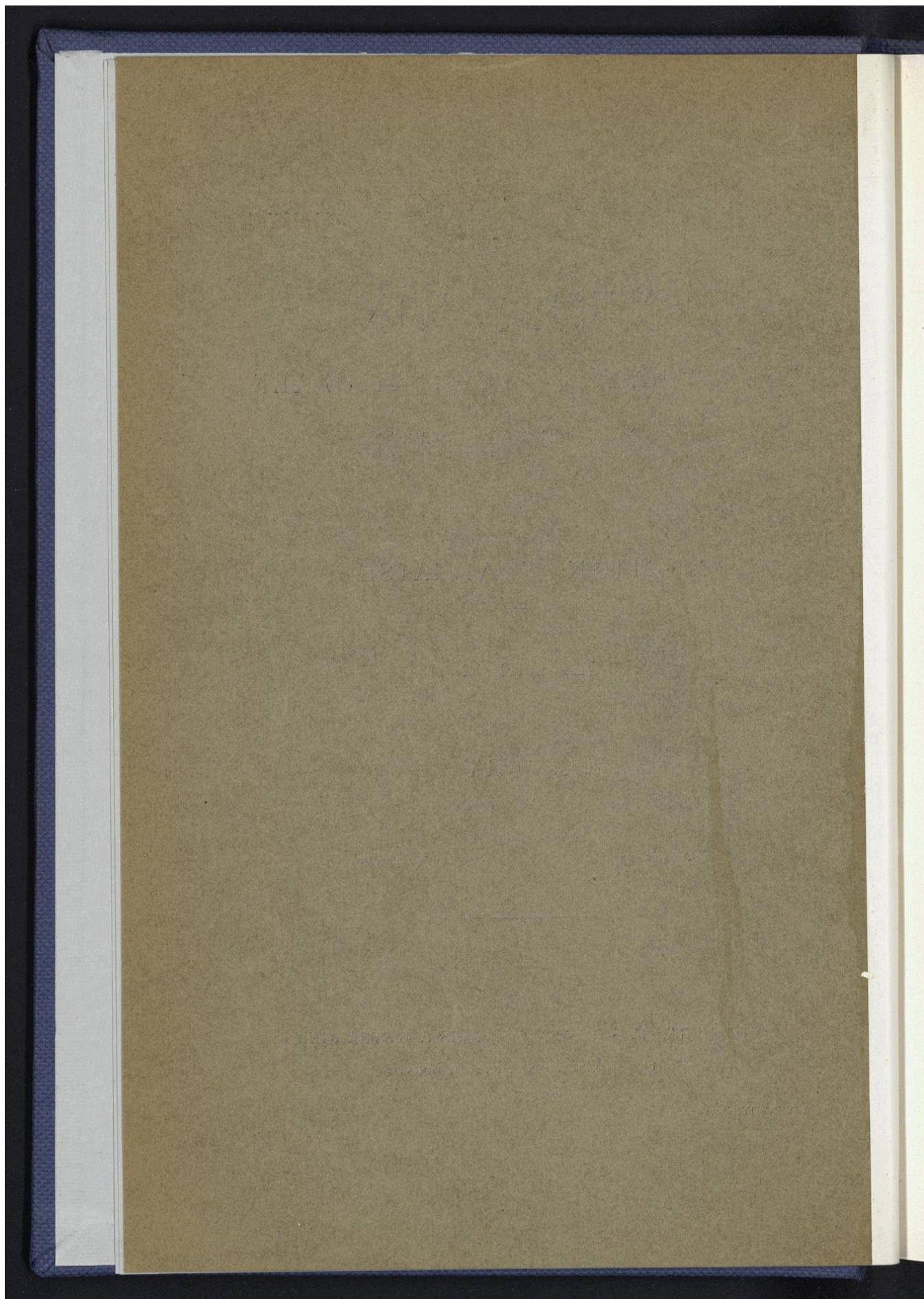
PARIS

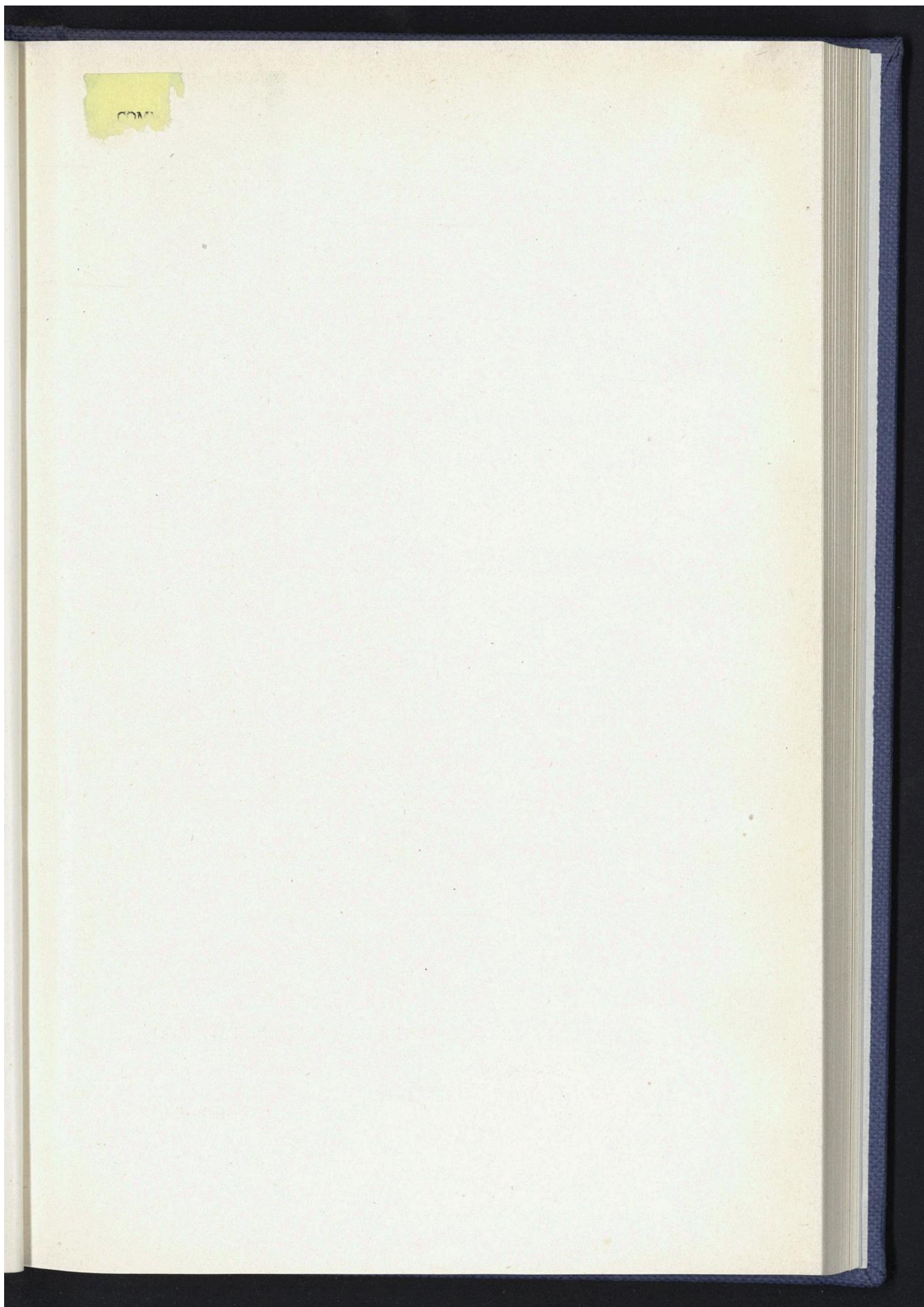
COMITÉ FRANÇAIS DES EXPOSITIONS A L'ÉTRANGER

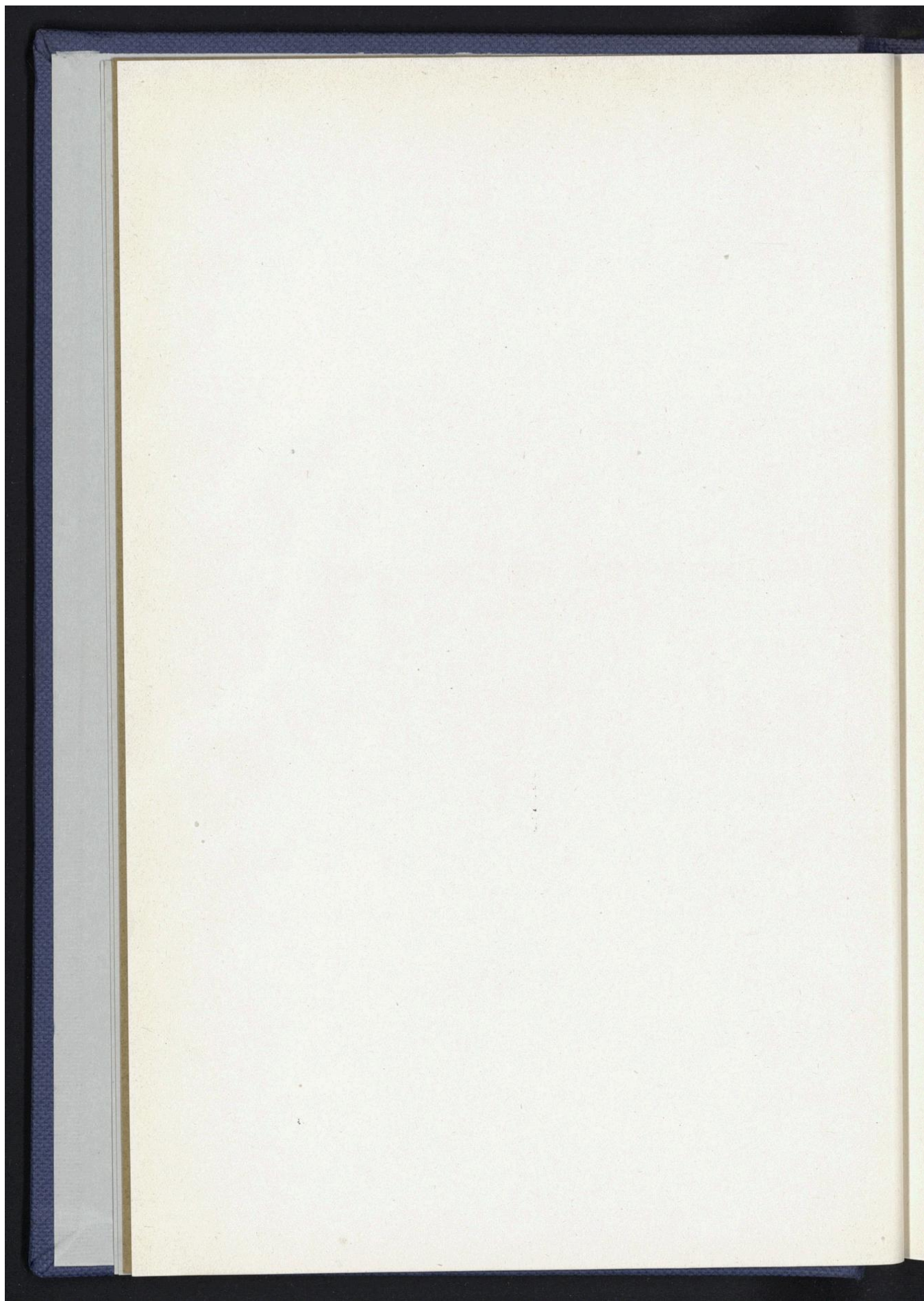
Bourse du Commerce, rue du Louvre

1907

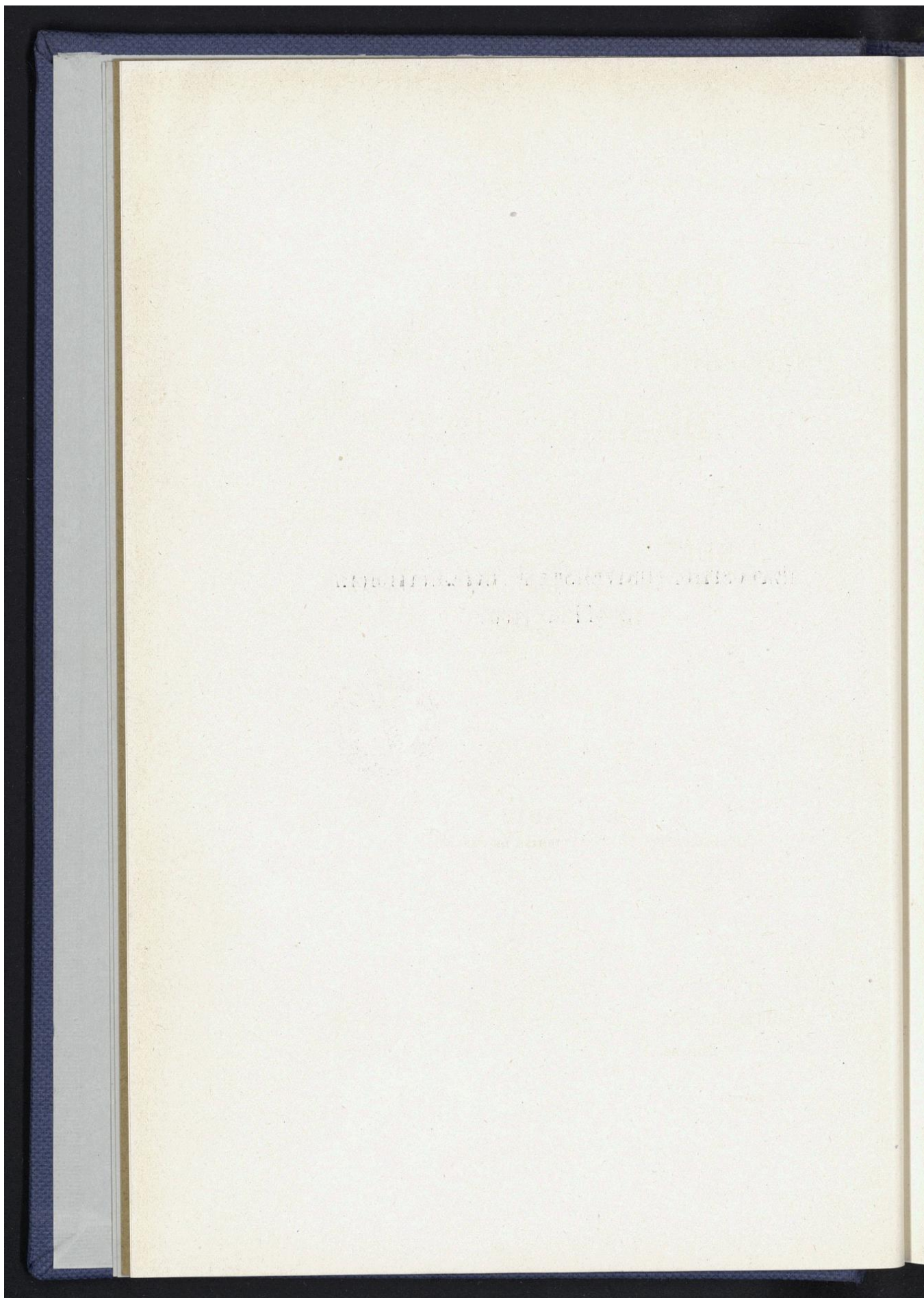
M. VERMOT, ÉDITEUR







EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE
DE LIÈGE 1905



8° Xae 626-(3)

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE & DU TRAVAIL

EXPOSITION
UNIVERSELLE & INTERNATIONALE
DE LIÈGE 1905

SECTION FRANÇAISE

CLASSE 32

RAPPORT

PAR

M. J. NADAL

INGÉNIEUR EN CHEF DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT



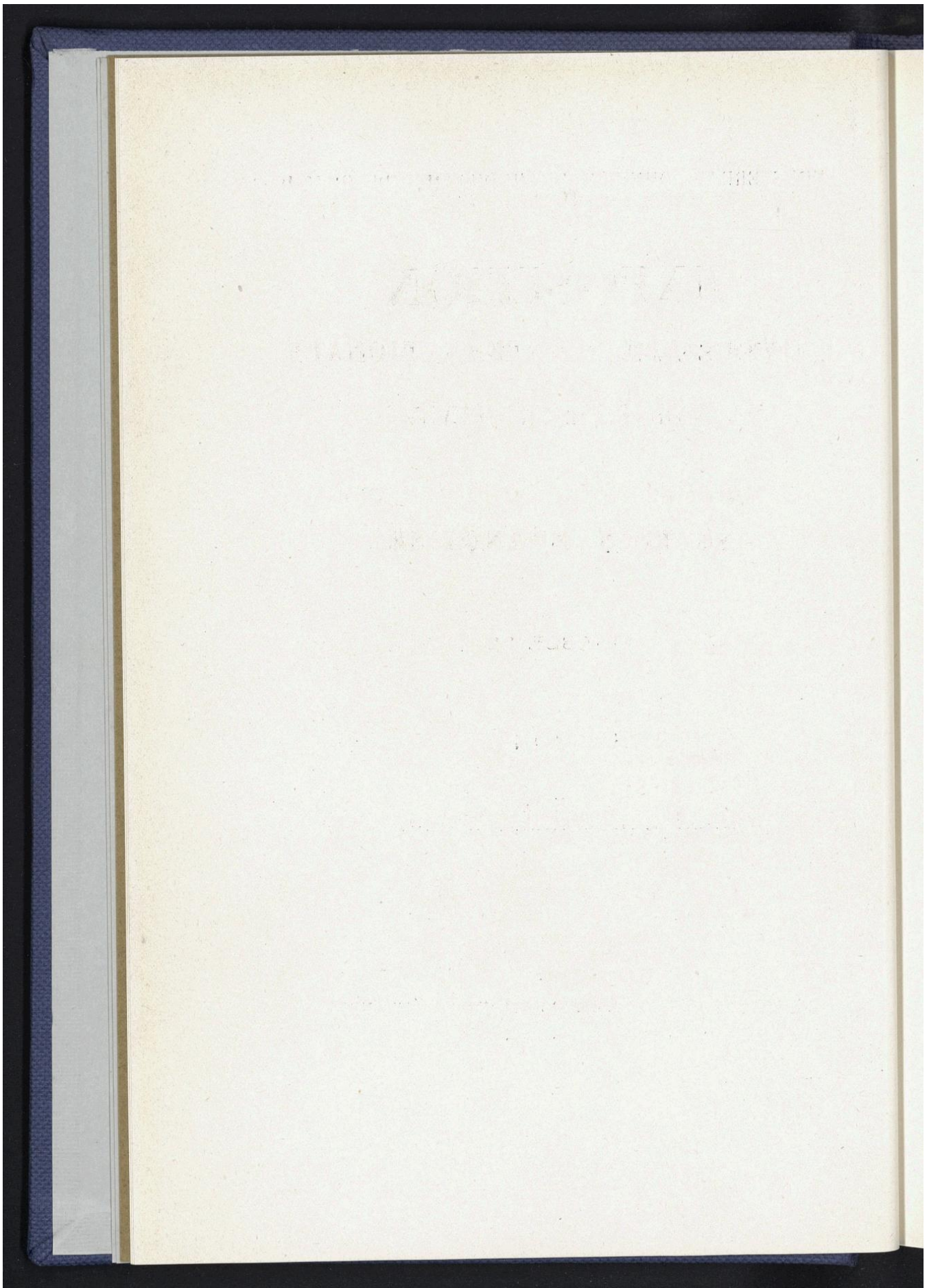
PARIS

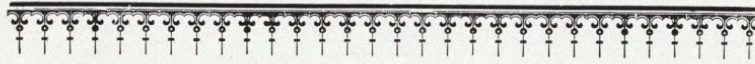
COMITÉ FRANÇAIS DES EXPOSITIONS A L'ÉTRANGER

Bourse du Commerce, rue du Louvre

1907

M. VERMOT, ÉDITEUR





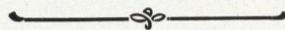
CLASSE 32

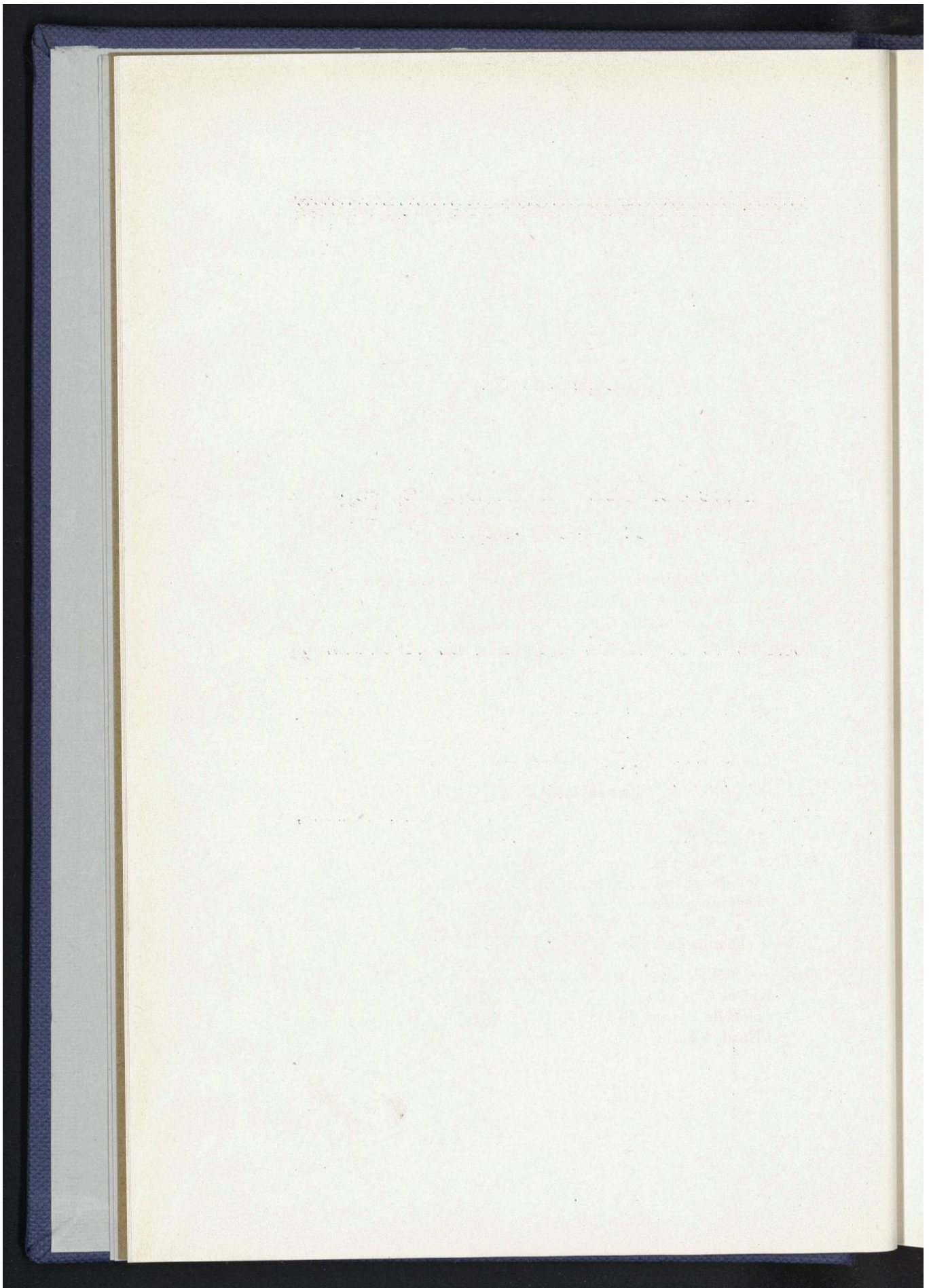
Matériel des Chemins de Fer
et Tramways

COMITÉ DE LA SECTION FRANÇAISE DE LA CLASSE 32

Président . . . MM. NOBLEMAIRE ;
Vice-président. A. SARTIAUX ;
Secrétaire . . . DELAITRE ;
Trésorier . . . G. MULLER ;

MM. GLASSER, BEAUGEY, DAVID, FOUCHER, Jules GOUIN, DE GRIÈGES,
GUARY, WEYL-MICHEL.







COMPOSITION DU JURY

France. — *Président* : M. NOBLEMAIRE, Gustave, directeur de la Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, à Paris.

Belgique. — *Vice-président* : M. DE BURLET, Constantin, ingénieur en chef, directeur des Ponts et Chaussées, directeur général de la Société nationale des chemins de fer vicinaux, à Bruxelles.

Belgique. — *Secrétaire-rapporteur* : M. DE JAER, J., inspecteur général à l'administration des chemins de fer de l'État, à Bruxelles.

Jurés titulaires.

Belgique. — MM. FLAMME, J.-B., inspecteur général à l'administration des chemins de fer de l'État, à Bruxelles ; LAMBERT, C., inspecteur général à l'administration des chemins de fer de l'État, à Bruxelles ; PHILIPPE, Armand, inspecteur général des chemins de fer Nord belges, à Liège.

France. — MM. DAVID, Charles, gérant de la maison Desouches, David et C^{ie}, à Pantin (Seine) ; SARTIAUX, Albert, ingénieur en chef de l'exploitation de la Compagnie des chemins de fer du Nord, à Paris.

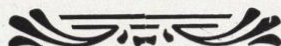
Jurés suppléants.

Belgique. — MM. GRUMIEAUX, F., ingénieur, administrateur de sociétés de chemins de fer et de tramways, à Bruxelles ; JANVIER, Ch., ingénieur en chef, inspecteur de direction à l'administration des chemins de fer de l'État, à Bruxelles ; THONET, Charles, ingénieur, directeur général de la Société anonyme d'entreprise générale de travaux, administrateur de la Société des tramways liégeois, à Liège.

France. — MM. DELATTRE, Pierre, ingénieur en chef honoraire des services maritimes de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest à Paris ; NADAL, ingénieur en chef de la Compagnie des chemins de fer de l'État, à Paris.

Expert.

France. — M. MULLER, Georges, industriel, de la firme Muller fils, à Paris.



LISTE GÉNÉRALE DES RÉCOMPENSES

Hors concours, Membres du Jury.

CANON-LEGRAND, à Mons.	Belgique.
CHEMINS DE FER DE CEINTURE DE PARIS, à Paris.	France.
COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD, à Paris.	France.
COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD (Nord-Belge) à Liège.	Belgique.
COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE, à Paris.	France.
COMPAGNIE INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ, (Société anonyme), à Liège.	Belgique.
COMPAGNIE MÉTALLURGIQUE DE L'OURAL DU SUD, à Saint-Petersbourg.	Russie.
DAVID, Charles, gérant de la maison Desouches, David et C ^{ie} , à Pantin.	France.
DELAITRE, Pierre, à Paris.	France.
LECHAT et CANDÈZE, à Liège.	Belgique.
MABILLE, Valère, à Mariemont.	Belgique.
MULLER fils, Georges, à Paris.	France.
SOCIÉTÉ ANONYME D'ENTREPRISE GÉNÉRALE DE TRAVAUX pour la construction et l'exploitation de chemins de fer secondaires et de tramways, à Liège.	Belgique.

Diplômes de Grand prix.

ADMINISTRATION DES CHEMINS DE L'ÉTAT BELGE (Traction et Matériel), à Bruxelles.	Belgique.
ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE (Voies et Travaux), à Bruxelles.	Belgique.
ATELIERS THOMSON-HOUSTON (Anciens établissements Postel-Vinay), à Paris.	France.
CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, à Paris.	France.
COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST, à Paris.	France.
COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI, à Paris.	France.
COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST, à Paris.	France.
COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS A ORLÉANS, à Paris.	France.
COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN DE PARIS, à Paris.	France.
COMPAGNIE FRANÇAISE DE MATÉRIEL DE CHEMIN DE FER, à Ivry-Port.	France.
COMPAGNIE INTERNATIONALE DES WAGONS-LITS ET DES GRANDS EXPRESS EUROPÉENS, à Bruxelles.	Belgique.
LA MÉTALLURGIQUE (Société anonyme), à Bruxelles.	Belgique.
MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS, voies et communications, à Sofia.	Bulgarie.
SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE CONSTRUCTION DE LA MEUSE, à Sclessin-Liège.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS NICAISE ET DELCUVE, à La Louvière.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME « ÉNERGIE », à Marcinelle.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME « FORGES DE DOUAI », à Paris.	France.
SOCIÉTÉ ANONYME DES FORGES ET ATELIERS DE SENEFFE, à Seneffe.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME DES FORGES, USINES ET FONDERIES DE HAINE-SAINT-PIERRE, à Haine-Saint-Pierre.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME FRANCO-BELGE POUR LA CONSTRUCTION DE MACHINES ET DE MATÉRIEL DE CHEMINS DE FER, à La Croyère La Louvière.	Belgique.

SOCIÉTÉ ANONYME « LES TRAMWAYS BRUXELLOIS », à Bruxelles.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME DE TRAVAUX DYLE ET BACALAN, ateliers de la Dyle, à Louvain.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES ET FONDERIES DE BAUME ET MARPENT, à Baume.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME JOHN COCKÉRILL, à Seraing.	Belgique.
SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION DES BATIGNOLLES, à Paris.	France.
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES (Anciens Etablissements Cail), à Paris.	France.
SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER VICINAUX, à Bruxelles.	Belgique.
USINES RAGHENO (SOCIÉTÉ ANONYME), à Malines.	Belgique.

Diplômes d'honneur.

ADMINISTRATION COMMUNALE DE LIÈGE.	Belgique.
CHANTIERS NAVALS, ATELIERS ET FONDERIES DE NICOLAÏEF (RUSSIE)	
ÉTABLISSEMENTS DE BELGIQUE, ATELIERS DE CONSTRUCTION DE LA BIESME, à Bouffioux-lez-Châtelineau.	Belgique.
CHEVALIER, E., à Paris.	France.
COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU SUD DE LA FRANCE, à Paris.	France.
COMPAGNIE GÉNÉRALE FRANÇAISE DE TRAMWAYS, à Paris.	France.
CORPET « veuve L. » et LOUVET, L., à Paris.	France.
DE DIETRICH ET C ^{ie} , à Lunéville.	France.
FLAMAN, Eugène, à Paris.	France.
REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER ET DES TRAMWAYS, à Paris.	France.
SOCIÉTÉ ANONYME « L'ASTER », à Paris.	France.
SOCIÉTÉ ANONYME COMPAGNIE CENTRALE DE CONSTRUCTION, à Hain-Saint-Pierre.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE CONSTRUCTION DU NORD DE LA FRANCE, à Blanc-Misseron.	France.
SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE CONSTRUCTION DE BOUSSU.	Belgique.

SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS GERMAIN, à Monceau-sur-Sambre.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DU THIRIAU, à La Croyère.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME DES FORGES D'AISEAU, à Aiseau.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME DE MARCINELLE ET COUILLET, à Couillet.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME DE SAINT-LÉONARD, à Liège.	Belgique.
SOCIÉTÉ ANONYME « LA BRUGEOISE », à Bruges.	Belgique.
SOCIÉTÉ NOUVELLE DES ÉTABLISSEMENTS DECAUVILLE AINÉ, à Paris.	France.
USINES DE BRAINE-LE-COMTE (Société anonyme), à Braine-le-Comte.	Belgique.
ZIMMERMAN-HANREZ ET C ^{ie} , à Monceau-sur-Sambre.	Belgique.

Diplômes de médaille d'or.

CHAUMONT, Adolphe, à Bruxelles.	Belgique.
COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DE L'EST CHINOIS, à Saint-Pétersbourg.	Russie.
COMPAGNIE TONKINOISE DE TRAMWAYS A VAPEUR SUR ROUTES, à Paris.	France.
COOK, THOMAS, AND SON, à Londres.	Angleterre.
DIRECTION DU CHEMIN DE FER DU RIGI, à Vitznau.	Suisse.
DUPONT, A.-F. ET C ^{ie} , à Solre-le-Château (Nord).	France.
FRANCO, Léon, et fils, à Paris.	France.
GRILLE ET C ^{ie} , à Paris.	France.
HULL AND BARNESLEY RAILWAY AND DOCK C ^{ie} , à Hull.	Angleterre.
HURSTEL ET C ^{ie} , à Verviers.	Belgique.
« INDUSTRIA », à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.	Belgique.
« L'INDUSTRIE », (Société anonyme), à Louvain.	Belgique.
MALISSARD-TAZA, P., à Anzin.	France.
NORTH EASTERN RAILWAY, à York.	Angleterre.
OEHLER ET C ^{ie} , à Aarau.	Suisse.
PORTE HÉTÉRODROME THEYSKENS, à Bruxelles.	Belgique.
ROISIN, Ch., ses fils et C ^{ie} , à Châtelet.	Belgique.

SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'EXPLOITATION DES BREVETS D. DOYEN, à Bruxelles.	Belgique.
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES, à Paris.	France.
USINES AUSTRO-ALLEMANDES DE TUBES « MANNESMANN », à Düsseldorf.	Allemagne.
WEYL-MICHEL, à Paris.	France.

Diplômes de médaille d'argent.

FOIDART, Mathieu, à Bruxelles.	Belgique.
HEINTZ ET C ^{ie} , à Herstal-lez-Liège.	Belgique.
HILLISCHER, D ^r H.-Th.	Autriche.
KOPPEL, Arthur, à Bruxelles.	Belgique.
« LA GAZETA DOS CAMINOS DE FERRO » : M. DE MENDANÇA, directeur, à Lisbonne.	Section internationale. Portugal.
LE BRUN, E. ET J., à Paris.	France.
LEVY, Paul-Elie, à Paris.	France.
MITJAVILE, D., à Paris.	France.
ROTIVAL, Jules, à Paris.	France.
SCHEINIG ET HOFMANN, à Linz.	Autriche.
SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE CONSTRUCTION DE HAL, à Hal.	Belgique.
SOCIÉTÉ COUSIN ET C ^{ie} , à Paris.	France.
TRAMWAYS DE BELGRADE.	Serbie.
VAN CAMPENHOUT, Emile, à Bruxelles.	Belgique.

Diplômes de médaille de bronze.

BELLIOL ET REISS, à Paris.	France.
BUREAU SCANDINAVE, OTTO LANDMARCK ET C ^{ie} , à Bruxelles.	Norvège.
GUILLLOT, Alfred, à Reims.	Russie.

THIOLLIER, Jean, à Paris.

France.

WASTERLAIN, Jules, à Quiévrain.

Belgique.

Diplômes de mention honorable.

BAILLOT frères, à Embourg près Liège.

Belgique.

GALLOTTI, Paul, à Paris.

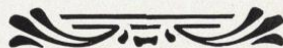
France.

MICHEL, Hector, à Bourg.

France.

VAN AERSCHOT, Joseph, à Hérenthals.

Belgique.



**RÉCOMPENSES DÉCERNÉES AUX COLLABORATEURS
ET COOPÉRATEURS**

COLLABORATEURS

Diplômes d'honneur

- BAUDRY. — Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, à Paris. France.
- BERTRAND, Henri. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
- BOIRAULT. — Compagnie des chemins de fer de l'État, à Paris. France.
- BROCHARD. — Société anonyme « Forges de Douai », à Paris. France.
- BRUNEEL, F. — Administration des chemins de fer de l'État Belge (Voies et Travaux), à Bruxelles. Belgique.
- CAILHO. — Compagnie des chemins de fer de l'État, à Paris France.
- COLLIN, Georges. — Compagnie des chemins de fer du Nord (Nord-Belge), à Liège.
- DE RUDDER, E. — Administration des chemins de fer de l'État Belge (Voies et Travaux), à Bruxelles. Belgique.
- DESCHRIJNMAKERS, L.-L.-G. — Administration des chemins de fer de l'État Belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- DOYEN Joseph. — Administration des chemins de fer de l'État Belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.

- DU BOUSQUET. — Compagnie du chemin de fer du Nord, à Paris.
France.
- DUCOUSO. — Ateliers Thomson-Houston (Anciens Etablissements Postel Vinay), à Paris.
France.
- FOULON, E. — Administration des chemins de fer de l'État belge, (Voies et Travaux), à Bruxelles.
Belgique.
- GLASSER, Georges. — Compagnie des chemins de fer du Midi à Paris.
France.
- GUGGEMOS. — Compagnie des chemins de fer du Nord, à Paris.
France.
- HUBERTI, G.-A. — Administration des chemins de fer de l'État belge (Traction et Matériel), à Bruxelles.
Belgique.
- KOECHLIN. — Compagnie des chemins de fer du Nord, à Paris.
France.
- LANCRENON. — Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, à Paris.
France.
- LAURENT, Théodore. — Compagnie des chemins de fer de Paris, à Paris.
France.
- LEFEBVRE. — Compagnie des chemins de fer du Nord, à Paris.
France.
- LIÉBIN, Victor. — Société anonyme des Ateliers Nicaise et Delcuve, à La Louvière.
Belgique.
- LEMAL, Isidore. — Société anonyme des Ateliers de construction de la Meuse, à Sclessin-Liège.
Belgique.
- MESTRE. — Compagnie des chemins de fer de l'Est, à Paris.
France.
- MOFFRE, François. — Compagnie des chemins de fer du Midi, à Paris.
France.
- MOTTE, L. — Administration des chemins de fer de l'État belge, (Voies et Travaux), à Bruxelles.
Belgique.
- MOUTIER. — Compagnie des chemins de fer du Nord, à Paris.
France.
- PRIVAT. — Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, à Paris.
France.
- REBOURG. — Société française de Constructions mécaniques (Anciens Etablissements Cail), à Paris.
France.
- SALOMON. — Compagnie des chemins de fer de l'Est, à Paris.
France.
- THIERY, M.-C. — Administration des chemins de fer de l'État belge « Traction et Matériel », à Bruxelles.
Belgique.

- THOMAS, Alfred. — Société de construction des Batignolles, à Paris. France.
THOUMSIN, Georges. — Société anonyme « Energie », à Marcinelle. Belgique.
VERSCHUEREN, Pierre. — Usines Ragheno (Société anonyme), à Malines. Belgique.
WEISSENBRUCH, L. — Administration des chemins de fer de l'Etat belge (Voies et Travaux), à Bruxelles. Belgique.

Diplômes de médaille d'or

- ALIAMET. — Compagnie des chemins de fer du Nord, à Paris. France.
BAURÈS. — Chemins de fer de l'État, à Paris. France.
BAJARD. — Société anonyme « Forges de Douai », à Paris. France.
BROSSE. — Société anonyme « Forges de Douai », à Paris. France.
CALOÉ. — Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris, à Paris. France.
CHANTELU. — Société nouvelle des Etablissements Decauville aîné, à Paris. France.
COLLETTE, Marcel. — Société anon. de Travaux Dyle et Bacalan, Ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
CONTE, Paul. — Compagnie des chemins de fer de Paris à Orléans, à Paris. France.
CUMENGE. — Société nouvelle des Etablissements Decauville aîné, à Paris. France.
CROIX, Gustave. — Société anonyme des Forges, Usines et Fonderies de Haine-Saint-Pierre, à Haine-Saint-Pierre. Belgique.
DE GRIÈGES. — Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris, à Paris. France.
DELATTRE, Omer. — Maison Mabilie, Valère, à Mariemont. Belgique.
DENNE, Achille. — Usines Ragheno (Société anonyme), à Malines. Belgique.

- D'HEURE, Henri. — Chantiers navals, Ateliers et Fonderies de Nicolaïeff (Russie); Etablissements de Belgique, Ateliers de construction de la Biesme, à Bouffloux-lez-Châtelaineau. Belgique.
- D'HONDT. — Société nationale des chemins de fer vicinaux. Belgique.
- FEYS, M. — Administration des chemins de fer de l'État belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- FRANKEN, Gustave. — La Métallurgique, (Société anonyme), à Bruxelles. Belgique.
- GODFERNAUX. — Revue générale des chemins de fer et tramways, à Paris. France.
- GRADE, P. — Administration des chemins de fer de l'État belge, à Bruxelles. Belgique.
- GREFFET, Désiré. — Maison Corpet (V^e L.) et Louvet, L., à Paris. France.
- HAY, Léon. — Compagnie Française de Matériel du chemin de fer, à Ivry-Port. France.
- HERDNER, Henri. — Compagnie des chemins de fer du Midi, à Paris. France.
- JULLIAN, Eugène. — Compagnie du chemin de fer du Midi, à Paris. France.
- LAMBERT, Maxime. — Compagnie du chemin de fer du Nord (Nord-Belge), à Liège. Belgique.
- LAURENT, Charles. — Compagnie du chemin de fer du Nord (Nord-Belge), à Liège. Belgique.
- MATTHEÏ, F. — Administration des chemins de fer de l'État belge, (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- MICHEL, Narcisse. — Société anonyme des Ateliers de construction de la Meuse, à Sclessin-Liège. Belgique.
- NAVARRÉ, Achille. — Société anonyme des Forges et Ateliers de Seneffe, à Seneffe, en collaboration avec la Société anonyme d'Entreprise générale de Travaux, à Liège. Belgique.
- PATERNOSTRE. — Société nationale des chemins de fer vicinaux, à Bruxelles. Belgique.
- PELLETIER. — Compagnie des chemins de fer de l'Est, à Paris. France.
- RADELET, Edmond. — Maison Canon-Legrand, à Mons. Belgique.
- RICHARD, Anatole-François. — Maison Chevalier, E., à Paris. France.

- RIEGGER, Joseph. — Maison Zimmerman-Hanrez et C^{ie}, à Monceau-sur-Sambre. Belgique.
- ROBERT, P. — Administration des chemins de fer de l'État belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- SAUVAIRE, Joseph. — Compagnie des chemins de fer du Midi, à Paris. France.
- SMEYERS, Henri. — Usines Raghenon (Société anonyme), à Malines. Belgique.
- SURLEREAU, Ch. — Société anonyme des Usines et Fonderies de Baume et Marpent, à Baume. Belgique.
- TRONQUOY. — Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris, à Paris. France.
- VAN AERENBERGH, Louis. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, Ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
- VANDE POEL, Léon. — Société anonyme des Ateliers Germain, à Monceau-sur-Sambre. Belgique.
- VASSEUR. — Compagnie du chemin de fer du Nord, à Paris. France.
- VELU, Léon. — Société anonyme « Energie », à Marcinelle. Belgique.
- VIGNES. — Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris, à Paris. France.
- ZUMACH, Robert. — Société anonyme John Cockerill, à Seraing. Belgique.

Diplômes de médaille d'argent

- ABRIC. — Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris, à Paris. France.
- AUZERAL. — Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris, à Paris. France.
- BEAUCLERCQ, Jean-Baptiste. — Société anonyme « Energie », à Marcinelle. Belgique.
- BLAIRON, Albert. — Société anonyme des Usines et Fonderies de Baume et Marpent, à Baume. Belgique.
- BOUCQUÉAU, Emile. — Société anonyme « Energie », à Marcinelle. Belgique.

- BROTAN. — Usines austro-allemandes de tubes « Mannesmann », à Düsseldorf. Allemagne.
- CALBERG, Alfred. — Société anonyme des Ateliers de construction de la Meuse, à Sclessin-Liège. Belgique.
- CHASSEGNÉ, Henri. — Maison Muller fils, Georges, à Paris. France.
- CHAVANEL, Paulin. — Compagnie Française de Matériel de chemin de fer, à Ivry-Port. France.
- CORNELIS, Louis. — « L'Industrie », Société anonyme, à Louvain. Belgique.
- DANDOIS. — Société nationale des chemins de fer vicinaux, à Bruxelles. Belgique.
- DEJARDIN, Alphonse. — Compagnie du chemin de fer du Nord (Nord-Belge), à Liège. Belgique.
- DELAHOESE, L. — Administration des chemins de fer de l'Etat belge (Traction et Matériel). Belgique.
- DESMIDT, Victor. — Usines Raghenon (Société anonyme), à Malines. Belgique.
- DEWIER, Alfred. — Société anonyme des Ateliers du Thiriau, à la Croyère. Belgique.
- DIERICKX, J. — « Industria », Exploitation de l'Obturbateur universel « Innovation industrielle », à St-Gilles-lez-Bruxelles. Belgique.
- DUBS. — Compagnie générale française de Tramways, à Paris. France.
- DUBUISSON. — Chemins de fer du Sud de la France, à Paris. France.
- FAISANT, Lucien. — Maison Corpet « V^e L. » et Louvet, L., à Paris. France.
- FONTENELLE. — Société anonyme John Cockerill, à Seraing. Belgique.
- GEIGER, Jacques. — Maison Canon-Legrand, à Mons. Belgique.
- HALLARD, Abel. — Compagnie des Chemins de fer du Midi, à Paris. France.
- HARISPE, Louis. — Maison Detouches, David et C^{ie}, à Pantin. France.
- LAGARDE, Henri. — Administration des Chemins de fer de l'Etat, à Paris. France.
- LEBRIS. — Compagnie générale française de Tramways, à Paris. France.

- LEFEBVRE, Paul. — « La Métallurgique » Société anonyme, à Bruxelles. Belgique.
- LOCHE, Louis-Emile. — Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, à Paris. France.
- LOOS. — Société nationale des Chemins de fer vicinaux, à Bruxelles. Belgique.
- MANFROY. — Société anonyme des Forges et Ateliers de Senefte, en collaboration avec la Société anonyme d'Entreprise générale de travaux, à Liège. Belgique.
- MALISSARD, Georges. — Maison Malissard-Taza, P., à Anzin, (Nord) France.
- MOELANTS, Léon. — Société anonyme des Ateliers Germain, à Monceau-sur-Sambre. Belgique.
- MOLET, Henri. — Compagnie du Chemin de fer du Nord (Nord-Belge), à Liège. Belgique.
- MONNOYER, Jules. — Compagnie du Chemin de fer du Nord (Nord-Belge), à Liège. Belgique.
- MULLER, Jules. — Société de construction des Batignolles, à Paris. France.
- NICOLAES, Louis. — « La Métallurgique » Société anonyme, à Bruxelles. Belgique.
- NOIRFALISE, Léon. — Société anonyme des Forges et Ateliers de Senefte, en collaboration avec la Société anonyme d'Entreprise générale de travaux, à Liège. Belgique.
- PAYS. — Société anonyme « l'Aster », à Paris. France.
- PELABON, Désiré. — Société française de constructions mécaniques « Anciens Etablissements Cail », à Paris. France.
- PETIT, Paul. — Société anonyme des Forges, usines et Fonderies de Haine-St-Pierre, à Haine-St-Pierre. Belgique.
- PETIT, René. — « L'Industrie » Société anonyme, à Louvain. Belgique.
- PIRSON, Arthur. — Société anonyme des Ateliers du Thiriau, à La Croyère. Belgique.
- PORNIN. — Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris, à Paris. France.
- REDING, J. — Administration des Chemins de fer de l'État belge, (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- ROBIN. — Compagnie du Chemin de fer du Nord, à Paris. France.
- RONGY, Hubert. — Administration des Chemins de fer de l'État belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.

- RONILLE. — Société anonyme « John Cockerill », à Seraing. Belgique.
SCHAERLAKEN, Edmond. — Usines Raghenon (Société anonyme) à Malines. Belgique.
SLACMEULDRE, Alfred. — Société anonyme des Forges et Ateliers de et à Seneffe, en collaboration avec la Société anonyme d'Entreprise générale de travaux, à Liège. Belgique.
SOCLET. — Compagnie générale française de Tramways, à Paris. France.
TACK, Maurice. — « Industrie », Exploitation de l'Obturateur universel « Innovation industrielle », à Saint-Gilles-lez-Bruxelles. Belgique.
TURCK. — Société de construction des Batignolles, à Paris. France.
VALOUR, Léopold. — Compagnie du Chemin de fer du Nord (Nord Belge), à Liège. Belgique.
VAN GOETHEM, François-Léon. — Société anonyme des Forges, Usines et Fonderies de Haine-St-Pierre, à Haine-St-Pierre. Belgique.
VAN PÉE, Charles. — Société anonyme « Les Tramways bruxellois », à Bruxelles. Belgique.
VAN WAYENBERGH, Guillaume. — Administration des Chemins de fer de l'État belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
VILAIN, Léon. — Société anonyme des Usines et Fonderies de Baume et Marpent, à Baume. Belgique.
VILAIN, Emile. — Société anonyme des Forges, Usines et Fonderies de Haine-St-Pierre, à Haine-St-Pierre. Belgique.
WENTZEL, A.-N. — Compagnie du Chemin de fer de l'Est chinois, à Saint-Pétersbourg. Russie.

Diplômes de médaille de bronze.

- BESNIER. — Maison Malissard-Taza, P., à Anzin (Nord). France.
BIARD. — Société anonyme « Forges de Douai » à Paris. France.
BROSSIER. — Compagnie des Chemins de fer du Nord, à Paris. France.
CRAIMEZIME, Étienne. — Compagnie française de Matériel de chemin de fer, à Ivry-Port. France.

- DELATTRE. — Société anonyme « l'Aster », à Paris. France.
DESPONS, Louis. — Compagnie du Chemin de fer du Nord, à Paris. France.
FALIZE, Armand. — Compagnie du Chemin de fer du Nord (Nord-Belge), à Liège. Belgique.
FANVEL. — Compagnie du Chemin de fer du Nord, à Paris. France.
FOURIAUD, Emile. — Compagnie française de matériel de chemin de fer, à Ivry-Port. France.
HAREN. — Compagnie du Chemin de fer du Nord, à Paris. France.
HELMSTETTER. — Société nouvelle des Etablissements Decauville aîné, à Paris. France.
KONDRATIEFF. — Compagnie du Chemin de fer de l'Est chinois, à Saint-Petersbourg. Russie.
LELIÈVRE. — Compagnie du Chemin de fer du Nord, à Paris. France.
LOBET, Emile. — « L'Industrie », Société anonyme, à Louvain. Belgique.
MACON, Alphonse. — Société de construction des Batignolles, à Paris. France.
MALISSARD, André. — Maison Malissard-Taza P., à Anzin (Nord). France.
MEYNADIER, Jules. — Maison Corpet « Veuve L. » et Louvet L., à Paris. France.
PIHAN. — Compagnie du chemin de fer du Nord, à Paris. France.
PLOUCHARD. — Maison Chevalier, E., à Paris. France.
ROULAND. — Société nouvelle des Etablissements Decauville aîné, à Paris. France.
VIGERIE. — Compagnie du Chemin de fer du Nord, à Paris. France.

Diplômes de mention honorable.

- FOUQUET, Jacques. — Société de construction des Batignolles, à Paris. France.
LE COMTE, Gustave. — Maison Malissard-Taza, P., à Anzin (Nord). France.

COOPÉRATEURS

Diplôme de médaille d'argent.

GRAMMONT. — Administration des Chemins de fer de l'État, à Paris. France.

Diplômes de médaille de bronze.

AHOUD. — Compagnie du Chemin de fer du Nord, à Paris. France.

BALASSE, Léon. — Maison Canon-Legrand, à Mons. Belgique.

BAUCHE, Richard. — Maison Dupont, A.-F., à Solre-le-Château (Nord). France.

BERTHET, Joseph. — Société française de constructions mécaniques (Anciens Établissements Cail), à Paris. France.

BIRON. — Chantiers navals, ateliers et fonderies de Nicolaïeff (Russie) : Etablissement de Belgique, Ateliers de construction de la Biesme, à Bouffioux. Belgique.

BLAMPAIN, Arthur-Eugène. — Société anonyme « Energie », à Marcinelle. Belgique.

BLANC. — Compagnie générale française de Tramways, à Paris. France.

BOONE, Jacques. — Société anonyme « Les Tramways bruxellois », à Bruxelles. Belgique.

BOURLET, Firmin. — Chantiers navals, ateliers et fonderies de Nicolaïeff (Russie) : Etablissement de Belgique, Ateliers de construction de la Biesme, à Bouffioux. Belgique.

BRUART, Prosper. — Compagnie du Chemin de fer du Nord (Nord-belge), à Liège. Belgique.

- COLS, Alexandre. — « L'Industrie », Société anonyme, à Louvain.
Belgique.
- CORNELIS, François. — Société anonyme Nicaise et Delcuve, à La
Louvrière. Belgique.
- CORNET. — Société anonyme (John Cockerill), à Seraing. Belgique.
- DALOZE, Emile. — « La Métallurgique », Société anonyme, à
Bruxelles. Belgique.
- DARGENT, Adolphe. — Société anonyme « Energie », à Marcinelle.
Belgique.
- DARVILLE, Alphonse. — « La Métallurgique », Société anonyme, à
Bruxelles. Belgique.
- DAVANS, Frédéric. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan,
ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
- DAVID, Victor-Hippolyte. — Compagnie des Chemins de fer de
l'Est, à Paris. France.
- DEBAIX, Zénon. — Société anonyme des Ateliers du Thiriau, à
La Croÿère. Belgique.
- DEFIZE, Jules. — Usines de Braine-le-Comte (Société anonyme),
à Braine-le-Comte. Belgique.
- DEGROODT, Louis. — Société anonyme Compagnie centrale de
construction, à Haine-Saint-Pierre. Belgique.
- DELECHS, Alexandre. — Compagnie du Chemin de fer du Nord
(Nord-Belge), à Liège. Belgique.
- DELVILLE, François. — Société anonyme des Forges et Ateliers
de Senefte, à Senefte. Belgique.
- DERYCK, Emile. — « La Métallurgique », Société anonyme, à
Bruxelles. Belgique.
- DEVROEDE, Emile. — Société anonyme des Ateliers Germain, à
Monceau-sur-Sambre. Belgique.
- DEWIT, Joseph. — Usines Raghenon (Société anonyme), à Malines.
Belgique.
- DIERICKX, Charles. — « Industria » Exploitation de l'obturateur
universel ; « Innovation Industrielle », à Saint-Gilles-lez-
Bruxelles. Belgique.
- DOCKX, C.-A.-J. — Administration des Chemins de fer de l'État
belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- DOCKX, Alphonse. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan,
ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.

- DUFOUR, Georges. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, Ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
- DUJARDIN, Egide. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, Ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
- DULIÈRE, Georges. — Société anonyme Compagnie centrale de construction, à Haine-Saint-Pierre. Belgique.
- EMPAIN, Emile. — Société anonyme des Ateliers du Thiriau, à Bois-d'Haine (La Croyère.) Belgique.
- ETIENNE, Joseph. — Société anonyme des Ateliers de construction de la Meuse, à Sclessin-Liège. Belgique.
- FAUVELET, François. — Compagnie des Chemins de fer de l'Est, à Paris. France.
- FERAILLE, Jean. — Usines de Braine-le-Comte « Société anonyme », à Braine-le-Comte. Belgique.
- GAILLET, Norbert. — Société anonyme des Forges, Usines et Fonderies de Haine-Saint-Pierre, à Haine-Saint-Pierre. Belgique.
- GALEPIN. — Compagnie du Chemin de fer du Nord, à Paris. France.
- GANDIBLEU, Jules. — « La Métallurgique » Société anonyme, à Bruxelles. Belgique.
- GEENS, H. — Administration des Chemins de fer de l'État belge, (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- GILSON, Vital. — Compagnie du Chemin de fer du Nord (Nord-Belge), à Liège. Belgique.
- GLIBERT, Justinien. — Société anonyme « Les Tramways bruxellois », à Bruxelles. Belgique.
- GOSSELIN. — Société nationale des Chemins de fer vicinaux, à Bruxelles. Belgique.
- HARDY, Victor. — Société anonyme des Ateliers du Thiriau, à Bois-d'Haine (La Croyère). Belgique.
- HELDERWERDT, Pierre. — Maison Canon-Legrand, à Mons. Belgique.
- HELLEMANS, V.-J. — Administration des Chemins de fer de l'État belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- HERAULT, Victor. — Société française de Constructions mécaniques (Anciens Etablissements Cail), à Paris. France.
- HERMAND, Alfred. — Usines Raghenon (Société anonyme), à Malines. Belgique.
- HERMAN, Léon. — Société anonyme des Ateliers du Thiriau, à Bois-d'Haine. « La Croyère ». Belgique.

- HOSTE, J.-B. — Administration des Chemins de fer de l'État belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- JENET, Adolphe. — Société anonyme des Forges et Ateliers de Seneffe, à Seneffe. Belgique.
- JONET, Désiré. — « La Métallurgique », Société anonyme, à Bruxelles. Belgique.
- JOSSE, Victor. — « La Métallurgique », Société anonyme, à Bruxelles. Belgique.
- JUSGEN, Jean-Baptiste. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, Ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
- LEBESNERAY. — Société de construction des Batignolles, à Paris. France.
- LECLERCQ, Emile. — Société anonyme des Ateliers de la Meuse, à Sclessin-Liège. Belgique.
- LEGRAND, Napoléon. — Société anonyme des Forges, Usines et Fonderie de Haine-Saint-Pierre, à Haine-Saint-Pierre. Belgique.
- LE MENTEC, Louis. — Compagnie des Chemins de fer du Midi, à Paris. France.
- MADELEINE, Joseph. — Maison Desouches, David et C^{ie}, à Pantin (Seine). France.
- MAHY, Camille. — Société anonyme des Ateliers Germain, à Monceau-sur-Sambre. Belgique.
- MALAISE. — Société anonyme « John Cockerill », à Seraing. Belgique.
- MALOTTEAU, Jean-Baptiste. — Société anonyme « Energie », à Marcinelle. Belgique.
- MARCHAL, Victor. — Usines de Braine-le-Comte, Société anonyme, à Braine-le-Comte. Belgique.
- MARTIN, J.-J. — Administration des Chemins de fer de l'État belge, (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- MASUI, J.-B. — Administration des Chemins de fer de l'État belge, (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- MAUCLERC. — Ateliers Thomson-Houston (Anciens Etablissements Postel-Vinay), à Paris. France.
- MERCKX, Julien. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, Ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
- MERRY. — Administration des Chemins de fer de l'État, à Paris. France.

- MEUNIER, Antoine. — « La Métallurgique », Société anonyme, à Bruxelles. Belgique.
- MOINE. — Maison Corfét, Veuve L., et Louvet, L., à Paris. France.
- MOUCHERON, G. — Administration des Chemins de fer de l'État belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- NAUWELAERTS, Pierre-Edouard. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, Ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
- NAVEAU, Oscar. — Société anonyme Compagnie centrale de construction, à Haine-Saint-Pierre. Belgique.
- NICAISE, Alfred. — Société anonyme des Forges et Ateliers de Seneffe, à Seneffe. Belgique.
- PEEREMANS, Séverin. — « La Métallurgique », Société anonyme, à Bruxelles. Belgique.
- PEETERS, H. — Administration des Chemins de fer de l'État belge (Traction et Matériel), à Bruxelles. Belgique.
- PROBST, Jules. — Compagnie des Chemins de fer de l'Est, à Paris. France.
- RAPS, N. — Administration des Chemins de fer de l'État belge, « Traction et Matériel », à Bruxelles. Belgique.
- REMY. — Société nationale des Chemins de fer vicinaux, à Bruxelles. Belgique.
- RIGA, Alphonse. — Société anonyme des Ateliers de construction de la Meuse, à Sclessin-Liège. Belgique.
- STROOBANTS, Félix. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, Ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
- THEYS, Auguste. — « La Métallurgique », Société anonyme, à Bruxelles. Belgique.
- THONON, Antoine. — Société anonyme des Ateliers de construction de la Meuse, à Sclessin-Liège. Belgique.
- TÓN. — Société anonyme (John Cockerill), à Seraing. Belgique.
- TOUSSAINT, Edouard. — Compagnie du Chemin de fer du Nord (Nord-Belge), à Liège. Belgique.
- VALENTIN, Arthur. — Société anonyme Nicaise et Delcuve, à La Louvière. Belgique.
- VAN BRUSSELEN. — Société anonyme des Travaux Dyle et Bacalan, Ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
- VANDERMEULEN, Gustave. — « L'Industrie », Société anonyme, à Louvain. Belgique.
- VAN HAESENDONCK, Louis. — Usines de Braine-le-Comte, (Société anonyme, à Braine-le-Comte. Belgique.

- VAN HAM, Adolphe. — « La Métallurgique », Société anonyme, à Bruxelles. Belgique.
VAN HUMBEECK, Louis. — « Usines Raghenon », Société anonyme, à Malines. Belgique.
VAN NUFFELEN, Alexandre. — Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, Ateliers de la Dyle, à Louvain. Belgique.
VANROELEN, Corneille. — « L'Industrie », Société anonyme, à Louvain. Belgique.
VERSCHUEREN, Charles. — « La Métallurgique », Société anonyme, à Bruxelles. Belgique.
VIGNERON, Gustave. — Société anonyme « Energie », à Marcinelle. Belgique.

Diplômes de mention honorable.

- AUDEBERT. — Chemins de fer de l'État, à Paris. France.
BARBIER, Victor. — Compagnie des Chemins de fer de l'Est, à Paris. France.
BOITEL, Gustave. — Maison Dupont, A.-F., à Solre-le-Château (Nord). France.
CAUVET, Pierre. — Maison Detouches, David et C^{ie}, à Pantin (Seine). France.
CERCEAU, Louis. — Maison Detouches, David et C^{ie}, à Pantin (Seine). France.
CHEMBERGER, Nicolas. — Compagnie des Chemins de fer de l'Est, à Paris. France.
DEBUSY, Paul. — Société française de Constructions mécaniques, (Anciens Etablissements Cail), à Paris. France.
DEJARDIN, Hyacinthe. — Compagnie du Chemin de fer du Nord (Nord-Belge), à Liège. Belgique.
FANTOBO, Paul. — Compagnie des Chemins de fer du Midi, à Paris. France.
GOOSSENS, Arthur. — Chantiers navals, Ateliers et Fonderies de Nicolaïeff (Russie) : Établissement de Belgique, Ateliers de construction de la Biesme, à Bouffioulx. Belgique.
HANNECART, Jules. — Maison Dupont, A.-F. et C^{ie}, à Solre-le-Château (Nord). France.

- LAURENCE, Léon-Victor. — Maison Corpet, Veuve L., et Louvet, L.,
à Paris. France.
- LEVÊQUE, Jean-Baptiste. — Société française de constructions mé-
caniques, « Anciens Etablissements Cail », à Paris. France.
- MERCIER. — Administration des Chemins de fer de l'Etat, à Paris.
France.
- MOSERAY, Omer. — Compagnie du Chemin de fer du Nord (Nord-
Belge), à Liège. Belgique.
- MURLE, Louis. — Maison Corpet, Veuve L., et Louvet L., à Paris.
France.
- NECTOUX. — Société anonyme « Forges de Douai », à Paris.
France.
- POUJARDIEU, Amédée. — Compagnie des Chemins de fer du Midi,
à Paris. France.
- RENAUD. — Compagnie du Chemin de fer du Nord, à Paris.
France.
- ROLAND, Emile. — Chantiers navals, Ateliers et Fonderies de Ni-
colaïeff (Russie) : Établissement de Belgique, Ateliers de
construction de la Biesme, à Bouffioulx. Belgique.
- SCHEIBERT, Jean-Nicolas. — Compagnie des Chemins de fer de
l'Est, à Paris. France.



CHAPITRE PREMIER

LOCOMOTIVES

L'Exposition de matériel de chemins de fer à Liège se réduit à un duo entre la Belgique et la France. Elle est néanmoins très intéressante, d'abord en raison de son importance : l'Exposition belge comprend 20 locomotives, 19 voitures à voyageurs, 16 wagons, du matériel de voie ; l'Exposition française 11 locomotives, 7 voitures, 7 wagons, plusieurs appareils de voie et des accessoires divers d'un intérêt tout particulier ; ensuite parce que la construction belge a beaucoup de points communs avec les méthodes anglaises et allemandes qui diffèrent souvent des méthodes françaises. Cette opposition se manifeste principalement en matière de locomotives. Tandis que toutes les locomotives françaises à voie large exposées sont du système Compound et toutes, sauf une, à 4 cylindres, il n'y en a que trois de ce système dans l'Exposition belge et encore ces trois locomotives n'ont-elles été construites que pour servir à des essais comparatifs.

En Belgique, en effet, de même qu'en Angleterre, les locomotives Compound à 4 cylindres ne rencontrent pas la même faveur qu'en France, leur pays d'origine. La raison en est peut-être dans l'originalité des types que chaque pays, chaque administration de chemins de fer même, tient à conserver et qui, il faut bien le reconnaître, est une des conditions du progrès, car celui-ci serait bien limité dans son essor si chacun se contentait de copier le voisin. En outre les locomotives Compound ne s'adaptent

peut-être pas partout également bien à tous les services, aux conditions si diverses de l'exploitation. Si les chemins de fer belges sont restés réfractaires au système Compound, ils se sont par contre lancés résolument dans la voie de la surchauffe à l'exemple de l'Allemagne. Il y a à Liège 8 locomotives belges à vapeur surchauffée.

SURCHAUFFE DE LA VAPEUR SUR LES LOCOMOTIVES

L'application de la surchauffe aux locomotives est récente. L'une des premières locomotives où elle ait été faite a figuré à l'Exposition de Paris en 1900 ; c'était une locomotive allemande munie d'un surchauffeur du système Schmidt, placé dans la boîte à fumée. Depuis, plus de 300 locomotives à vapeur surchauffée ont été construites en Allemagne et dans divers autres pays ; la Belgique en a fait construire 28 ; aucune application de la surchauffe n'a jusqu'en 1906 vu le jour en France, mais certaines Compagnies ont entrepris récemment d'y procéder.

Le surchauffeur le plus en faveur, celui dont sont munies toutes les locomotives belges, sauf celles provenant de la Société Cockerill, dont l'appareil de surchauffe est d'un type spécial à cette maison de construction, est le surchauffeur du système Schmidt placé dans les tubes à fumée. Il se compose essentiellement de tubes en **U** placés deux par deux dans de gros tubes à fumée de 110 à 120 millimètres de diamètre intérieur, qui occupent les deux ou trois rangées supérieures du corps tubulaire. Les petits tubes en **U** aboutissent à un collecteur placé en haut de la boîte à fumée, communiquant d'une part avec le régulateur, d'autre part avec les tuyaux d'admission aux cylindres et cloisonné de telle façon que la vapeur doit traverser simultanément les tubes en **U** pour passer de la chaudière aux cylindres.

Les avantages de la surchauffe sont encore plus discutés que ceux du compoundage.

Théoriquement, le rendement de la machine à vapeur est d'autant plus élevé que la vapeur est à une plus haute température ;

or, la surchauffe permet de porter la température de la vapeur de 190° à 300° et plus. En second lieu, si la vapeur est surchauffée au-delà d'une certaine température, qui n'a pas encore été déterminée mais ne doit pas différer beaucoup de 300°, il n'y a pas de condensation dans les cylindres. Avec la vapeur saturée la perte due aux condensations est d'environ 30 % de la consommation totale. Nous avons donc avec la surchauffe deux causes d'économie : meilleure utilisation de la vapeur, suppression des pertes par condensations.

Mais il ne suffit plus de dépenser le calorique nécessaire pour vaporiser simplement l'eau ; il faut en plus surchauffer la vapeur, ce qui exige une consommation supplémentaire de chaleur. En comparant cette cause de dépense avec l'économie résultant d'une meilleure utilisation de la vapeur, on trouve théoriquement que la seconde l'emporte sur la première d'autant plus que la température de surchauffe est plus élevée. Par conséquent, le bénéfice dû à la surchauffe devrait être supérieur à celui résultant de la suppression des condensations.

La pratique, jusqu'à présent, ne confirme pas cette conclusion.

Les résultats, qui ont été publiés, des nombreux essais effectués en Allemagne sont contradictoires et plus ou moins favorables à la surchauffe, suivant qu'ils émanent de partisans ou d'adversaires de ce système. L'économie réelle serait en tout cas plus modeste que celle annoncée par la théorie et par les inventeurs.

Les chemins de fer de l'État belge ont à leur tour procédé l'année dernière à des essais très sérieux avec deux locomotives à simple expansion, à 6 roues accouplées de 1 m. 600 de diamètre et à bogie, absolument semblables, sauf que l'une emploie de la vapeur saturée tandis que l'autre est munie d'un surchauffeur Schmidt. Deux exemplaires de ce dernier type, que nous décrivons plus loin en détail, figurent à l'Exposition.

Les deux locomotives à comparer furent d'abord soumises à des essais sur les lignes du Luxembourg à profil très accidenté, ayant des rampes de 16 millièmes. Chaque locomotive remorqua 24 trains de marchandises pesant 246 tonnes et 11 trains de voyageurs pesant en moyenne 147 t. 6, ce qui faisait en tout un parcours de 11.500 kilomètres.

La locomotive à vapeur surchauffée présente par rapport à celle

à vapeur saturée une économie de charbon de 13,33 % et une économie d'eau de 18 % ; la dépense d'huile fut la même.

A la suite de ces essais, les deux locomotives furent mises en service sur la ligne de Charleroi à Bruxelles, qui a des rampes de 13 millièmes. Pendant dix jours, durant lesquels les conditions climatiques furent sensiblement constantes, les deux locomotives remorquèrent alternativement des trains de 246 tonnes. Les économies trouvées en faveur de la locomotive à vapeur surchauffée furent de 12,50 % sur le charbon et de 16,50 % sur l'eau. En outre, l'accélération de la machine à vapeur surchauffée au sommet de la montée était, toutes autres conditions égales, en augmentation moyenne de 9,4 %, ce qui mesure l'accroissement de puissance dû à la surchauffe.

En résumé, d'après ces essais, par rapport à une machine à simple expansion et à vapeur saturée, l'économie de charbon due à la surchauffe serait de 12 à 13 %. Or, il est connu qu'avec des machines Compound à deux ou quatre cylindres on obtient une économie au moins égale.

La réduction de la dépense d'eau ne serait d'autre part que de 16 à 18 % au lieu des 30 % annoncés théoriquement.

La distribution constitue l'un des points faibles des locomotives à vapeur surchauffée. A ces hautes températures les tiroirs plans ne peuvent plus être employés. Divers types de tiroirs cylindriques ont été mis à l'essai. Ceux à segments avec corps de piston ajusté dans la chemise donnent lieu à des coincements ou, en tous cas, à des frottements considérables par suite des différences de température entre le tiroir et la chemise du cylindre distributeur. M. Schmidt eut alors l'idée d'employer des tiroirs munis de segments non fendus ; mais les mêmes effets de dilatation se produisirent. Il est arrivé finalement à adopter des tiroirs sans segments, avec doubles canaux d'admission, ce qui permet de réduire le diamètre des distributeurs de 260 millimètres à 150 millimètres ; les cylindres distributeurs sont munis de chemises creuses chauffées avec la vapeur d'admission de façon que chemises et tiroirs aient une température aussi uniforme que possible. On obtient ainsi des tiroirs à peu près sans frottement, mais qui ne sont pas étanches. Les fuites qui se produisent sont susceptibles de diminuer considérablement l'économie à attendre de l'emploi de la vapeur surchauffée. Le problème de la distribution pour locomotives à vapeur surchauffée n'a donc pas encore

reçu de solution satisfaisante. Dans les machines fixes, on emploie à cet effet des soupapes. L'adaptation aux locomotives d'une distribution à soupapes a reçu tout récemment à Hanovre une application intéressante (système de distribution Lentz). Peut-être suffirait-il, pour résoudre la question, tout en conservant les tiroirs cylindriques à segments, d'avoir des distributeurs séparés pour l'admission et pour l'échappement. On réaliserait en effet ainsi une température uniforme aussi bien dans le cylindre distributeur d'admission que dans celui d'échappement.

PUISSANCE DES LOCOMOTIVES

La tendance générale est de construire des locomotives de plus en plus puissantes aussi bien pour le service des voyageurs que pour celui des marchandises. Les trains sont en effet de plus en plus lourds, les vitesses s'accroissent constamment. Pour réaliser des vitesses commerciales élevées, il faut pouvoir monter les rampes à bonne allure et effectuer sans arrêt des trajets considérables. D'autre part la traction de trains lourds à arrêts fréquents exige des démarrages rapides. Enfin, la nécessité de remorquer de 800 à 1.000 tonnes aux trains de marchandises, même sur des profils assez accidentés ayant des rampes de 10 à 12 millièmes, devient de plus en plus fréquente et motive l'entrée en scène de locomotives exceptionnelles. C'est ainsi que la Compagnie du Nord a été conduite à créer son type si intéressant de locomotive tender de 102 tonnes à deux bogies moteurs. Parmi les locomotives exposées à Liège, il n'y a que deux locomotives à marchandises proprement dites aptes au service de trains de fort tonnage : la locomotive précitée de la Compagnie du Nord et celle à quatre essieux accouplés de la Compagnie du Midi. Les Expositions belge et française comprennent un certain nombre de locomotives mixtes à trois essieux accouplés, avec ou sans bogie à l'avant, capables de remorquer des trains de marchandises accélérés ou des trains lourds de voyageurs. Mais la plupart des locomotives sont desti-

TABLEAU N° 1. — Dimensions principales des

TYPE	CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE			
	Simple expansion, 4 cylindres, vapeur surchauffée, 3 essieux accouplés et bogie de la Société de la Meuse.	COMPOUND, 4 cylindres, vapeur surchauffée, 3 essieux accouplés et bogie de la Société Cockerill.	COMPOUND, 4 cylindres, vapeur saturée, type Atlantic de la Société Cockerill.	Simple expansion, 2 cylindres vapeur surchauffée, 3 essieux accouplés et bogie de la Société Franco-Belge et de la Société « Energ
1	2	3	4	5
Pression de marche en kg.	13	14,5	14,5	13
Surface de grille en m ² ...	3,01	3,01	3,08	2,84
Surface de chauffe du foyer en m ²	16,88	18,35	16,17	14,91
Nature des tubes	lisses en laiton	lisses en laiton	serve en acier	lisses en laiton
Surface de chauffe tubu- laire en m ²	138,87	157,62	223,23	130,05
Longueur des tubes entre plaques en m.....	4,000	»	»	4,130
Surface de surchauffe en m ² .	38,95	41,50	»	33,10
Hauteur de l'axe de la chau- dière au-dessus des rails en m.....	2,800	2,800	»	2,750
Diamètre moyen du corps cylindrique en m.....	1,650	»	»	1,600
Diamètre des roues mo- trices en m.....	1,980	1,980	1,980	1,600
Empattement total en m..	8,745	»	»	»
Diamètre des cylindres à haute pression en m/m..	435	360	360	520
Diamètre des cylindres à basse pression en m/m....	»	620	620	»
Course du piston en m/m....	610	680	640	660
Poids à vide en kg.....	76.000	74.000	67.420	64.250
Poids en ordre de marche en kg.....	82.000	80.000	73.150	70.220
Poids adhérent en kg.....	56.000	55.000	36.040	52.620
Effort théorique de traction en kg (1)	16.850	»	12.280	15.200
Effort théorique de traction en compound en kg.....	»	10.830	10.180	»

(1) L'effort théorique de traction est calculé par la formule $\frac{pd^2l}{D}$ pour un groupe de deux cylindres
mètre des roues motrices, par la formule $\frac{pd^2l}{D} + \frac{p'd'^2l}{D}$ pour les locomotives compound fonctionnant
formule $\frac{(p-p')d^2l}{D} + \frac{p'd'^2l}{D}$ pour les locomotives fonctionnant en compound.

palette des locomotives à grande vitesse.

	COMPAGNIE DE L'EST	COMPAGNIE DU NORD		COMPAGNIE D'ORLÉANS	COMPAGNIE DE L'OUEST	COMPAGNIE DE PARIS-LYON- MÉDITERRANÉE
	COMPOUND 4 cylindres vapeur saturée 3 essieux accouplés et bogie	COMPOUND 4 cylindres vapeur saturée Atlantic	COMPOUND 4 cylindres vapeur saturée 3 essieux accouplés et bogie	COMPOUND 4 cylindres vapeur saturée 3 essieux accouplés et bogie	COMPOUND 4 cylindres vapeur saturée 3 essieux accouplés et bogie	COMPOUND 4 cylindres vapeur saturée 3 essieux accouplés et bogie
5	6	7	8	9	10	11
13	15	16	14,46	16	15	16
1,84	2,57	2,78	2,38	3,10	2,45	3,00
4,91	13,69	15,75	11,77	16,17	12,20	15,42
en la	serve en acier	serve en acier	serve en acier	serve en acier	serve en acier	serve en acier
10,05	186,57	220,03	165,52	223,23	189,80	205,75
1,130	4,20	4,300	4,155	4,400	4,500	4,000
3,10	»	»	»	»	»	»
1,750	2,530	2,520	2,420	2,700	»	2,600
1,600	1,516	1,456	1,380	1,513	1,416	1,483
1,600	1,750	2,040	1,750	1,800	1,940	2,000
»	8,150	8,500	7,550	8,250	»	8,530
520	350	340	350	360	350	340
»	550	560	550	600	550	540
660	640	640	640	640	640	650
1,250	63.415	61.550	56.425	67.600	58.960	64.750
10,220	69.614	67.440	61.720	73.800	65.240	70.700
2,620	49.464	33.120	44.300	53.400	45.980	49.620
5,200	13.360	11.706	12.110	15.050	12.060	»
»	10.670	9.530	10.220	12.290	9.630	9.440
indres	simple expansion où p est la pression de marche, d le diamètre du cylindre, l la course du piston et D le dia-					
onant	marche indépendante, où p et d se rapportent aux cylindres HP, p' et d' aux cylindres BP et par la					

nées à la traction de trains rapides de fort tonnage. Le tableau n° 1 donne les dimensions caractéristiques des principales de ces dernières machines. On y voit que les locomotives belges ont des chaudières un peu plus fortes que celles des locomotives françaises; leur poids en ordre de marche est aussi notablement plus élevé; la charge sur les essieux moteurs atteint près de 19 tonnes. Il sera intéressant de voir ce que ces puissantes machines, notamment celles qui sont à la fois du système compound et à vapeur surchauffée, donneront en service.

DISPOSITIONS ADOPTÉES DANS LA CONSTRUCTION DES CHAUDIÈRES

Les chemins de fer de l'État belge ont, sauf sur les locomotives à marchandises à allure lente, renoncé depuis quelques années à la grille Belpaire, large et plate, destinée spécialement à brûler des charbons menus. Malgré que sa surface eût été portée jusqu'à 5 mètres carrés, on n'obtenait pas une vaporisation suffisante. Toutes les locomotives belges figurant à l'Exposition ont un foyer profond plongeant entre les longerons, avec voûte en briques.

La forme de boîte à feu Belpaire ⁽¹⁾, à berceau rectangulaire, est également abandonnée pour la forme Crampton, à berceau cylindrique, dans laquelle la plaque de pourtour de la boîte à feu est rivée directement sur le corps cylindrique. Avec le système de consolidation du ciel du foyer par des tirants le reliant au ciel de l'enveloppe, la boîte à feu Belpaire est plus logique que la boîte à feu à berceau cylindrique, parce que, dans la première, les tôles à relier sont parallèles, tandis que dans la seconde, les tirants mordent obliquement dans la tôle d'enve-

(1) Petiet, alors ingénieur en chef du matériel et de la TrACTION du Chemin de fer du Nord, a construit en 1861, avant Belpaire, des boîtes à feu carrées armaturées par des tirants verticaux.

loppe, ce qui est susceptible de nuire à leur étanchéité. D'autre part, le volume d'eau et de vapeur au-dessus du ciel du foyer est un peu plus grand dans la boîte à feu Belpaire que dans l'autre. Mais la forme rectangulaire du berceau exige pour son raccordement avec le corps cylindrique une plaque avant de boîte à feu emboutie, de forme compliquée, dans les congès de laquelle se produisent des criques dégénérant parfois en fissures graves. Ces avaries sont dues à la forme de la plaque, qui en rend la fabrication difficile, et à ce qu'elle subit des mouvements de soufflet dans la dilatation de l'ensemble de la chaudière. Ces inconvénients n'existent pas dans la boîte à feu à berceau cylindrique qui se raccorde directement sur la virole d'arrière du corps cylindrique et ne comporte qu'une demi-plaque avant, à la partie inférieure. Sous le rapport de la conservation et de la durée, la boîte à feu Crampton adoptée sur les locomotives belges paraît supérieure à la boîte à feu Belpaire, dont sont munies toutes les locomotives françaises exposées à Liège. Le type de boîte à feu Belpaire s'est en effet généralisé en France en même temps que le système Compound à 4 cylindres. Il semble qu'il y aurait avantage à revenir à la boîte à feu Crampton.

Nous allons maintenant décrire les principales machines exposées.

SECTION BELGE

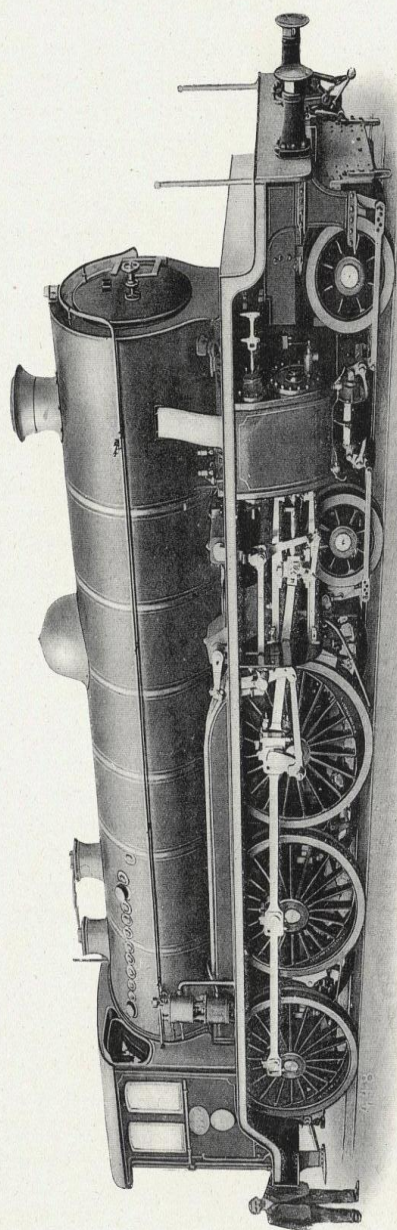
SOCIÉTÉ DE LA MEUSE, à Sclessin (Liège).

LOCOMOTIVE A 6 ROUES ACCOUPLÉES ET A BOGIE A 4 CYLINDRES ÉGAUX, SIMPLE EXPANSION ET SURCHAUFFE (Fig. 1). — Cette locomotive a été étudiée par M. Flamme, inspecteur général des Chemins de fer de l'État belge, avec la collaboration de la Société de la Meuse ; elle est destinée à remorquer des trains rapides très lourds. La combinaison de 4 cylindres fonctionnant en simple expansion, qui paraît à première vue d'une inutile complication, présente des avantages estimés suffisants pour pouvoir être mis en balance avec ce défaut. Dans une machine à 4 cylindres fonc-

tionnant en simple expansion, les démarrages sont faciles et la tendance au patinage faible ; d'autre part, la vapeur étant surchauffée, ce qui supprime les condensations dans les cylindres, il n'y a pas d'inconvénient à augmenter l'étendue des surfaces refroidissantes, comme on le fait effectivement en adoptant quatre cylindres au lieu de deux ; les manivelles des cylindres situés d'un même côté étant calées à 180° et les pièces en mouvement alternatif étant tout à fait semblables, on obtient un équilibre horizontal parfait ; il est vrai que la situation, au point de vue du mouvement du lacet, est moins bonne que dans les Compound à 4 cylindres avec cylindres à basse pression intérieurs, ou le poids des masses alternantes est en raison inverse de leur distance au plan médian.

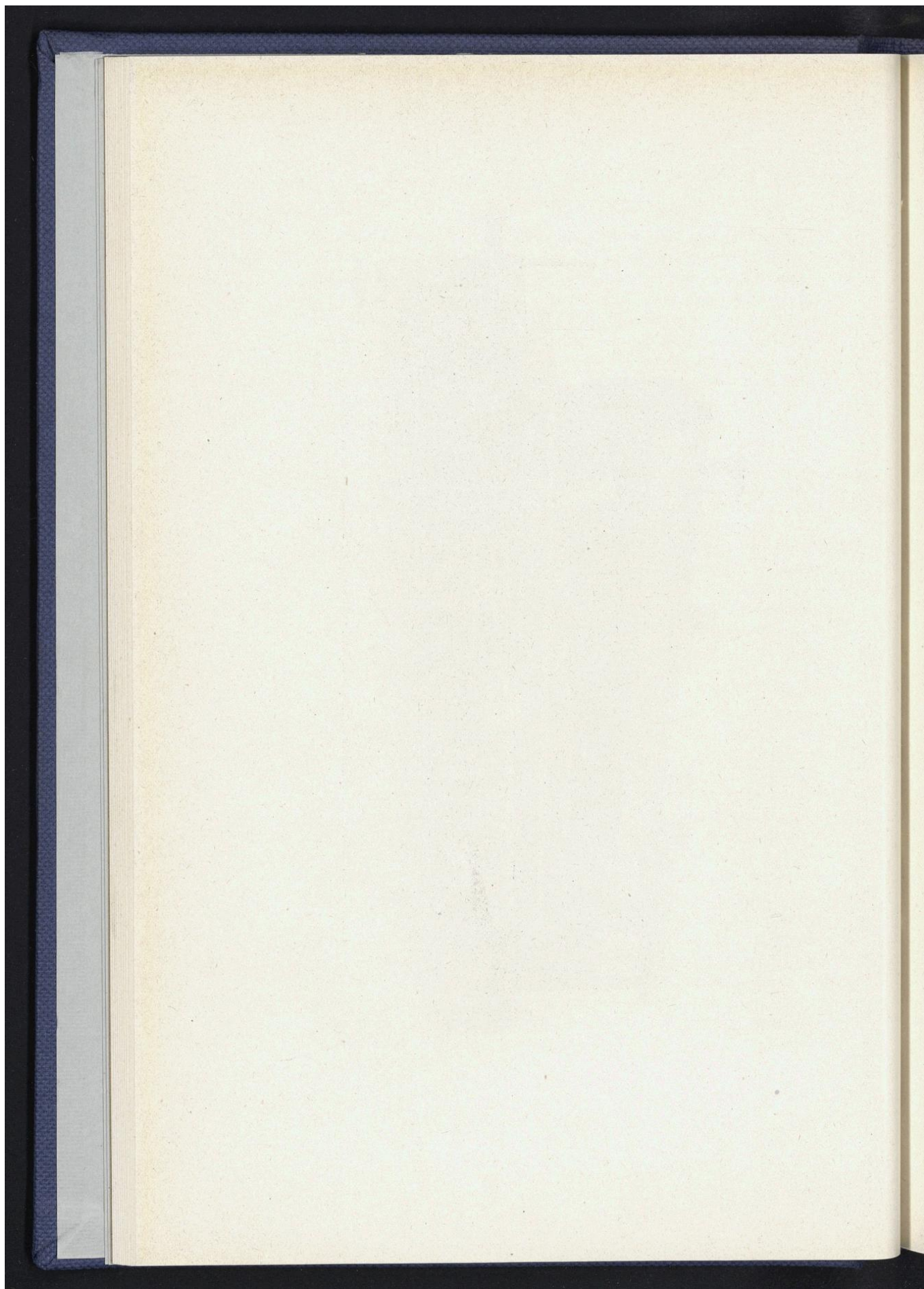
Les quatre cylindres, de 0 m. 435 de diamètre chacun, sont disposés sur la même ligne dans l'axe transversal du bogie et le premier essieu est seul moteur. Cette disposition a été préconisée en Allemagne pour les locomotives Compound à quatre cylindres en opposition avec la disposition française qui consiste à actionner le premier essieu moteur par les cylindres intérieurs, qui sont généralement les cylindres à basse pression, et le deuxième essieu moteur par les cylindres extérieurs. Une polémique s'est élevée à ce sujet entre MM. de Glehn et von Borries dans le Bulletin du Congrès international des Chemins de fer (mars et juin 1904). M. de Glehn estime très avantageux de diviser les efforts entre deux essieux, division qui se fait à peu près par moitié et intéresse tout le mécanisme : essieux, organes moteurs et organes de distribution. Si les quatre cylindres placés en ligne attaquaient le même essieu, nécessairement coudé, celui-ci et le mécanisme seraient soumis à des efforts trop considérables, qu'il ne semble pas prudent d'admettre en raison de l'accroissement continu de la puissance des locomotives modernes. Quant à la simplification des appareils de distribution invoquée en faveur de ce dernier système, elle est plus apparente que réelle.

M. von Borries répond que cette simplification a cependant pour résultat de supprimer les coulisses intérieures et le caissonnement des cylindres extérieurs, ce qui rend plus accessibles les bielles motrices intérieures. La partie coudée de l'essieu moteur est soumise seulement aux efforts des pistons des cylindres intérieurs, car les efforts des pistons extérieurs sont supportés en grande partie par les bielles d'accouplement ; cet essieu



Dep.
CNAM

FIG. 1. — Locomotive à 4 cylindres en simple expansion et à vapeur surchauffée de la Société de la Meuse.



coudé n'est donc pas soumis à des efforts beaucoup plus considérables que celui de de Glehn ; d'autre part, la présence de quatre manivelles sur le même essieu offre l'avantage marqué d'équilibrer directement les efforts qu'exercent sur cet essieu les pistons et autres organes à mouvement alternatif, ce qui prévient l'usure horizontale des coussinets et est d'une grande importance au point de vue de la douceur de roulement et de l'entretien.

L'expérience n'a pas encore permis de se prononcer définitivement en faveur de l'un ou de l'autre système. Très probablement, ils donneront des résultats à peu près équivalents.

Les dimensions principales de la locomotive de la Meuse sont indiquées dans le tableau n° 1.

La chaudière est munie d'un surchauffeur Schmidt. Les vingt-cinq gros tubes formant les trois rangées supérieures du faisceau tubulaire contiennent chacun deux tuyaux en fer en forme de **U**, lesquels aboutissent au collecteur de la boîte à fumée. La sortie dans la boîte à fumée des gaz traversant les gros tubes peut être interceptée par un clapet manœuvré par le mécanicien. On observe la température de la vapeur surchauffée à l'aide d'un pyromètre à mercure placé sous l'abri.

Le bogie de la machine est à longerons intérieurs avec quatre ressorts indépendants placés au-dessus des boîtes. Il est chargé en son centre par l'intermédiaire d'un pivot sphérique. Deux buttoirs à ressorts limitent le jeu dans le sens de l'axe de la machine. Le déplacement latéral est dans chaque sens de 55 mm. le rappel est produit par des menottes inclinées. Le bogie est muni du frein ; les sabots de chaque côté sont actionnés par un cylindre à frein placé entre les roues.

Les ressorts des roues motrices sont conjugués par des balanciers à bras égaux.

Les tiroirs sont cylindriques avec admission de vapeur par les arêtes intérieures ; ils sont munis de trois segments étroits en fonte.

Il n'y a qu'un mécanisme de distribution pour chaque groupe de deux cylindres ; il est du système Walschaerts et placé à l'extérieur. Le levier d'avance actionné par la crosse de piston du cylindre extérieur conduit au moyen d'un arbre de renvoi le tiroir du cylindre intérieur et le prolongement vers l'avant de la tige de ce dernier tiroir agit sur l'extrémité d'un balancier, placé

en avant des cylindres, dont l'autre extrémité conduit à son tour la tige du tiroir extérieur.

Cette locomotive, avant d'entrer à l'Exposition de Liège, a été expérimentée pendant quelques jours sur les lignes de l'État belge. Ces essais qui, faute de temps, ont été faits très rapidement se sont terminés, le 31 mai, par la remorque, entre Bruxelles et Liège, d'un train rapide de 327 tonnes, composé de onze voitures à trois essieux, une voiture à bogies et deux fourgons à trois essieux. Le parcours de 93 kilomètres présente des rampes continues ne dépassant pas, il est vrai, 4 millimètres par mètre, a été parcouru en soixante-dix-sept minutes, soit à la vitesse moyenne de 72 km. 5, avec un arrêt intermédiaire sans stationnement pour la traversée d'un pont tournant, deux ralentissements à 40 kilomètres sur travaux de voie et deux fermetures du régulateur devant des signaux. La vitesse moyenne en rampe de 4 millimètres a été maintenue entre 75 et 80 kilomètres à l'heure. Dans le premier tiers du trajet, entre Bruxelles et l'arrêt au pont tournant, la température de surchauffe ne s'est pas maintenue à sa valeur normale; après être montée à 270°, elle est retombée progressivement à 210°. Dans le restant du trajet, elle s'est maintenue avec quelques oscillations entre 290 et 330°.

SOCIÉTÉ J. COCKERILL

LOCOMOTIVE COMPOUND A 3 ESSIEUX ACCOUPLES, 4 CYLINDRES ET VAPEUR SURCHAUFFÉE (Fig. 2 et 3). — Cette locomotive a été étudiée comme la précédente par M. Flamme avec la collaboration de la Société Cockerill. Il en est exposé deux variantes : type 19 et type 19 *bis*.

Dans le type 19, le diamètre des roues motrices est de 1 m. 98; les cylindres sont placés tous les quatre dans l'axe transversal du bogie et actionnent le premier essieu; la vapeur est surchauffée à l'entrée des cylindres BP seulement. Les Chemins de fer de l'État belge ont fait construire une autre locomotive semblable sans surchauffeur.

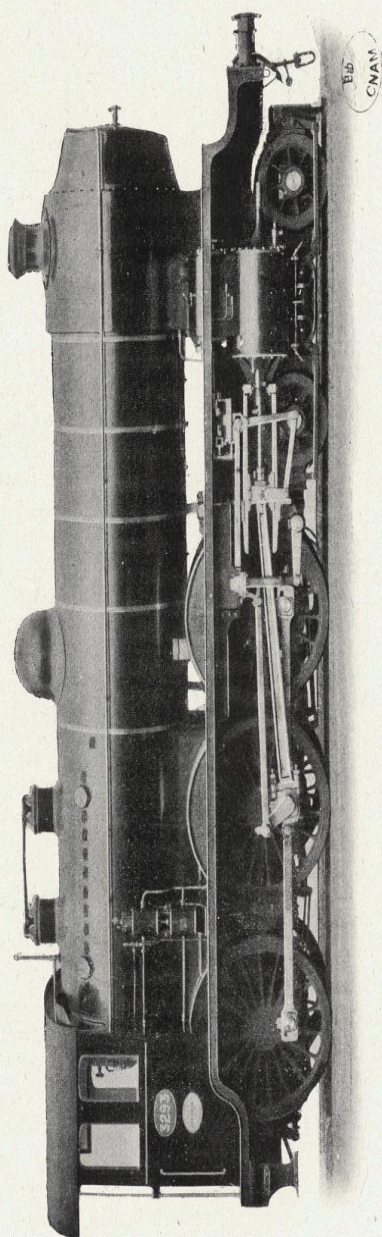
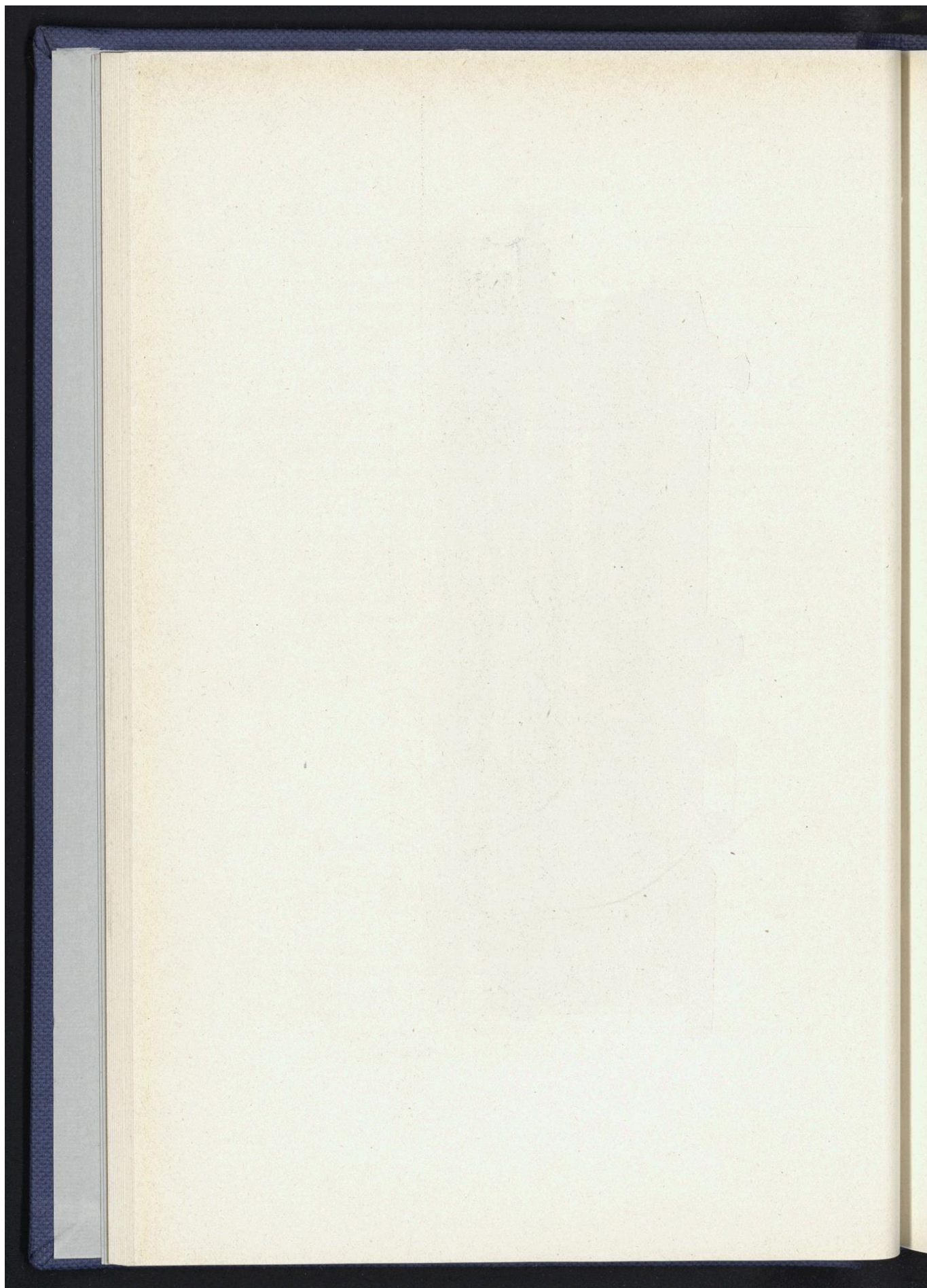


Fig. 2. — Locomotive compound à 4 cylindres à vapeur surchauffée de la Société Cockerill.



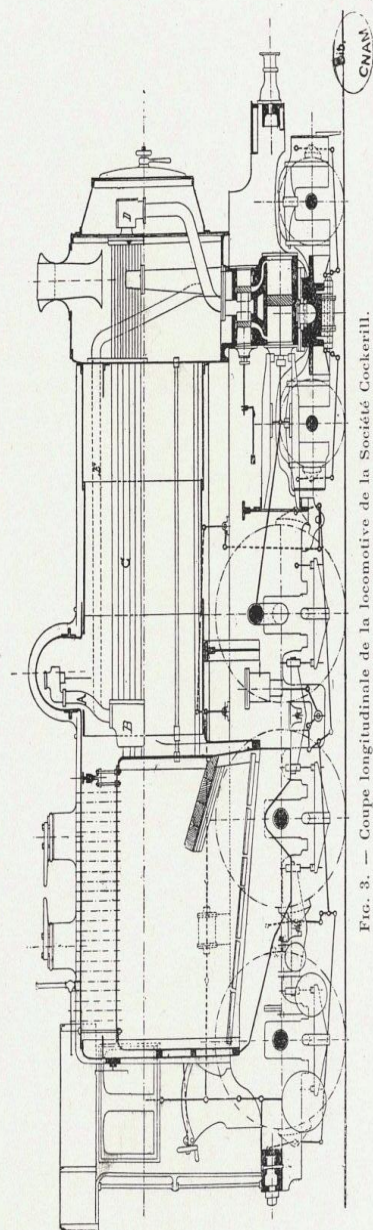
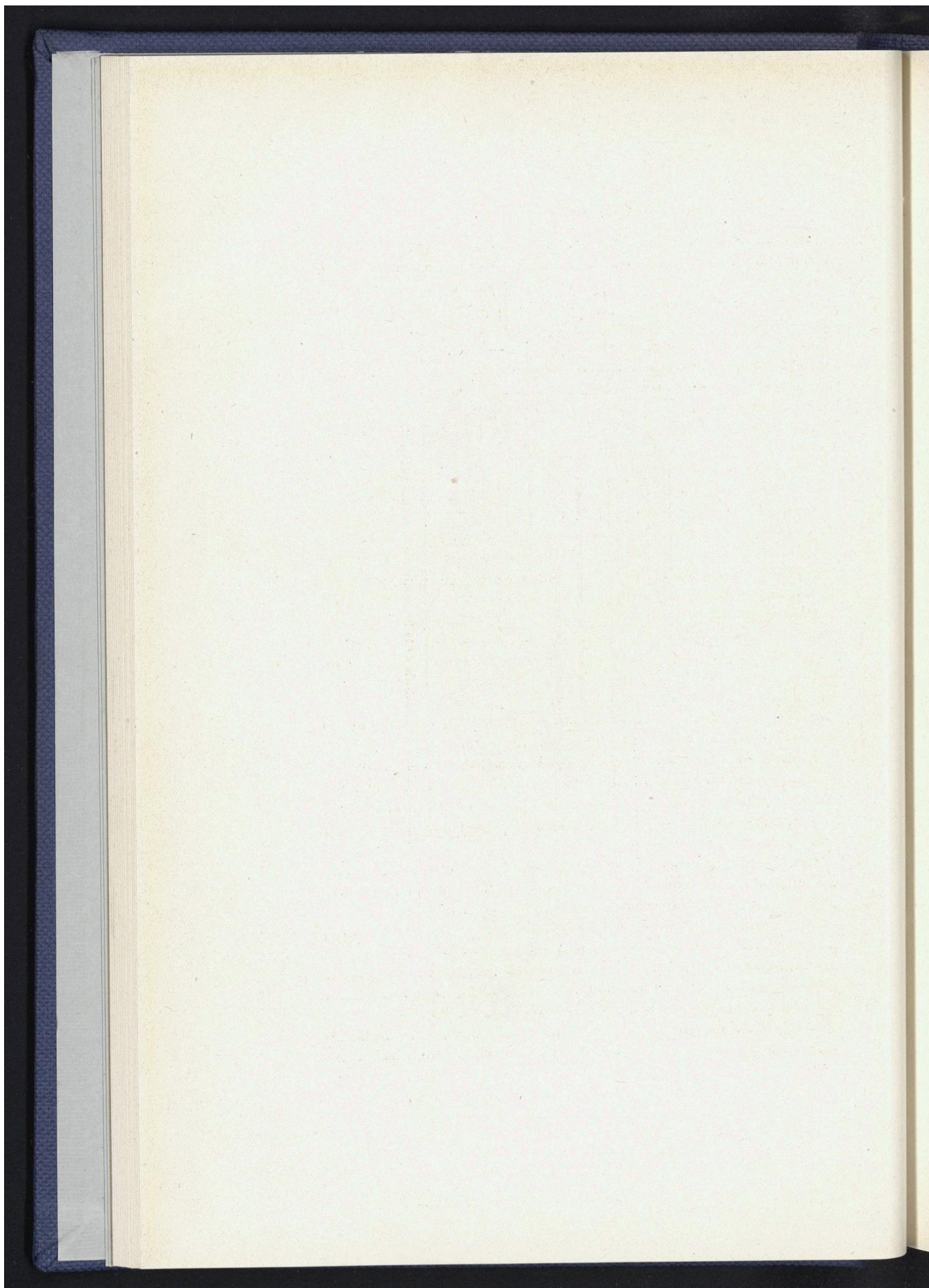


FIG. 3. — Coupe longitudinale de la locomotive de la Société Cockerill.



Dans le type 19 *bis*, le diamètre des roues motrices est réduit à 1 m. 80 ; les cylindres HP sont placés à l'intérieur un peu en avant de l'axe transversal du bogie et attaquent le premier essieu tandis que les cylindres à basse pression extérieurs sont dans l'axe du bogie et actionnent le deuxième essieu. Cette disposition, tout en réalisant la division des efforts sur deux essieux, permet de n'avoir que deux mécanismes de distribution et de ménager un accès facile aux têtes de bielle des cylindres intérieurs.

La chaudière, dont les dimensions et les dispositions sont les mêmes que dans la machine à 4 cylindres égaux de la Société de la Meuse, est munie d'un surchauffeur spécialement étudié par la Société Cockerill et qui, comme le surchauffeur Schmidt, est placé dans des tubes à fumée. Il se compose de 30 gros tubes à fumée dans chacun desquels passent trois tuyaux de vapeur. L'ensemble de ces derniers forme deux faisceaux distincts droite et gauche, aboutissant chacun à un collecteur à chaque extrémité ; il y a donc deux collecteurs dans la boîte à fumée et deux autres placés dans deux compartiments voisins de la plaque tubulaire du foyer, noyés dans l'eau et traversés par les gaz chauds. Les collecteurs intérieurs sont réunis par un gros tuyau au milieu duquel se trouve une valve d'interception ; il en est de même des deux collecteurs de boîte à fumée ; les valves de chaque groupe de collecteur sont solidaires et réunies par un tuyau ; en outre, la valve de boîte à fumée est réunie, par un second tuyau, au collecteurs intérieur de droite.

Cette disposition compliquée a pour but de pouvoir expérimenter le fonctionnement de la machine dans deux cas distincts, qu'on réalisera à volonté : 1° surchauffe de la vapeur à son entrée aux cylindres HP et aux cylindres BP ; 2° surchauffe à l'entrée aux cylindres BP seulement.

Dans le premier cas, les valves d'interception sont placées dans une position telle que le faisceau surchauffeur de gauche surchauffe la vapeur avant son entrée aux cylindres HP et celui de droite avant son entrée dans les cylindres BP. Dans la deuxième position des valves, la vapeur saturée de la chaudière est envoyée directement aux cylindres HP et la vapeur sortant de ceux-ci circule dans le faisceau surchauffeur de gauche puis dans celui de droite avant de se rendre dans les cylindres BP.

Nous avons dit qu'il n'y a que deux mécanismes de distribution pour les quatre cylindres. Ils sont extérieurs, du type Wals-

chaerts. La tige de chaque tiroir intérieur est actionnée au moyen d'un balancier par la tige du tiroir extérieur. Tous les tiroirs sont cylindriques.

La machine fonctionne toujours en compound, même au démarrage; mais une valve permet d'envoyer la vapeur vive au réservoir intermédiaire, où la pression est limitée à 5 kilogrammes. D'autre part, afin de faciliter le démarrage, le degré d'admission maximum dans les cylindres à haute pression atteint 90 %.

Les dimensions principales de cette machine ont été données dans le tableau n° 1.

SOCIÉTÉ J. COCKERILL

LOCOMOTIVE COMPOUND A 4 CYLINDRES ET A VAPEUR SATURÉE. — La société Cockerill expose, en outre de ses locomotives compound à vapeur surchauffée, une locomotive compound à quatre cylindres analogue aux dernières machines compound françaises du type Atlantic et plus particulièrement à celles de la Compagnie d'Orléans.

La principale particularité distinguant la machine exposée est le changement de marche à vapeur du système Flamme-Rongy, très utile lorsqu'on a à faire des démarrages fréquents. Le dispositif très ingénieux de ce changement de marche est le suivant.

La barre de relevage est reliée par un levier manivelle, vertical dans sa position moyenne, à un axe fixé au bâti de la machine et on peut actionner cette barre soit en produisant la rotation de cet axe au moyen d'un changement de marche à vis ordinaire, soit au moyen du piston d'un servo-moteur à vapeur qui agit directement sur elle. Or, dans le prolongement du levier manivelle, se trouve une contre-manivelle à l'extrémité inférieure de laquelle est articulé le levier de manœuvre du servo-moteur, vertical dans sa position moyenne, lequel agit sur un robinet à trois voies au moyen d'une tringle articulée en un point de ce levier qui se trouve sur l'axe de rotation fixe, lorsque le robinet est fermé. Ce robinet, quand il est ouvert, envoie d'ailleurs la vapeur sur l'une ou l'autre face du piston du servo-moteur. Par conséquent, lorsqu'on déplace à la main le levier de manœuvre, le robinet

s'ouvre et le servo-moteur actionne la barre de relevage; mais le levier manivelle relié avec elle, en tournant autour de l'axe fixe, fait de nouveau coïncider avec ce dernier l'articulation de la tringle du robinet et ce dernier se ferme.

Les dimensions principales de cette machine ont été données dans le tableau n° 1.

SOCIÉTÉ FRANCO-BELGE ET SOCIÉTÉ « ÉNERGIE »

LOCOMOTIVES A SIMPLE EXPANSION, VAPEUR SURCHAUFFÉE, 3 ESSIEUX ACCOUPlés ET BOGIES. — Les chemins de fer de l'État belge ont mis depuis quelques années en service, pour la remorque des trains lourds de voyageurs ou des trains de marchandises à marche accélérée, de puissantes locomotives à trois essieux accouplés. Plusieurs de ces machines sont munies de la surchauffe. Deux de ces dernières figurent à l'Exposition de Liège, l'une construite par la Société franco-belge, à la Croyère, l'autre par la Société « Énergie » à Marcinelle. Ces deux spécimens ne diffèrent que par le diamètre des roues qui est pour le premier de 1m.60 et pour le second de 1m.70 (voir tableau n° 1.)

La chaudière est en acier; le foyer, ainsi que les entretoises en cuivre; les rivets du foyer sont en acier. Le régulateur, du type américain, est constitué par une soupape à double siège en bronze. L'échappement est fixe.

Le surchauffeur est du système Schmidt. Le faisceau tubulaire comporte à la partie supérieure trois rangées de tubes en acier de 118 millimètres sur 127 millimètres; ces tubes sont taraudés et rivés dans la plaque tubulaire du foyer, après avoir été rétreints jusqu'à un diamètre extérieur de 95 millimètres; ils sont mandrinés et rivés dans la plaque tubulaire d'avant. Dans chacun d'eux est placé un élément surchauffeur constitué par 4 tubes en acier sans soudure de 25 millimètres sur 32 millimètres, lesquels s'avancent jusqu'à 0m. 80 environ de la plaque tubulaire du foyer. A leurs extrémités postérieures, ils sont assemblés par paires à l'aide de culottes en acier coulé dans lesquelles ils sont vissés et ont ainsi la forme d'un U. Dans la boîte à fumée, ils

sont infléchis vers le haut et mandrinés quatre par quatre dans des collets qui servent à les assembler au collecteur en fonte. Ce dernier est divisé en compartiments de telle sorte que la vapeur humide est obligée de traverser simultanément tous les tubes en U pour passer de la chaudière aux cylindres.

La température de surchauffe prévue est de 325°. Dans une série de parcours d'essai, on a obtenu les températures suivantes : 270° à 98 kilomètres à l'heure sur pente de 4 millimètres, 325° à 70 kilomètres à l'heure sur rampe de 4 millimètres et à 64 kilomètres à l'heure sur rampe de 7 millimètres.

Les cylindres ainsi que la distribution du type Stephenson sont à l'intérieur du châssis. Les tiroirs cylindriques en fonte munis d'un segment large et d'un segment étroit séparés par un anneau non fendu ont 250 millimètres de diamètre. Les garnitures des tiges de tiroirs sont flexibles.

Le changement de marche, placé à gauche, est à levier et à vis combinés, avec servo-moteur à vapeur.

Les longerons sont en tôle d'acier de 26 millimètres d'épaisseur ; ceux du bogie, également en tôle d'acier de 25 millimètres d'épaisseur, sont entretoisés par un caisson en acier coulé. L'axe du pivot est un peu en arrière du centre du bogie ; le déplacement latéral est de 35 millimètres de chaque côté.

Comme sur toutes les machines de type moderne de l'État belge, toutes les roues sont munies du frein Westinghouse et les appareils de frein du bogie sont complètement indépendants de ceux de la machine et comportent notamment deux cylindres doubles à attaque directe.

L'État belge a actuellement en service 40 machines de ce type dont 20 à roues de 1m. 60 et 20 à roues de 1m. 70 ; quinze d'entr'elles sont à vapeur surchauffée. Il a été fait entre ces machines des essais comparatifs de consommation et de puissance dont nous avons donné plus haut les résultats.

AUTRES LOCOMOTIVES BELGES

L'Exposition belge comprend, en outre, 8 locomotives qui sont la reproduction de types existants et dont un exemplaire de chacune d'elles, sauf la locomotive tender à 4 essieux accouplés, a reçu l'application d'un surchauffeur Schmidt. Dans toutes les machines à vapeur surchauffée, le diamètre des cylindres a été agrandi.

Le tableau n° 2 donne les dimensions principales de ces locomotives.

TABLEAU N° 2

TYPE	SIMPLE expansion 3 essieux acc. vapeur saturée	SIMPLE expansion 3 essieux acc. vapeur saturée	LOCOMOTIVE-TENDER à simple expansion, 2 essieux accouplés, bogie à l'avant essieu-porteur à l'arrière vapeur saturée	LOCOMOTIVE-TENDER à simple expansion, 2 essieux accouplés, bogie à l'avant essieu-porteur à l'arrière vapeur surchauffée	LOCOMOTIVE- TENDER à simple expansion à 4 essieux acc. vapeur saturée 2 exemplaires	SIMPLE EXPANSION 2 essieux acc. et bogie à l'avant vapeur saturée surchauffée
CONSTRUCTEURS	Société des chantiers de Nicolaïef, à Bouffoulx	Société Saint-Léonard, à Liège	Ateliers du Thirieau, à la Croix	Zimmerman- Hanrez, à Monceau-sur- Sambre	Ateliers de la Société de Marcinelle et Couillet	Usines de Haine St-Pierre
Pression de marche, atmos- phères.....	43	43	42	42	42	43
Surface de grille m².....	2,52	2,52	2,52	2,52	2,23	2,07
Surface de chauffe du foyer m².....	11,01	11,01	11,70	11,70	9,02	12,17
Surface de chauffe des tubes m².....	404,40	85,40	85,52	69,15	116,38	89,90
Surface de chauffe du sur- chauffeur m².....	»	21,51	»	16,98	»	24,51
Nombre de tubes de 118 m/m de diamètre intérieur.....	»	18	»	15	»	18
Nombre de tubes de 45 m/m de diamètre intérieur.....	»	154	»	132	»	153
Diamètre des roues motrices m.....	1,520	1,520	1,800	1,800	1,262	1,980
Diamètre des cylindres m/m.....	470	500	440	470	480	500
Course du piston m.....	660	660	610	610	600	660
Poids en ordre de marche kg.....	47.600	47.600	64.000	64.000	65.600	53.550
Poids adhérent.....	47.600	47.600	34.200	34.200	65.600	36.300
Effort théorique de traction.....	42.866	44.500	8.120	9.250	13.550	11.200
Nombre de locomotives de ces modèles en service.....	261	»	65	»	65	»

SECTION FRANÇAISE

COMPAGNIE DU NORD

LOCOMOTIVE-TENDER A DEUX BOGIES MOTEURS. (Fig. 4). — Pour remorquer des tonnages élevés sur de fortes rampes, il faut un poids adhérent considérable. Par exemple, un train de 950 tonnes, en rampe de 12 mill., qui, avec une machine de 100 tonnes représente un poids de 1,050 tonnes, exige un effort de traction de : $1.050 \times (12 + 2,5) = 15.225$ kilog. en admettant que la résistance moyenne à la traction est de 2 kg. 5 par tonne, ce qui est un chiffre plutôt modéré. Or le coefficient d'adhérence n'étant pas, sauf de rares exceptions, supérieur à $\frac{1}{5}$, pour développer un effort de 15.225 kg. il faut que le poids adhérent de la machine soit au moins cinq fois plus grand que cet effort, c'est-à-dire dépasse 75 tonnes. Les Américains atteignent ce chiffre et au-delà avec des machines à quatre essieux accouplés, mais ils n'hésitent pas à porter la charge par essieu jusqu'à 25 tonnes. En France, cette charge est limitée à un chiffre beaucoup moindre, 16 à 18 tonnes en général ; la charge par mètre courant de voie est également limitée. Pour obtenir le poids adhérent requis, il faut donc accoupler cinq ou six essieux tout en leur donnant un empattement suffisant, ce qui est difficilement réalisable avec une machine rigide et conduirait à sacrifier la facilité de circulation dans les courbes. Le problème peut être résolu en divisant les essieux moteurs en deux groupes indépendants et en rendant mobiles par rapport à la chaudière soit l'un des deux groupes seulement — c'est le système Mallet — soit les deux — système adopté par la Compagnie du Nord dans la machine figurant à l'Exposition de Liège.

Cette machine, qui a été étudiée par MM. du Bonsquel, ingénieur en chef du matériel et de la traction et Kœchlin, Ingénieur des ateliers de machines, chargé des études, se compose donc de deux châssis de locomotive, avec leurs roues, leurs cylindres et



leurs mécanismes, supportant une unique chaudière; il faut d'ailleurs que la chaudière ait trois points d'appui au minimum.

BOGIES MOTEURS. — Chaque bogie moteur comprend trois essieux accouplés et un essieu porteur destiné d'une part à éviter le porte-à-faux des cylindres, d'autre part à répartir sur un plus grand nombre d'essieux le poids total de la machine qui, s'élevant à environ 100 tonnes, eut donné, sur six essieux seulement, un peu plus de 16 tonnes par essieu. Sur le bogie moteur d'avant, qui porte les cylindres à basse pression, l'essieu porteur ainsi que les cylindres sont à l'arrière; c'est le contraire sur le second bogie en sorte que les quatre cylindres sont rassemblés au centre de la machine et se font face. L'écartement des essieux est le même sur les deux bogies :

De l'essieu porteur au premier essieu accouplé. . . 2 m. 325.

Du premier essieu accouplé à l'essieu moteur. . . 1 m. 940.

De l'essieu moteur au deuxième essieu accouplé . . 1 m. 530.

Le bogie d'avant porte directement une caisse à eau de chaque côté; un espace suffisant est laissé entre ces deux caisses et la chaudière pour permettre leurs déplacements relatifs. La contenance totale est de 9 mètres cubes d'eau, ce qui représente la majeure partie de l'approvisionnement total s'élevant à 12 m³ 800. Les deux autres caisses à eau sont fixées au bâti de la chaudière de part et d'autre de la boîte à feu.

Les châssis des bogies sont en tôle d'acier et entretoisés par des caissons en acier moulé. Les mécanismes sont extérieurs et semblables à ceux des locomotives compound ordinaires à quatre cylindres. Les tiroirs plans sont équilibrés. Les organes du changement de marche doivent avoir l'élasticité nécessaire pour se plier aux déplacements des bogies par rapport au bâti de la chaudière. Dans chacun des bogies, l'arbre de relevage est attaqué directement par une vis articulée sur un palier de butée fixé à l'entretoise des longerons et dont l'écrou peut osciller dans la fourche du levier de commande. Cette vis est prolongée par un arbre muni de deux cardans lequel est commandé par des engrenages recevant leur mouvement d'un arbre longitudinal fixé au bâti de la chaudière. L'arbre longitudinal des cylindres à haute pression, qui sont sur le bogie arrière, est commandé directement, au moyen d'une transmission à engrenages, par la vis de changement de marche. L'arbre longitudinal des cylindres BP est

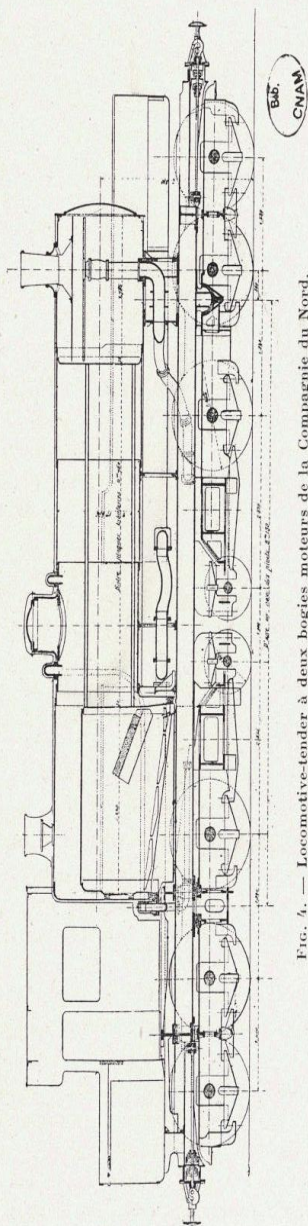
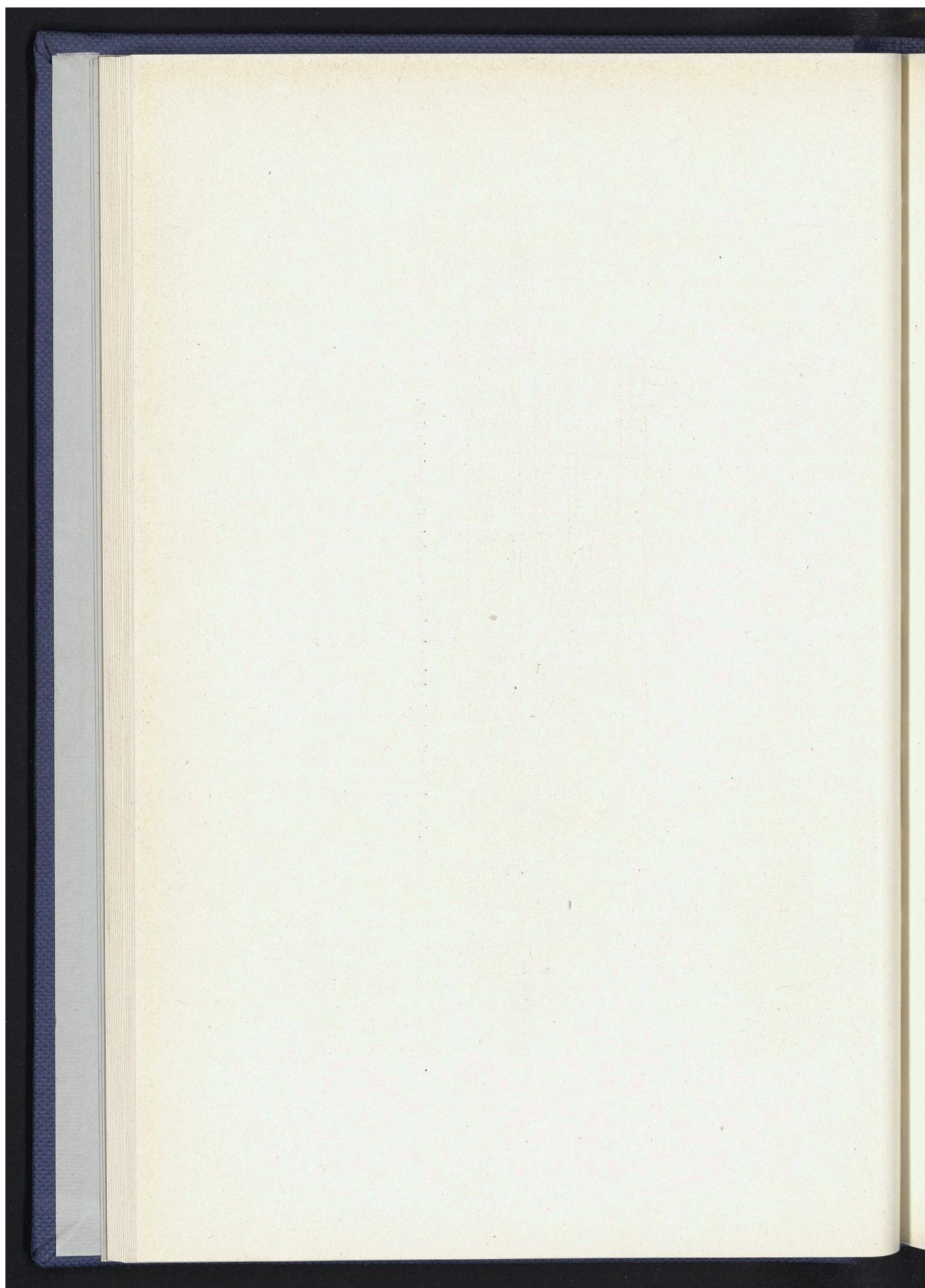


FIG. 4. — Locomotive-tender à deux bogies moteurs de la Compagnie du Nord.



creux et entoure celui des cylindres HP, avec lequel il peut être embrayé à volonté de façon à lier ou à rendre indépendantes les distributions des deux groupes de cylindres.

Le volant de changement de marché peut être actionné à la main ou à l'aide d'un servo-moteur à l'air comprimé.

BÂTI DE LA CHAUDIÈRE. — Il est constitué par une poutre droite horizontale en forme de caisson placée dans l'axe longitudinal de la machine et constituée par deux longerons verticaux de 322 millimètres de hauteur et 20 millimètres d'épaisseur, écartés de 160 millimètres et réunis à deux semelles horizontales de 12 millimètres d'épaisseur et 380 millimètres de largeur par 4 cornières de $90 \times 90 \times 14$. Cette poutre est entretoisée intérieurement par plusieurs pièces en acier moulé : deux de part et d'autre de chaque pivot et trois autres intermédiaires. La longueur totale des longerons est de 15 m. 030. Au delà des pivots et sur une longueur de 2 m. 300 à partir de chaque extrémité, ils se prolongent en forme de **V** par une partie assemblée à boulons avec la partie droite, de façon à acquérir un écartement final de 850 millimètres, et se terminent par deux traverses en tôle et cornières renforcées par deux fers à **U** horizontaux. Ces traverses portent les appareils de choc et de traction. La longueur totale à l'extérieur des traverses est de 15 m. 046. Les tampons ont un disque plus large et leur course est deux fois plus grande que dans les machines ordinaires. La tige de traction est fixée à une cheville placée à la naissance de la partie évasée de la poutre, de façon à reporter l'effort le plus près possible des pivots ; les crochets de traction sont montés sur deux ressorts en spirale dont la charge d'aplatissement est de 12 tonnes pour chacun, soit 24 tonnes pour les deux.

LIAISON DU BÂTI ET DES BOGIES MOTEURS. — La poutre ne repose sur le bogie avant qu'en un seul point situé à 380 millimètres en arrière du deuxième essieu (l'essieu moteur), au moyen d'un pivot sphérique pénétrant dans une crapaudine venue de fonte sur la traverse en acier moulé. Le bogie peut donc prendre n'importe quelle position autour du pivot. Mais pour limiter les oscillations transversales, la poutre est munie de deux tampons élastiques, placés de chaque côté en face du pivot, terminés par des galets venant s'appuyer sur deux buttoirs de la traverse du bogie.

A l'arrière la poutre porte sur le bogie en cinq points :

D'abord par un pivot plan dont l'axe se trouve à égale distance (970 millimètres) du premier essieu accouplé et de l'essieu moteur ; ce pivot repose sur une crapaudine venue de fonte avec la traverse centrale du bogie ; en second lieu, par quatre glissières latérales, à face d'appui horizontale, portées par deux traverses fixées à la poutre et s'appuyant sur quatre supports fixés aux longerons du bogie et situés : les deux d'avant à 190 millimètres en avant de l'axe du pivot, les deux d'arrière à égale distance (765 millimètres) des deux essieux d'arrière.

De cette façon le bogie ne peut tourner autour du pivot que toujours dans un même plan et aucune oscillation du bâti par rapport au bogie d'arrière n'est possible.

Les appareils d'attelage étant fixés à la poutre, il s'ensuit que l'effort moteur est transmis des bogies à la poutre par l'intermédiaire des deux pivots seulement.

LIAISON DU BÂTI ET DE LA CHAUDIÈRE. — La boîte à fumée est boulonnée sur un caisson en acier moulé rivé à la poutre centrale et situé au-dessus du pivot du bogie d'avant. Le corps cylindrique s'appuie sur la poutre par deux supports formés de deux tôles verticales qui sont boulonnées à des fers à T rivés aux viroles de la chaudière et qui, par suite de leur faible épaisseur, présentent une flexibilité suffisante pour permettre les dilatations.

La face arrière de la boîte à feu repose sur une traverse en acier moulé fixée sur la poutre un peu en avant de l'axe du pivot du bogie arrière au moyen de deux larges sabots en acier moulé placés sous les angles arrière du cadre. Les surfaces d'appuis de la traverse sur lesquelles ces sabots peuvent glisser sont garnies de métal blanc.

CHAUDIÈRE. — La boîte à feu est du type Belpaire. Elle est reliée au corps cylindrique d'une façon particulière, en raison de la longueur de la chaudière et de son mode d'appui. A cet effet, les plaques latérales de l'enveloppe ont été prolongées par dessus la plaque d'avant jusqu'à la virole du corps cylindrique à laquelle elles sont rivées. Cette liaison empêche les mouvements de soufflet de la plaque avant.

Le corps cylindrique est un peu plus long que dans les machines

ordinaires. Les tubes ont 4 m. 750 de longueur entre les plaques tubulaires.

Toutes les entretoises du foyer sont en cuivre manganésé.

Le cendrier est divisé en deux parties : celle d'arrière fixée au cadre du bas du foyer et celle d'avant portée par le bogie, laquelle se termine par une trémie de vidange placée un peu en arrière de l'essieu porteur.

L'échappement est circulaire avec tête mobile conique à ailettes hélicoidales du dernier type Nord. Le cône d'embase de la cheminée repose dans la boîte à fumée sur une tôle horizontale formant plafond et destinée à éviter les remous.

TUYAUTERIE DE VAPEUR. — Le dôme de la chaudière contient, en une seule pièce, le régulateur et la prise de vapeur directe des cylindres à basse pression ou régulateur auxiliaire. Les tuyaux de vapeur partant de ces deux régulateurs se trouvent sur la chaudière. Le passage des conduites à haute pression de la chaudière au bogie, qui ne peut, comme on l'a vu, prendre que des déplacements angulaires horizontaux, s'effectue par le pivot au moyen de deux culottes verticales en bronze emboîtées l'une dans l'autre. La culotte supérieure repose sur deux glissières latérales en fer fixées à la poutre, qui l'empêchent de tourner sous l'influence des mouvements du bogie et de se soulever sous la poussée de la vapeur. Quant à la culotte inférieure, elle est portée par une barre en acier moulé qui la rend solidaire du bogie. Le joint entre les deux culottes est constitué par des garnitures métalliques.

Les cylindres à haute et à basse pression d'un même côté sont reliés par une tuyauterie comprenant une tubulure porte-rotule en fonte sur chaque cylindre et un tuyau à rotule sphérique en bronze ; les deux tuyaux se faisant face s'emboîtent l'un dans l'autre à frottement doux. Les joints des rotules sont constitués par des garnitures en métal blanc. L'étanchéité entre les tuyaux formant fourreau et douille est obtenue en pratiquant des cannelures circulaires parallèles à l'intérieur de la douille.

Les tubulures des cylindres à basse pression portent chacune un robinet cylindrique d'échappement direct dans l'atmosphère de la vapeur provenant du cylindre à haute pression ; ce robinet est manœuvré par un servo-moteur à air comprimé. En outre, les boîtes à vapeur BP sont réunies par un tuyau en cuivre qui porte

les soupapes de décharge à 6 kg. 5 et qui est muni d'une culotte à laquelle est relié le tuyau d'admission directe de la chaudière au moyen d'un raccord en caoutchouc cuirassé afin de supporter la pression de 6 kg. 5.

Deux culottes en bronze fixées aux cylindres à basse pression reçoivent la vapeur d'échappement de ces cylindres et aussi celle des cylindres à haute pression, quand ceux-ci fonctionnent à échappement direct. Elles sont reliées au moyen de deux tuyaux en caoutchouc armé et entoilé à une autre culotte également en bronze fixée sur le support avant de la chaudière.

On a essayé de substituer à la tuyauterie métallique articulée reliant les cylindres HP et BP une tuyauterie en caoutchouc analogue à celle de l'échappement et qui est évidemment beaucoup plus simple que l'autre. Mais on a dû y renoncer après quelques essais en service.

La locomotive de la Compagnie du Nord, qui pèse 102 tonnes avec ses approvisionnements complets : 12.800 litres d'eau et 5.000 kilos de charbon, est une des plus puissantes qui aient été construites en Europe pour la traction des trains de marchandises. A l'Exposition de Bruxelles de 1897, l'État belge avait exposé une locomotive tender à 6 essieux, tous moteurs, du système Mallet, de puissance analogue. Ces locomotives sont cependant dépassées de beaucoup par la gigantesque machine américaine du système Mallet exposée à Saint-Louis en 1904. Nous donnons ci-après (Tableau n° 3) les dimensions principales de la locomotive de la Compagnie du Nord avec, à titre de comparaison, celles des machines belge et américaine.

TABLEAU N° 3

TYPE	Cie du NORD MACHINE-TENDER compound, à 4 cylindres, à deux bogies de 3 essieux moteurs chacun.	ÉTAT BELGE MACHINE-TENDER compound, à 4 cylindres, à 3 essieux accouplés à l'ar- rière et bogie moteur de 3 es- sieux accouplés à l'avant.	BALTIMORE et OHIO compound, à 4 cylindres, 3 essieux accouplés à l'ar- rière, bogie de 3 essieux moteurs à l'avant, accouplée à un tender à 2 bogies de 64.780 kg.
Timbre en kg.....	16	14	16,45
Pression maxima au réservoir en kg.....	6,5	5	6
Surface de grille en m².....	3	7,980	6,70
Surface de chauffe du foyer en m².....	11,99	14,825	20,40
Surface de chauffe des tubes Serve, en m².....	232,56	273,716	499,000
Hauteur de l'axe de la chau- dière au-dessus des rails en m.	2,800	2,500	3,050
Diamètre des roues motrices en m.	1,455	1,300	1,422
Empattement de chaque bogie en m.	5,795	3,000	3,050
Empattement total en m...	12,590	9,350	9,353
Diamètre des (HP en m/m. cylindres.) BP en m/m.	400 630	500 810	508 813
Course des pistons en m/m.	680	650	813
Poids de la machine. (à vide en kg. ... en charge en kg. adhérent mini- mum en kg.	78.000 102.000 72.000	81.000 99.000 87.000	143.000 151.500 151.500
Charge moyenne sur chaque essieu moteur en kg. ...	14.500	16.500	25.250
Longueur totale hors tam- pons en m.	16,186	15,195	»
Effort maxi- (en compound mum théo- en kg. rique de en marche indé- traction.) pendance en kg.	18.610 24.100	26.400 »	38.090 »

La locomotive n° 6122 identique à celle n° 6121 exposée à Liège a été expérimentée le 23 septembre 1905 sur la ligne de Paris à Beauvais.

A toutes les vitesses jusqu'à celle de 84 kilomètres à l'heure, atteinte facilement et qui, pour une machine à roues de 1 m. 455, correspond à la vitesse de 120 kilomètres des locomotives des trains rapides, la machine est d'une stabilité remarquable et parfaitement comparable à celle des voitures à bogies.

Sur les rampes de 10 millimètres échelonnées sur un parcours de plus de 15 kilomètres, avec une charge de 1.000 tonnes, sur les rampes de 12 millimètres avec une charge de 915 tonnes; et enfin sur les rampes de 13 millimètres avec une charge de 800 tonnes, la vitesse n'est jamais descendue au-dessous de 20 kilomètres à l'heure.

COMPAGNIE DU NORD

LOCOMOTIVE ATLANTIC, COMPOUND A 4 CYLINDRES. — Cette locomotive est semblable à celle exposée à Paris en 1900.

On connaît les remarquables performances des machines de ce type qui remorquent des trains de 300 tonnes aux vitesses de 110 kilomètres en palier et de 90 kilomètres en rampe de 5 millimètres. La Compagnie du Nord expose un graphique de la marche du Nord-Express du 14 novembre 1903, dont la charge était de 354 tonnes (dix voitures à bogies). Le trajet Paris-Saint-Quentin, qui comprend 20 kilomètres en rampe de 5 millimètres, a été effectué à la vitesse moyenne, démarrage et arrêt à Saint-Quentin compris, de 98 k. 800; on a atteint un moment en rampe de 5 millimètres la vitesse de 102 kilomètres à l'heure.

La boîte à feu est du type Belpaire; l'enveloppe est en acier, sauf sur les quinze dernières locomotives, où les plaques d'avant et d'arrière sont en fer. Le foyer est en cuivre avec rivets en fer; toutes ses entretoises sont en cuivre manganésé. La chaudière est munie de tubes Serve en acier doux mandrinés et rivés sur les plaques tubulaires.

L'échappement variable, étudié par M. Kœchlin, est circulaire

avec tête mobile conique à ailettes hélicoïdales ; le diamètre de la cheminée, primitivement de 450 millimètres, a été réduit à 380 millimètres. On arrive à produire le même tirage qu'avec l'ancien appareil à valves tout en laissant à la vapeur une section de passage plus grande et on a pu, grâce à ce nouvel échappement, augmenter la charge des trains rapides de 35 tonnes.

Le rapport du volume des cylindres qui, dans les premières machines compound à 4 cylindres, était de 2,42 a été porté à 2,71 afin d'obtenir un meilleur rendement thermique. Les boîtes à vapeur et les tuyaux ont été notablement agrandis. La capacité du réservoir intermédiaire est de deux fois et demie celle des deux cylindres à haute pression.

Les tiroirs plans des cylindres HP sont équilibrés.

Les mécanismes de distribution peuvent être liés ou rendus indépendants à la volonté du mécanicien. A cet effet, les deux vis de changement de marche sont montées sur le même axe, la vis d'avant se prolongeant à l'arrière par une partie lisse qui passe à l'intérieur de la vis d'arrière creuse.

Afin de diminuer les compressions à grande vitesse, les espaces neutres sont de 19 % aux cylindres HP et de 14 % aux cylindres BP. Les tiroirs ont des découplements de 3 millimètres à la haute pression et de 5 millimètres à la basse pression. Les manivelles HP et BP sont à 180° et les masses rotatives sont seules équilibrées.

Le démarrage peut s'effectuer soit en envoyant au moyen d'un régulateur auxiliaire la vapeur vive au réservoir intermédiaire, où la pression est limitée à 6 kilogrammes, soit en faisant échapper les cylindres HP directement dans l'atmosphère au moyen d'un robinet unique à clef cylindrique, venu de fonte avec le cylindre BP et actionné par un servo-moteur à air comprimé.

Les dimensions principales ont été données dans le tableau n° 1.

COMPAGNIE DU NORD-BELGE

LOCOMOTIVE COMPOUND A 4 CYLINDRES, A 3 ESSIEUX ACCOUPLES ET BOGIE. — Cette locomotive est semblable à celles en service sur

le réseau du Nord depuis 8 ans et qui, sur la ligne Maubeuge-Charleroi-Namur-Liège, remorquent des trains rapides de 300 tonnes à la vitesse de 90 kilomètres à l'heure et des trains de marchandises de 955 tonnes à 40 kilomètres à l'heure.

Les dimensions ont été données dans le tableau n° 1.

COMPAGNIE DE L'EST

LOCOMOTIVE COMPOUND A 4 CYLINDRES, A 3 ESSIEUX ACCOUPLES ET BOGIE (fig. 5). — La locomotive exposée fait partie d'une série de 30 locomotives construites dans les ateliers de la Compagnie à Epernay et dont la particularité principale est qu'elles sont munies de tiroirs cylindriques.

La chaudière est du type Belpaire, en acier doux avec foyer en cuivre; les entretoises sont aussi en cuivre; il y a lieu de signaler à leur sujet que les filets sont enlevés sur le corps de l'entretoise qui a été tourné à un diamètre un peu plus petit que celui du fond du filet sur lequel il se raccorde par une partie tronconique. D'après de nombreuses expériences, cette forme assure aux entretoises une plus longue durée en leur donnant une flexibilité leur permettant de se prêter à la dilatation des parois.

Pour renforcer la face avant de la boîte à feu et consolider son assemblage avec le corps cylindrique, quatre doublures en tôle sont placées deux au-dessus et deux au-dessous du plan diamétral horizontal du corps cylindrique, prises sous les rivets des deux clouures qui assemblent la face avant d'une part avec le corps cylindrique, d'autre part avec le pourtour de boîte à feu.

Les tubes sont à ailettes, de 70 millimètres de diamètre extérieur, sauf les 4 tubes supérieurs des deux rangées verticales extérieures qui sont lisses et de 48 mm. $\frac{3}{4}$ de diamètre; cette disposition a pour but de ménager des intervalles plus grands entre les trous des tubes et l'embouti de la plaque.

Les manivelles des cylindres HP et BP sont calées à 180° et on n'a équilibré que les masses rotatives. Les distributions sont du système Walschaert; elles peuvent être liées ou indépendantes. L'échappement direct des cylindres HP s'effectue au moyen de

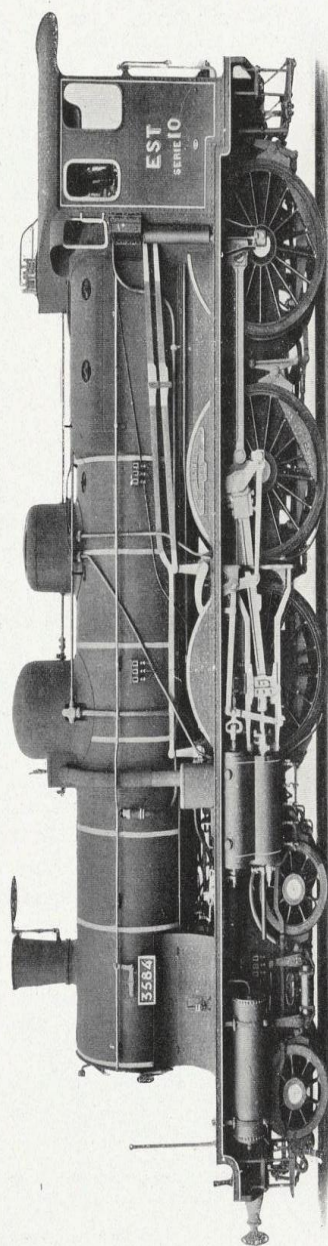
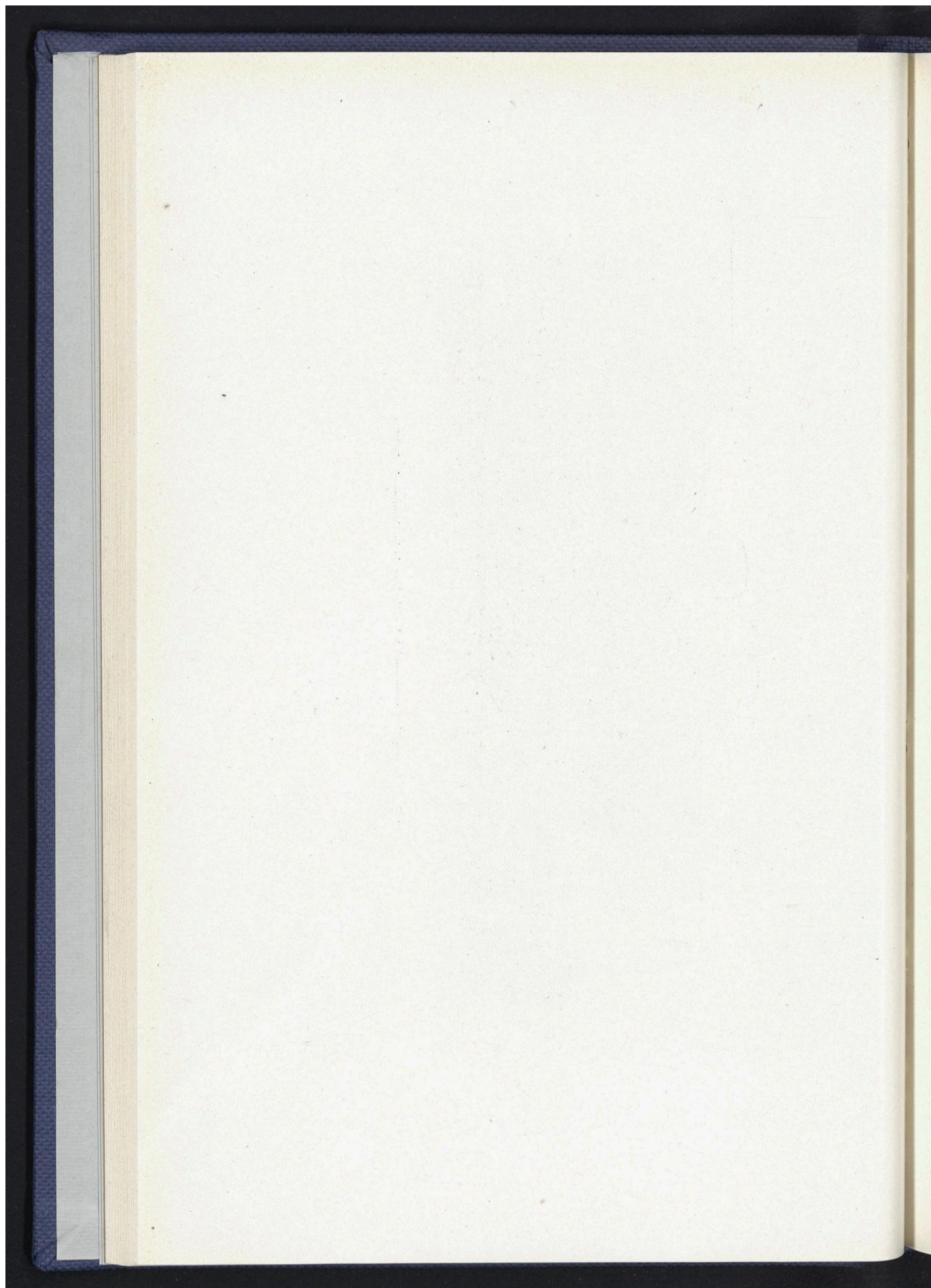


FIG. 5. — Locomotive compound à 4 cylindres de la Compagnie de l'Est.



robinets cylindriques actionnés au moyen de deux servo-moteurs à l'air comprimé.

Les pistons distributeurs sont en fonte et garnis de deux segments en fonte maintenus dans deux rainures formées d'une part par le corps du piston, d'autre part par une bague en bronze emmanchée à frottement doux, enfin par une couronne en acier maintenue par des boulons et des goujons et faisant pression sur la face extérieure de la bague pour assurer l'étanchéité. On peut ainsi mettre en place les segments sans les ouvrir. Le piston repose sur le cylindre distributeur par les bagues, tandis que sa tige est montée avec un certain jeu et ne sert qu'à le conduire. Les lumières règnent, comme dans le type américain, sur tout le pourtour des fourreaux rapportés à chaque extrémité des cylindres. Elles sont séparées par des barrettes obliques, leur donnant une forme triangulaire, ce qui a pour but de répartir également l'usure.

La substitution des tiroirs cylindriques aux tiroirs plans a procuré une augmentation de la longueur des lumières de 73 % à la haute pression, de 51 % à la basse pression et une augmentation de la section totale des orifices respectivement de 54 % et de 82 %, ce qui diminue notablement le laminage de la vapeur.

Le frein Westinghouse agit sur toutes les roues, le freinage du bogie étant indépendant de celui de la machine et réalisé au moyen de deux cylindres horizontaux à double piston actionnant directement les sabots.

Les dimensions de la machine ont été données dans le tableau n° 1.

COMPAGNIE D'ORLÉANS

LOCOMOTIVE COMPOUND A 4 CYLINDRES, 3 ESSIEUX ACCOUPLES ET BOGIE (Fig. 6). — Cette locomotive fait partie d'une série de machines atlantic et à trois essieux accouplés, ne différant entre elles que par la disposition des essieux, mises en service par la Compagnie d'Orléans depuis 1903. Elles sont semblables aux machines atlantic de la Compagnie du Nord, mais ont des dimen-

sions un peu plus fortes et par conséquent une puissance un peu plus grande.

Il n'y a à signaler, comme particularité nouvelle, que la disposition de la face arrière de boîte à feu, qui est inclinée, ainsi que cela se fait fréquemment en Amérique. La boîte à feu est d'ailleurs, comme dans toutes les machines françaises, du type Belpaire. La surface de grille, $3^{\text{m}^2} 10$, est la plus grande qu'on ait jusqu'ici atteinte dans les locomotives françaises.

Les tiroirs plans HP sont équilibrés, les tiroirs BP sont des tiroirs plans ordinaires.

On s'est attaché à donner aux conduites de vapeur et aux lumières une section aussi grande que possible en vue de réduire les laminages de vapeur. Aussi a-t-on pu atteindre facilement la vitesse de 120 kilomètres à l'heure avec des admissions de 50 HP et 60 BP, sans que la machine parût gênée dans sa marche. Lors d'essais effectués en novembre et décembre 1903 (voir : *Revue générale des Chemins de fer*, juillet 1904), on a remorqué avec la machine atlantic, 352 tonnes à la vitesse moyenne de 92 km. 4 et, avec la machine à trois essieux accouplés, 492 tonnes à la vitesse moyenne de 77 kilomètres à l'heure, sur le trajet de Paris à Tours. Le travail au crochet de traction mesuré par le wagon-dynamomètre et le travail à la jante des roues motrices calculé d'après la résistance du train ont atteint respectivement 990 et 1670 chevaux avec la machine atlantic, 910 et 1355 chevaux avec la machine à trois essieux accouplés.

Les dimensions principales de la machine exposée sont données dans le tableau n° 1.

COMPAGNIE DE L'OUEST

LOCOMOTIVE COMPOUND A 4 CYLINDRES, 3 ESSIEUX ACCOUPLES ET BOGIE (fig. 7). — Cette locomotive, dont les dimensions principales ont été données dans le tableau n° 1, est du type mis en service il y a quatre ans, pour la remorque des trains rapides et express lourds; le diamètre des roues est de 1 m. 940. Quelques particularités la distinguent des machines antérieures: elle est munie

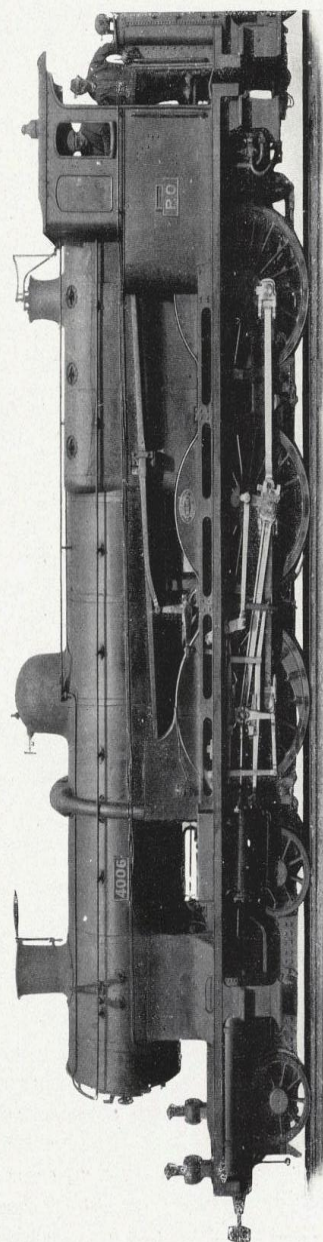
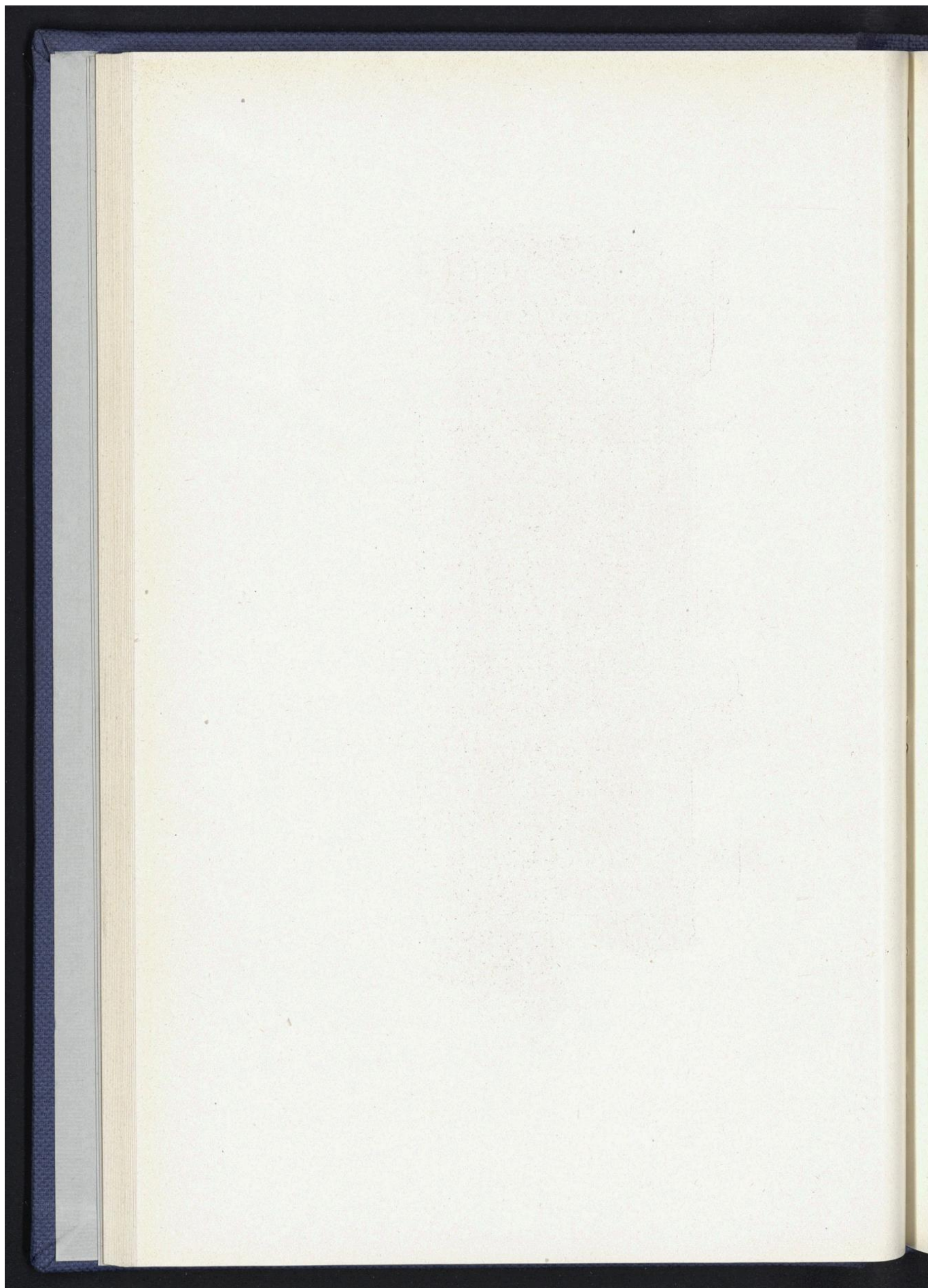
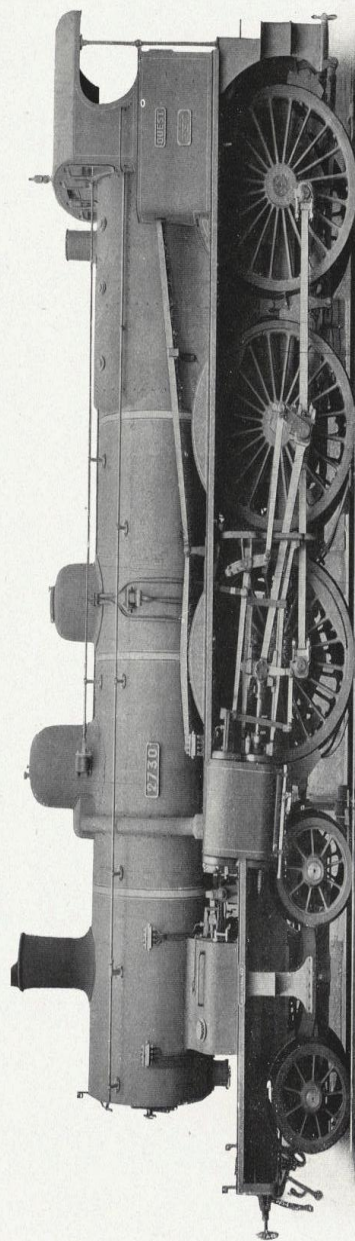


FIG. 6. — Locomotive compound à 4 cylindres de la Compagnie d'Orléans.

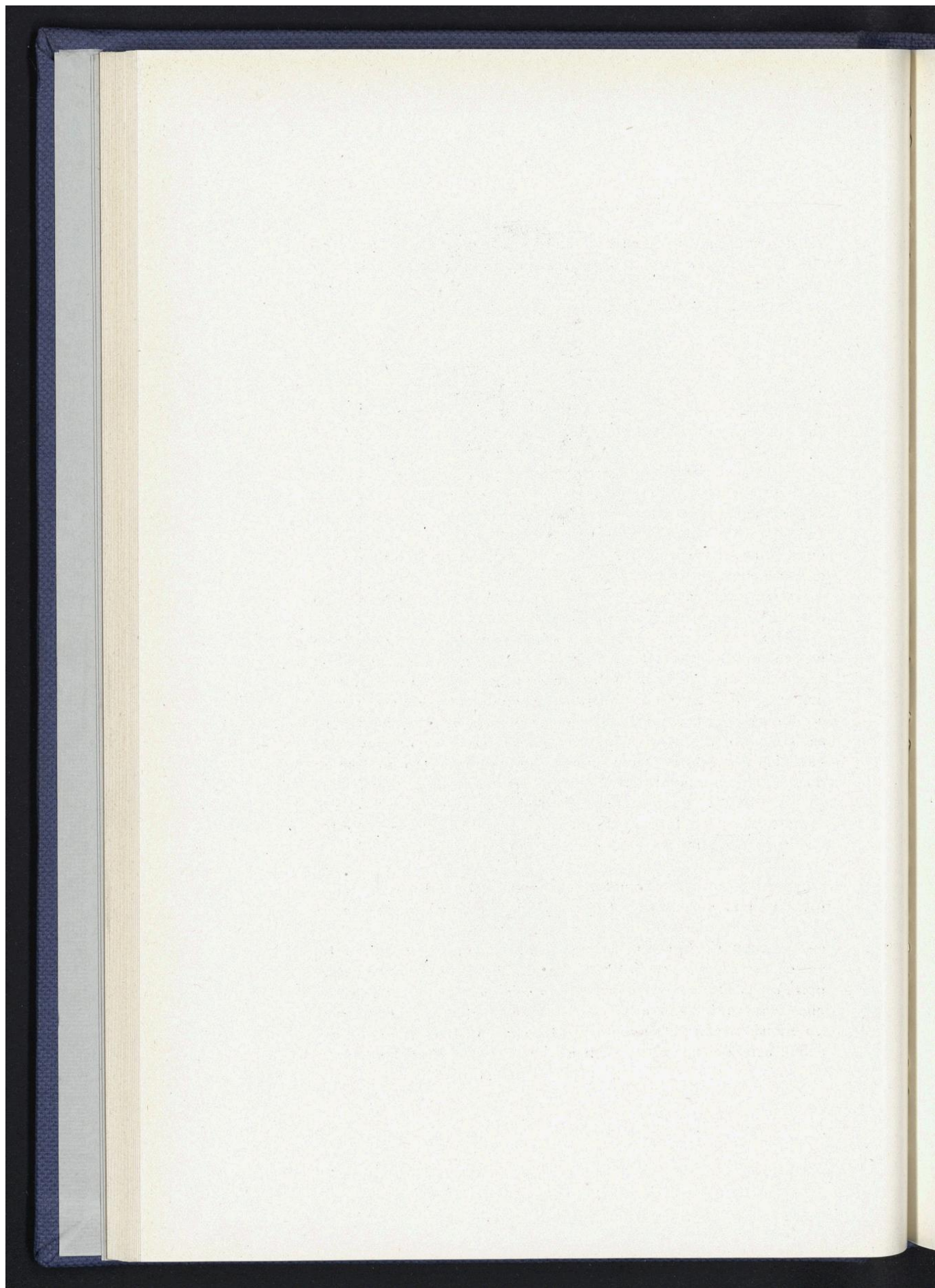
Édit
Cnam





510
CNAM

FIG. 7. — Locomotive compound à 4 cylindres de la Compagnie de l'Ouest.



de distributeurs cylindriques et le robinet d'échappement direct des cylindres HP est un tuileau cylindrique, appuyé sur sa table par la pression de la vapeur et par conséquent plus étanche que le robinet cylindrique ordinaire.

COMPAGNIE DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE

LOCOMOTIVE COMPOUND A 4 CYLINDRES ET A 6 ROUES ACCOUPLÉES DE 2 MÈTRES DE DIAMÈTRE (Fig. 8). — La locomotive exposée par la Compagnie P. L. M. et construite au Creusot est destinée à la remorque des trains rapides sur les sections les plus accidentées de la ligne de Paris à Nice, où il existe de longues rampes de 8 millimètres par mètre.

La boîte à feu est du type Belpaire; l'enveloppe est en acier, le foyer et les entretoises en cuivre.

Le bogie présente quelques particularités. Il ne supporte la locomotive que par un pivot central sphérique. La crapaudine repose sur un siège à surfaces hélicoïdales, de façon que tout déplacement angulaire horizontal provoque un léger soulèvement de l'avant de la machine, ce qui tend à ramener en coïncidence les axes du bogie et de la locomotive. En outre la crapaudine et son siège peuvent se déplacer latéralement de 34 millimètres de chaque côté en montant sur des plans inclinés à 15 %. La traverse du pivot repose sur deux ressorts latéraux fixés aux balanciers s'appuyant sur les boîtes à huile. Le châssis du bogie est en outre relié à la machine au moyen d'une bielle placée à l'arrière du pivot et qui est assez longue pour ne pas gêner ses déplacements.

Les cylindres HP extérieurs sont dans l'axe du bogie et attaquent le deuxième essieu accouplé; les cylindres BP intérieurs sont un peu en avant de l'axe du bogie et attaquent le premier essieu accouplé. Les tiroirs sont cylindriques; ils ont 200 millimètres de diamètre au cylindre HP et 280 millimètres de diamètre au cylindre BP. Le changement de marche est disposé de telle façon que l'admission aux cylindres BP est constante et égale à 63 %. Le maximum de l'admission aux cylindres HP est de 88 %. Il n'existe aucun dispositif d'échappement direct de ces

derniers cylindres, mais on peut envoyer la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire sous la pression maximum de 6 kilos. Les manivelles HP et BP sont calées à 180°. Les roues motrices ont reçu des contrepoids les équilibrant complètement au point de vue des efforts qui tendraient à les soulever.

Les dimensions principales ont été données dans le tableau n° 1.

COMPAGNIE DU MIDI

LOCOMOTIVE COMPOUND A 4 CYLINDRES ET 8 ROUES ACCOUPLÉES (fig. 9).

— Les locomotives de ce type sont destinées à la remorque des trains de marchandises sur la ligne à très fortes rampes (33 millièmes) de Béziers à Neussargues. On y retrouve les dispositions générales des locomotives compound à quatre cylindres du type de Glehn, sauf que les quatre cylindres sont placés sur la même ligne, entre le bissel et le premier essieu accouplé. Les cylindres HP, qui se trouvent à l'intérieur, sont inclinés de 125/1000 et attaquent le deuxième essieu accouplé; les cylindres BP, à l'extérieur, attaquent le troisième essieu accouplé. En dehors du fonctionnement compound proprement dit, on peut, si l'on désire augmenter l'effort moteur, admettre directement la vapeur vive au réservoir sous la pression limite de 6 kilos ou même faire fonctionner en simple expansion les deux groupes de cylindres grâce à un obturateur cylindrique unique à déviation d'échappement faisant communiquer les cylindres HP avec l'atmosphère en interceptant leur communication avec les cylindres BP.

Le mécanisme de basse pression est du système Walschaerts; celui de haute pression du système Stephenson avec arbre de renvoi.

La boîte à feu est, comme dans toutes les locomotives françaises de ces dernières années, du type Belpaire et se trouve au-dessus du dernier essieu.

L'articulation du châssis du bissel avec le châssis principal se trouve à l'arrière des cylindres. L'avant de la machine repose sur le bissel par l'intermédiaire d'un pivot posé sur une crapaudine suspendue aux entretoises des glissières des boîtes par deux bielles inclinées. La charge est transmise par l'intermédiaire d'un balancier longitudinal articulé à un axe fixé sur le massif des

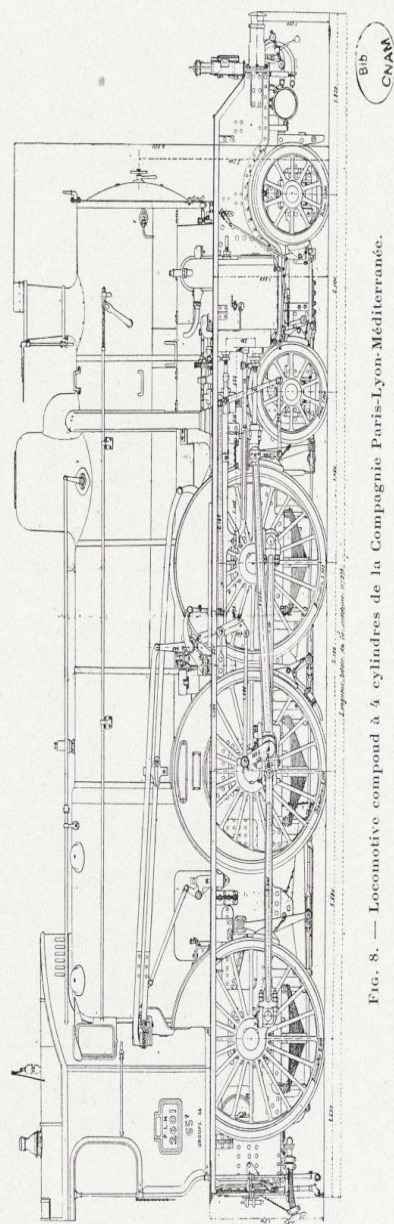
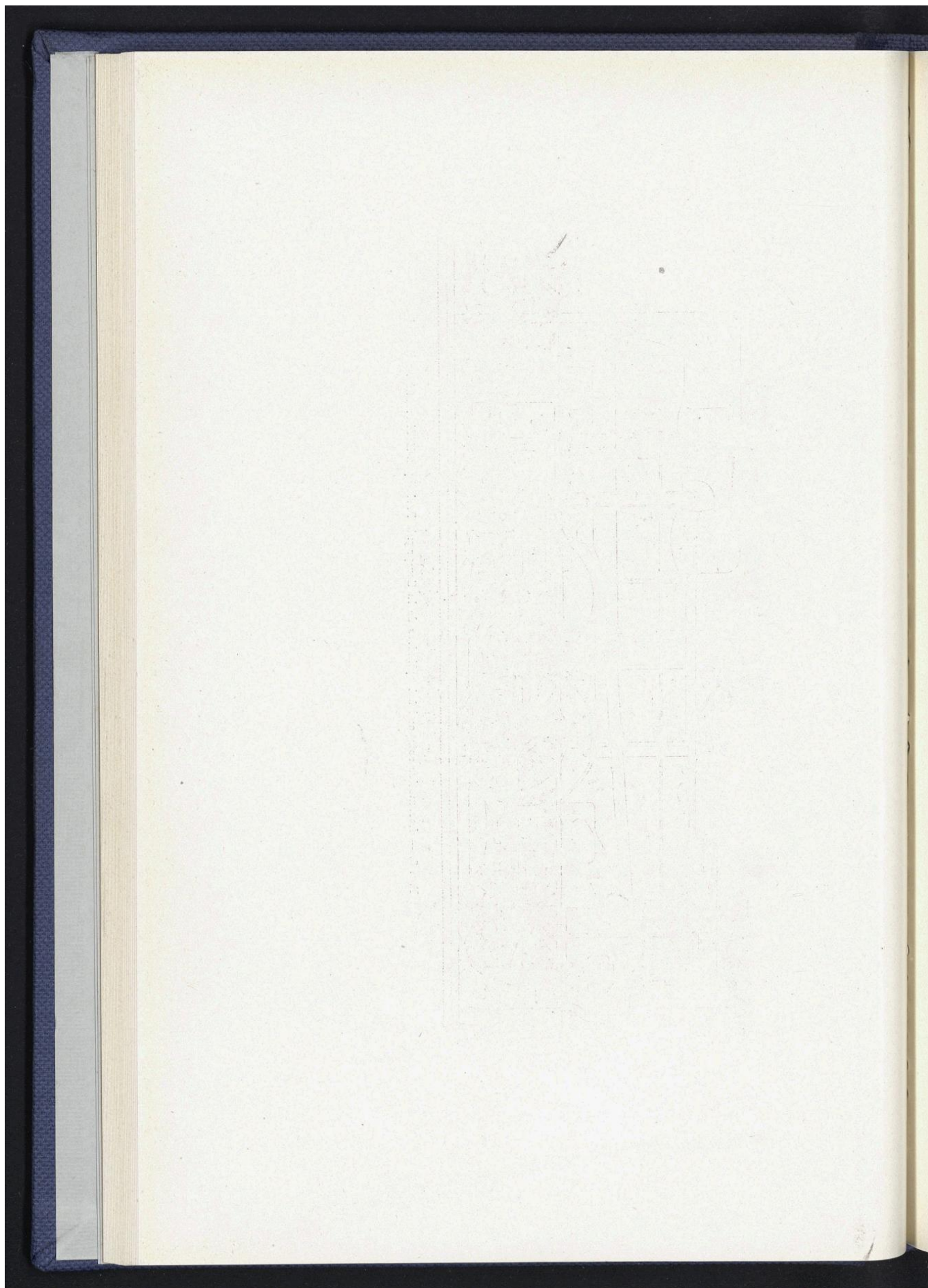


FIG. 8. — Locomotive compound à 4 cylindres de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.

Bib
CNAM



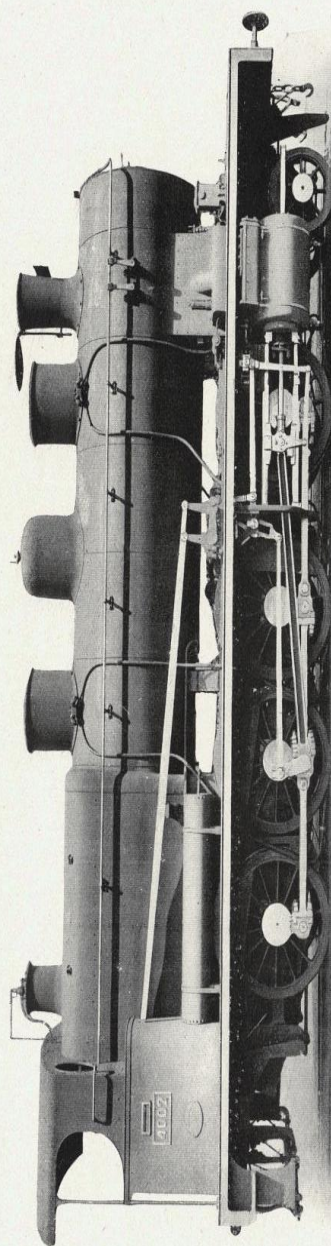
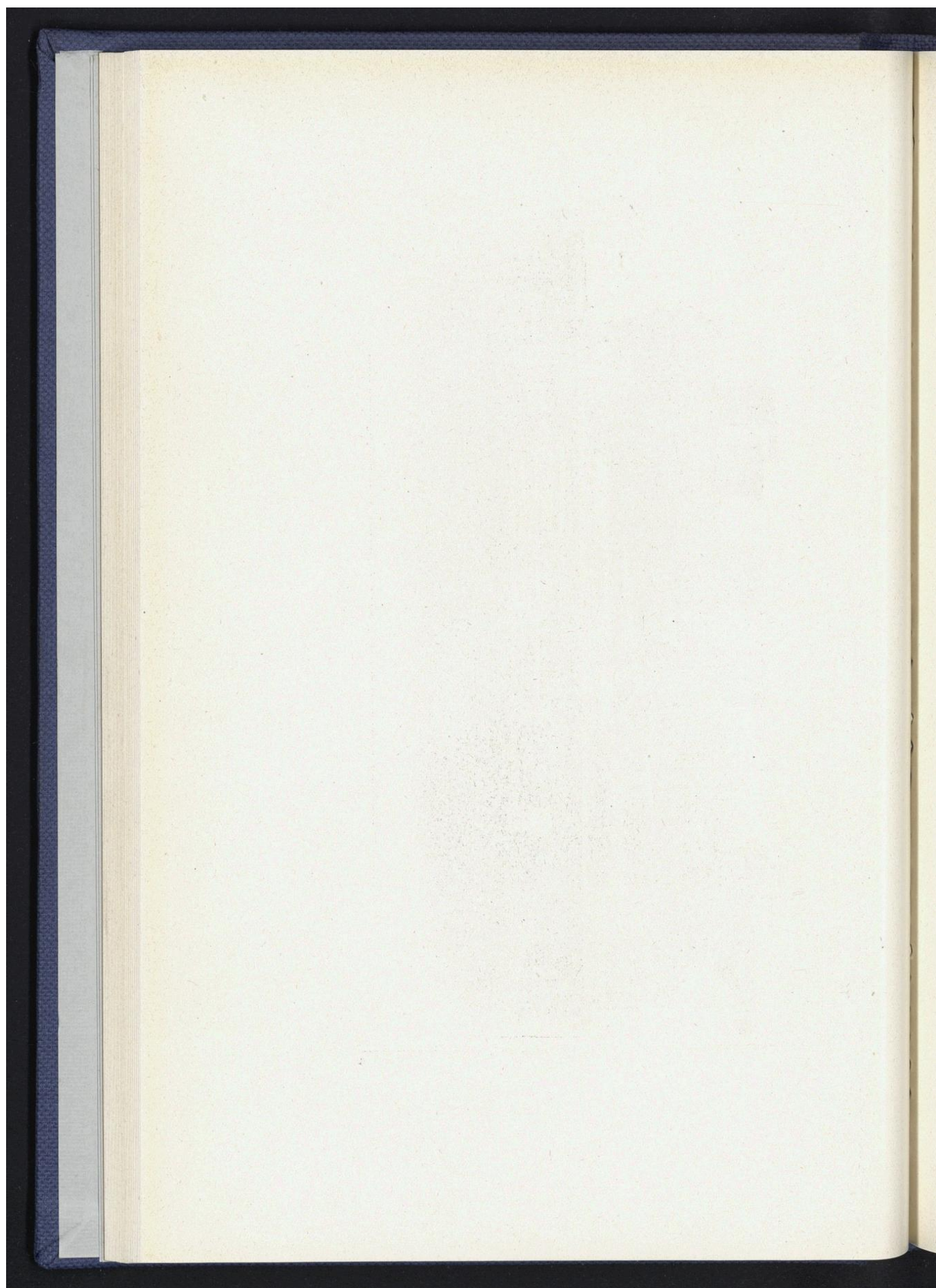


FIG. 9. — Locomotive à marchandises, compound à 4 cylindres, de la Compagnie du Midi.



cylindres ; l'extrémité avant de ce balancier porte sur le pivot du bissel et l'extrémité arrière sur un balancier transversal relié lui-même à ses extrémités aux ressorts du premier essieu accouplé.

Cette machine a donné d'excellents résultats en service aussi bien au point de vue de la puissance qu'à celui de l'économie de consommation. Elle remorque aisément 200 tonnes en rampe de 33 millimètres par mètre.

C'est la machine à marchandises la plus puissante qui ait été construite en France dans le cours de ces dernières années, si nous exceptons la machine à deux bogies articulés exposée à Liège par la Compagnie du Nord et les nouvelles machines à 4 essieux accouplés de la C^{ie} d'Orléans et de la C^{ie} de l'Est.

Aux Etats-Unis, il existe des machines d'un type analogue, c'est-à-dire à quatre essieux accouplés, et d'ailleurs à simple expansion, qui sont beaucoup plus puissantes, comme on peut le voir en comparant leurs dimensions respectives données dans le tableau n° 4.

TABLEAU N° 4

TYPE	LOCOMOTIVE 4001 à 4 essieux accouplés COMPOUND à 4 cylindres de la C ^{ie} du MIDI.	LOCOMOTIVE à 4 essieux accouplés du NEW-YORK CENTRAL mise en service en 1904.
Timbre de la chaudière en kg.	15	11,5
Surface de grille en m ²	2,80	5,40
Surface de (du foyer en m ²	15,77	19,50
chauffe. (des tubes en m ²	240,44	345,00
Nombre et nature des tubes	148 tubes Serve	458 tubes lisses
Diamètres des (HP en m/m	390	584
cylindres. (BP en m/m	600	»
Course du piston en m/m	650	845
Diamètre des roues motrices en m.	1,400	1,600
Empattement rigide en m.	4,900	5,190
Empattement total en m.	7,050	7,900
Charge sur chaque essieu accouplé en kg.	16.150	22.250
Poids en charge en kg.	71.600	100.000
Poids adhérent en kg.	64.600	89.000
Effort théo- en compound en kg. .	16.270	»
rique de (en marche indépen-		
traction. (dante en kg.	20.500	20.880
Effort de traction maximum réel pour une adhérence de 1/5 en kg.	12.900	17.800

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT FRANÇAIS

LOCOMOTIVE COMPOUND A 2 CYLINDRES, 2 ESSIEUX ACCOUPLES ET BOGIE. — C'est une ancienne machine à simple expansion, construite en 1897, qui a été transformée en 1904 en locomotive compound à deux cylindres et munie d'une distribution à échappement indépendant de l'admission, système Nadal.

On a constaté depuis longtemps que les distributions partitroir unique ne donnent pas entière satisfaction au point de vue du bon emploi de la vapeur. Sur les machines fixes, elles ne sont plus employées que très rarement et dans des cas spéciaux. Il n'en est pas de même sur les locomotives. Ce n'est pas qu'on n'ait essayé de divers côtés des dispositifs perfectionnés, mais ils ne se sont pas répandus, soit qu'on ait contesté leur efficacité, soit qu'on les ait trouvés trop compliqués. La complication des organes de la locomotive inspire en effet, avec raison, une répulsion instinctive aux Ingénieurs de chemins de fer.

Dans les distributions perfectionnées, qui ont reçu une application sur des locomotives, on s'est attaché surtout à diminuer la période de compression et même à la rendre indépendante de l'admission en lui assignant une durée constante d'environ 10 à 12 % de la course du piston. La distribution Durant-Lencanhez, qui a été appliquée à un certain nombre de locomotives de la Compagnie d'Orléans et à quelques locomotives d'autres réseaux, est de la première catégorie ; elle comporte, avec les mécanismes Stephenson ou Gooch, une coulisse double et quatre distributeurs du type Corliss. Dans la seconde catégorie, on peut signaler les distributions Bonnefond, Hoyoïs et Lenz. La distribution Bonnefond, appliquée à vingt locomotives des Chemins de fer de l'État, comprend un tiroir cylindrique pour l'échappement et deux tiroirs plans pour l'admission, ceux-ci commandés par un mécanisme à déclic, qui produit leur fermeture rapide et rend cette distribution tout à fait analogue à celles des machines fixes. La distribution Hoyoïs, qui a été appliquée à quelques locomotives de l'État belge et a figuré à l'Exposition de Bruxelles de 1898,

est à quatre tiroirs plans. Enfin la distribution Lenz, qui vient d'être appliquée tout récemment sur une locomotive à Hanovre, est à soupapes. La distribution Nadal, dont a été munie à titre d'essai la locomotive n° 2754 des Chemins de fer de l'État, procède des mêmes principes que les distributions Bonnefond et Hoyoïs.

Elle comporte deux distributeurs cylindriques, juxtaposés au-dessus du cylindre moteur, l'un pour l'admission, l'autre pour l'échappement. Elle réalise les mêmes phases de la distribution que le système Bonnefond, mais sans le mécanisme de déclat, qui est délicat et ne fonctionne pas d'une façon satisfaisante à grande vitesse. Elle diffère de la distribution Hoyoïs en ce qu'elle n'est applicable qu'à des cylindres fonctionnant en compound, tandis que la distribution Hoyoïs a été essayée sur des locomotives à simple expansion.

Dans la distribution Nadal, le tiroir d'admission est commandé par un mécanisme Walschaerts. Mais l'extrémité de la bielle du coulisseau comporte une articulation double et actionne, en outre du levier d'avance, un levier-pendule qui, au moyen d'un arbre de renvoi, fait mouvoir un deuxième levier-pendule commandant la tige du distributeur d'échappement. Les tiroirs ne travaillent que sur l'une de leurs arêtes, l'arête intérieure pour les tiroirs d'admission, l'arête extérieure pour les tiroirs d'échappement. Ils ont donc une longueur beaucoup plus grande que celle des tiroirs uniques, où l'admission se fait par l'une des arêtes et l'échappement par l'autre, et ils ne sont pas soumis comme ces derniers à des températures différentes sur leurs deux faces.

Les dimensions principales de la locomotive n° 2754 sont les suivantes :

Timbre de la chaudière.....	15 kilos.
Surface de grille.....	2 m ²
Surface de chauffe { du foyer.....	11 m ² 10.
{ des tubes Serve.....	147 m ²
Diamètre des roues motrices.....	2 m. 020.
Diamètre des cylindres { haute pression..	440 millimètres.
{ basse pression..	660 millimètres.
Course du piston.....	650 millimètres.
Empattement total.....	7 m 250.
Poids en service.....	54.290 kilos.

Poids adhérent.....	31.875 kilos.
Effort théorique de traction (au démarrage, les cylindres fonctionnent à simple expansion et la vapeur est admise au réservoir sous la pression de 6 kilos)	8.140 kilos.

Cette locomotive figure à l'Exposition avec un appareil de prise de mouvement de l'indicateur de Watt, monté sur le cylindre HP. Cet appareil se compose essentiellement de deux réglettes dont l'une, actionnée par un levier-pendule commandé par la crosse du piston, suit constamment le mouvement de ce dernier et dont l'autre, agissant sur le tambour de l'indicateur, peut être enclenchée avec la première à la volonté de l'opérateur. Il permet de relever des diagrammes toutes les minutes environ et par conséquent d'évaluer le travail réellement effectué dans les cylindres pendant un trajet quelconque.

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION DES BATIGNOLLES, à Paris.

LOCOMOTIVE A TENDER SÉPARÉ, A 6 ROUES COUPLÉES ET A BOGIE, A VOIE D'UN MÈTRE CONSTRUITE POUR LA COMPAGNIE FRANÇAISE DES CHEMINS DE FER DE L'INDO-CHINE ET DU YUNNAM. — Les dimensions principales de cette machine sont :

Timbre de la chaudière	12 kilos.
Surface de grille.....	1 m ² 432
Surface de chauffe { du foyer	8 m ² 60.
{ des tubes Serve	143 m ²
Longueur des tubes entre les plaques....	4 mètres.
Diamètre moyen du corps cylindrique....	1 m 220.
Diamètre des cylindres.....	380 millimètres.
Course du piston.....	520 millimètres.
Diamètre des roues motrices	1 m 230.
Empattement rigide.....	3 mètres.
Empattement total	6 m 150.

Poids à vide.....	34.500 kilos.
Poids en service.....	38.500 kilos.
Poids adhérent.....	30.000 kilos.
Effort théorique de traction.....	7.330 kilos.

Cette machine est une des plus puissantes qui aient été construites pour la voie d'un mètre; elle remorque 175 tonnes en rampe de 10 millièmes à la vitesse de 30 kilomètres à l'heure.

M. BROTAN, Ingénieur autrichien.

CHAUDIÈRE DE LOCOMOTIVE A FOYER TUBULAIRE. — Cette chaudière constitue la première tentative de transformation de la chaudière actuelle de locomotive, qui présente divers inconvénients en raison de la grande surface des plaques de foyer et de boîte à feu, de la faible durée des entretoises, des difficultés de l'armaturage, etc.

Elle se compose d'un corps cylindrique complètement rempli de tubes à fumée, d'une boîte à feu à tubes d'eau et d'un bouilleur surmontant le tout.

CORPS CYLINDRIQUE. — Il est analogue à celui des chaudières actuelles, mais, étant complètement rempli de tubes, il se trouve fermé à chacune de ses extrémités par une plaque tubulaire circulaire en acier doux. Il est réuni au bouilleur par trois tubulures.

FOYER TUBULAIRE. — Il se compose de tubes en U renversé, en acier sans soudure, de 95 millimètres de diamètre et de 5 millimètres d'épaisseur. Ces tubes sont juxtaposés, en laissant entre eux un intervalle de 2 millimètres, à partir de la plaque tubulaire d'arrière du corps cylindrique, dont le bord est recouvert par le premier tube. Ils forment ainsi le berceau et les parois latérales de la boîte à feu. Pour constituer la face arrière, qui a

une forme plane, on juxtapose concentriquement des tubes dont le diamètre de la partie arrondie va en diminuant et on laisse libre l'ouverture nécessaire pour placer la porte du foyer. Chaque tube porte à sa partie supérieure un raccord à bride soudé ou rivé par lequel il est réuni à l'arrière-corps démontable du bouilleur. Ces raccords sont disposés en quinconce d'un tube à l'autre à une distance de 84 millimètres du plan médian ; ceux des tubes concentriques de la face arrière du foyer sont placés à l'arrière des tubes et reliés au bouilleur par des tuyaux obliques en cuivre.

Pour empêcher les gaz chauds de passer entre les tubes, l'intervalle de 2 millimètres qui les sépare est rempli au moyen de bandes de cuivre refoulées en queue d'aronde.

CADRE DU BAS DU FOYER. — A leur partie inférieure les tubes sont fixés à un cadre constitué par deux tubes en acier moulé ayant chacun la forme d'un demi-fer à cheval ; les parties arrondies sont à l'arrière et réunies par un raccord à trois brides, sur la bride disponible duquel on monte le robinet de vidange. A l'avant les tubes sont entretoisés soit par un tuyau, soit par une barre de fer et ils communiquent avec le corps cylindrique par des tubes coudés en acier ou en cuivre. Tout le long des génératrices supérieure et inférieure, le cadre porte des ouvertures circulaires ; dans celles du haut sont fixées les extrémités rétreintes des tubes du foyer : à cet effet les parois de ces ouvertures portent un filetage très fin pour renforcer la fixation des tubes qui s'effectue par mandrinage et est complétée par le rabattement d'une collerette. Ces opérations sont effectuées par les trous de la partie inférieure du cadre, lesquels sont ensuite fermés par des couvercles ou des bouchons. A chacun des angles d'arrière, le cadre tubulaire est muni en outre d'un trou de lavage.

ENVELOPPE DU FOYER. — Le foyer tubulaire est complètement enveloppé par des tôles d'acier qui comprennent :

- 1° Une plaque avant emboutie de 10 millimètres d'épaisseur percée d'une ouverture ayant le diamètre du corps cylindrique ; elle est fixée à celui-ci au moyen d'un cercle cornière posé à chaud et rivé sur la virole d'arrière ;
- 2° Une plaque arrière emboutie de 10 millimètres d'épaisseur, éloignée des tubes de 70 millimètres environ, découpée pour

laisser la place de la porte du foyer et assemblée par des boulons avec le cadre de cette porte ;

3° Deux faces latérales de 8 millimètres d'épaisseur montant jusqu'à la naissance de la partie circulaire des tubes ;

4° Une série de plaques amovibles de 6 millimètres d'épaisseur constituant le berceau.

Toutes les tôles d'enveloppe sont démontables et, à cet effet, assemblées par des boulons sur des cornières en fer ou des couvre-joints. Les faces latérales portent des doublures rivées servant à fixer les supports sur les longerons.

LIAISON DES TUBES DU FOYER AVEC L'ENVELOPPE. — Les tubes à eau sont réunis entre eux par des pattes d'attache soudées extérieurement à la hauteur de l'axe de la porte du foyer ; ces pattes sont assemblées par des boulons tant entre elles qu'avec le cadre de la porte et avec la plaque avant de l'enveloppe. En outre l'ensemble des tubes est maintenu par trois frettes en fer plat : l'une au-dessus de la ligne des pattes d'attache vissée d'une part au cadre de la porte et fixée d'autre part par des boulons à la plaque avant ; les deux autres au-dessous de la ligne des pattes d'attache fixées de la même façon à la plaque avant et se terminant à l'arrière par des griffes embrassant le tube qui entoure la porte du foyer.

ATTACHE DU CADRE. — L'enveloppe de boîte à feu se termine en bas au-dessus du cadre tubulaire. Les plaques d'avant et d'arrière sont munies à leur partie inférieure d'une forte cornière qui porte aux quatre angles, quatre ressorts à volute auxquels est suspendu le cadre. Ces ressorts supportent ainsi le foyer tout en permettant aux tubes de se dilater ; l'allongement qu'ils subissent atteint en effet $4 \text{ millim. } \frac{1}{2}$. Ce dispositif est donc indispensable quand les branches des tubes sont droites. On peut au contraire s'en passer lorsque ces branches sont courbées vers l'intérieur, ce qui a lieu si le diamètre du berceau du foyer est plus grand que l'écartement des longerons. Dans ce cas, les tôles d'enveloppe peuvent descendre au-dessous du cadre et celui-ci reposer directement sur les cornières inférieures.

GRILLE. — On prend aussi ces cornières comme support des sommiers de grille et des maçonneries en briques réfractaires

destinées à protéger les plaques contre la flamme et logées l'une à l'avant dans l'espace restant libre sous le corps cylindrique, l'autre dans l'espace compris entre les branches du tube intérieur sous le cadre de la porte du foyer. La voûte en briques s'appuie sur la première de ces maçonneries et sur deux supports en fer fixés aux flancs du foyer. Le cadre tubulaire se trouve au-dessous de la grille, dans le cendrier. Ce dernier est boulonné aux tôles d'enveloppe. Pour éviter la corrosion par les cendres des tubes d'eau dans la région où ils s'insèrent dans le cadre, on les protège par des manchons annulaires en cuivre.

Le foyer Brotan est un essai d'introduction sur les locomotives des systèmes de foyer tubulaires appliqués aux petits navires de guerre rapides, tels que les torpilleurs. On n'a plus les inconvénients que présentent les tôles planes, les lames d'eau étroites, les entretoises, les armatures diverses des foyers actuels. Mais la pratique pourrait bien nous apprendre que ces inconvénients sont simplement remplacés par d'autres. La plaque tubulaire du foyer, qui est aujourd'hui l'une des principales sources de difficultés, est d'ailleurs conservée sous une forme, il est vrai, améliorée, car elle est rivée sur tout son pourtour.

La chaudière Brotan offre à poids égal une surface de chauffe un peu plus élevée que celle de la chaudière actuelle et ne paraît pas devoir être plus coûteuse d'installation.

Les chemins de fer de l'État autrichien ont installé, en 1901, la nouvelle chaudière sur une locomotive à six roues couplées, qui a donné en service des résultats très satisfaisants ; cette application a été depuis étendue à onze locomotives.





CHAPITRE II

VOITURES

La Section belge comprend 19 voitures, dont cinq pour tramways, et la Section française 7 voitures, dont une pour tramways à voie d'un mètre et une voiture automotrice pour le chemin de fer métropolitain de Paris.

De cette Exposition se dégage la tendance, aussi bien en Belgique qu'en France, de construire principalement des voitures à bogies pour faire le service des trains de vitesse. Dans la Section belge, il y a des voitures à bogie de toutes classes, dans la Section française ces voitures ne comportent que les première et deuxième classes. Au point de vue de la construction, il y a une grande analogie entre les voitures des deux pays. Cependant les châssis des voitures belges sont généralement entièrement métalliques et il y est fait usage pour la première fois des tôles d'acier embouties qui, comme on le verra plus loin, ont reçu un grand développement dans la construction des wagons. Les châssis des voitures françaises sont : à la Compagnie du Nord, en bois avec armatures métalliques ; à la Compagnie de l'Est, en bois avec brancards en fer ; à la Compagnie P.-L.-M., entièrement métalliques. Au point de vue de la douceur du roulement et du confort des voyageurs, les châssis en bois paraissent préférables aux châssis métalliques : ils sont plus élastiques, ils amortissent mieux les secousses et le bruit.

Les voitures belges se distinguent par leurs garnitures poly-

chromes très luxueuses. Les garnitures des voitures françaises, d'un style plus sévère et plus élégant, sont mieux appropriées au service du chemin de fer.

Nous donnons ci-après la description des principales voitures exposées.

SECTION BELGE

COMPAGNIE INTERNATIONALE DES WAGONS-LITS

Cette Compagnie expose trois voitures de luxe dont une, à compartiments lits et salon, du modèle courant et les deux autres : une voiture-lits et un wagon-restaurant, d'un nouveau modèle.

Ces deux dernières sont montées sur des bogies à trois essieux :

La construction de ces bogies est conçue dans le même esprit que celle des bogies à deux essieux. Le châssis se compose de deux longerons reposant sur les boîtes à huile de chaque essieu au moyen d'une double suspension : un ressort à lames ordinaire dont les tiges de suspension sont munies chacune d'un ressort à boudin type Timmis. Les longerons sont réunis par deux caissonnements placés entre les essieux et sur chacun desquels repose une traverse danseuse par l'intermédiaire de deux ressorts à pincettes. Enfin les deux traverses danseuses sont réunies par un caisson placé dans l'axe de la voiture et qui porte en son milieu la crapaudine, laquelle est par conséquent au-dessus de l'essieu intermédiaire. Les bogies à trois essieux sont très répandus en Amérique ; ils assurent aux voitures une stabilité supérieure mais en augmentent le poids mort ; celui des nouvelles voitures de la Compagnie des wagons-lits est de 50 tonnes.

La disposition des compartiments dans la voiture-lits est toute nouvelle. Ils sont jumelés et séparés par un cabinet-lavabo commun adossé à la cloison intérieure du couloir. Les serrures des deux portes de ce cabinet sont enclenchées de façon qu'elles soient verrouillées simultanément. Le service de nettoyage du lavabo s'effectue du couloir par une baie vitrée en verre cathé-

drale. Dans chaque compartiment se trouvent deux lits superposés, comme à l'ordinaire. Dans l'un d'eux, un peu plus long, un troisième lit peut se rabattre le long de la cloison extérieure.

SOCIÉTÉ DE BAUME ET MARPENT

VOITURE DE 1^{re} CLASSE A BOGIES. — Cette voiture est à couloir latéral et plateformes d'accès avec soufflets d'intercommunication ; elle contient sept compartiments de 1^{re} classe et un cabinet de toilette.

Le châssis et les bogies sont entièrement métalliques et du type des wagons-lits circulant sur les chemins de fer de l'État belge.

L'ossature de la caisse est en bois de chêne et teck ; le revêtement extérieur est en teck.

Les baies et portes sont toutes munies de glaces mobiles équilibrées du système Chevalier. Les portes de la cloison intérieure du couloir se manœuvrent par glissement sur lames de verre entourées de feutre.

Les garnitures intérieures sont extrêmement luxueuses. Les boiseries sont en acajou, les panneaux et les plafonds en lin-crusta. Les banquettes, transformables en lits, et les dossiers sont recouverts de velours vert ; les stores et rideaux sont en soie et surmontés de galeries sculptées.

La voiture est éclairée à l'électricité par le système Stone ; elle est munie du chauffage à la vapeur. Dans chaque compartiment se trouvent deux ventilateurs placés au-dessus des baies et conduisant l'air de l'intérieur entre les deux plafonds d'où il est expulsé à l'extérieur par deux torpedos par compartiment.

Les dimensions principales sont :

Ecartement des essieux du bogie	2 m. 500.
Entr'axe des bogies	12 m. 600.
Longueur de la caisse	18 m. 000.
Largeur	2 m. 960.
Hauteur au-dessus du rail	3 m. 650.
Longueur totale hors tampons	19 m. 200.

ATELIERS DE DYLE (Société de Dyle et Bacalan).

VOITURE MIXTE DE 1^{re} ET 2^e CLASSES A BOGIES. — Cette voiture se distingue par une disposition toute particulière du châssis qui se compose essentiellement de deux longerons principaux en tôle d'acier emboutie ayant la forme d'un solide d'égale résistance de 15 m. 820 de longueur, 0 m. 700 de hauteur, placés dans la partie centrale de la voiture, à 0 m. 830 d'écartement, et sur lesquels les différentes parties de la caisse viennent prendre appui au moyen de consoles ou de traverses également en tôle d'acier emboutie.

L'emploi de tôles embouties, qui sont fabriquées dans les usines de la Société de Dyle et Bacalan, a permis de simplifier la construction et de réduire le poids mort; la tare n'est en effet que de 32,500 kilogrammes, tandis qu'elle est de 36,000 kilogrammes sur les voitures actuelles similaires. Le nombre de places a été d'ailleurs porté de 42 à 50 ce qui réduit le poids mort par voyageur de 857 kilogrammes à 650 kilogrammes.

Le brancard extérieur n'a que 140 millimètres de hauteur. Les longerons principaux se trouvant reportés vers l'axe de la caisse, il s'ensuit que les installations du chauffage, de l'éclairage et du freinage deviennent très simples comme montage et comme entretien.

Les garnitures intérieures sont luxueuses. Les boiseries sont en acajou poli et, dans les vestibules, en teck. Les plafonds et les parois au-dessus des baies sont garnis de lincrusta.

Les portes du bout du couloir sont des portes glissantes équilibrées; les châssis des baies sont aussi équilibrés. Dans le but de combattre la chaleur pendant l'été, il a été établi un système de ventilation réglable à la volonté du voyageur et qui, prenant l'air frais sur l'impériale de la voiture, le conduit à des bouches multiples en dessous des banquettes d'où il pénètre dans les compartiments et s'échappe par les aspirateurs qui se trouvent dans les plafonds.

Les dimensions principales sont :

Ecartement des essieux des bogies.	2 m. 300
Entr'axe des bogies.	12 m. 340
Longueur totale hors tampons.	18 m. 800
Longueur de la caisse.	17 m. 600
Largeur extérieure à la ceinture	3 m. 034
Nombre de compartiments	{ 3 de 1 ^{re} classe 4 de 2 ^e classe

SOCIÉTÉ « ÉNERGIE », à Marcinelle.

VOITURE MIXTE DE 1^{re} ET 2^e CLASSES A BOGIES. — Cette voiture à sept compartiments, dont quatre de 2^e classe, se distingue par le soin qui a été apporté à réduire le poids mort. La tare n'est que de 30,500 kilogrammes.

Les châssis des bogies et ceux de la caisse sont en tôle d'acier emboutie du système Fox-Arbel. L'écartement des bogies d'axe en axe est de 12 m. 200 et la longueur du châssis de caisse de 17 m. 600. Chaque bogie à deux essieux écartés de 2 m. 500, pèse 4,880 kilogrammes, tandis qu'un bogie en tôle et cornières des voitures similaires de l'État belge pèse 5,430 kilogrammes. L'emploi des emboutis a donc fait gagner sur les deux bogies un poids de 1.100 kilos.

De même la substitution d'un châssis en emboutis, dont le poids est de 3,250 kilogrammes, au châssis en bois des voitures actuelles, dont le poids est de 4,950 kilogrammes, a fait gagner 1,700 kilogrammes.

Le châssis de caisse comporte quatre longerons et est indéformable; la fatigue maximum des longerons est de 8 kilogrammes par millimètre carré et celle de la traverse de pivot de 5 k.8 par millimètre carré.

La caisse repose sur le châssis avec interposition d'une substance élastique dénommée « trichopièse » qui est destinée à empêcher les trépidations et à amortir le bruit. Le panneauage extérieur est en tôle; sa substitution au recouvrement ordinaire

en teck des voitures belges a, pour une caisse de même longueur (17 m. 600) et plus large de 60 millimètres que celles des voitures actuelles, produit une réduction de poids de 1.200 kilogrammes, l'épaisseur des parois latérales n'est plus que de 65 millimètres au lieu de 90 millimètres. L'épaisseur de la paroi du couloir a été également diminuée de 5 millimètres. En réduisant de plus la largeur du couloir de 740 millimètres à 645 millimètres, on a pu augmenter de 210 millimètres la largeur des compartiments et porter de 6 à 8 le nombre des places des compartiments de 2^{me} classe. La largeur réservée à chaque place est encore de 547 mm. 1/2.

La longueur totale hors tampons est de 18 m. 800.

**SOCIÉTÉ CENTRALE DE CONSTRUCTION,
à Haine-Saint-Pierre.**

VOITURES A BOGIES DE 3^{me} CLASSE (fig. 10). — Cette voiture, à intercommunication et à soufflets, est destinée au service international.

Les bogies sont du type de la Compagnie des wagons-lits, à traverse danseuse.

La caisse mesure 17 m. 300 de longueur, 2 m. 940 de largeur et 2 m. 690 de hauteur avec un couloir latéral de 0 m. 650 de largeur. Le nombre de places est de 78. Il n'y a pas de cloison entre les compartiments et le couloir et les cloisons séparatives des compartiments ne montent pas jusqu'au plafond, sauf pour les deux compartiments du bout qui sont complètement isolés.

L'ossature est en bois de chêne et de pitchpin, le revêtement extérieur en bois de teck et le revêtement intérieur en pitchpin. Les filets porte-bagages sont à mailles métalliques.

La voiture est chauffée à la vapeur et éclairée électriquement par le système Stone. Elle possède un water-closet et un lavabo. Elle est munie du frein Westinghouse à 16 sabots et de l'appareil de réglage, système Chaumont.

Son poids est de 31.500 kilogrammes.

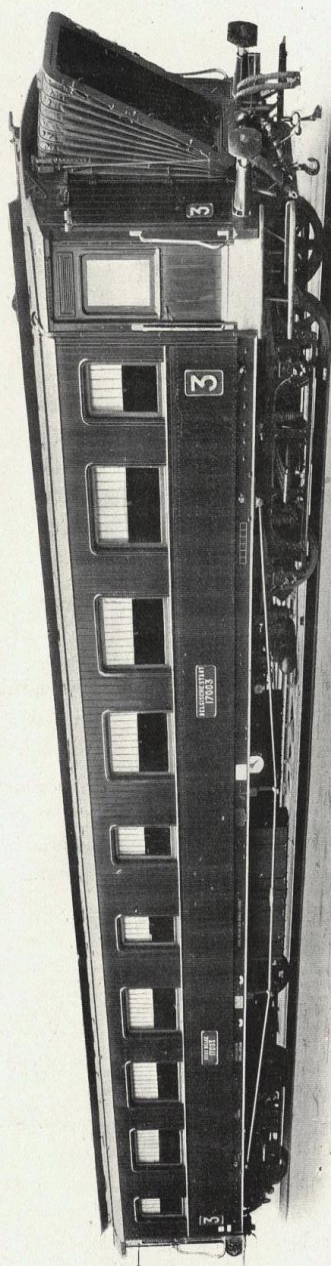
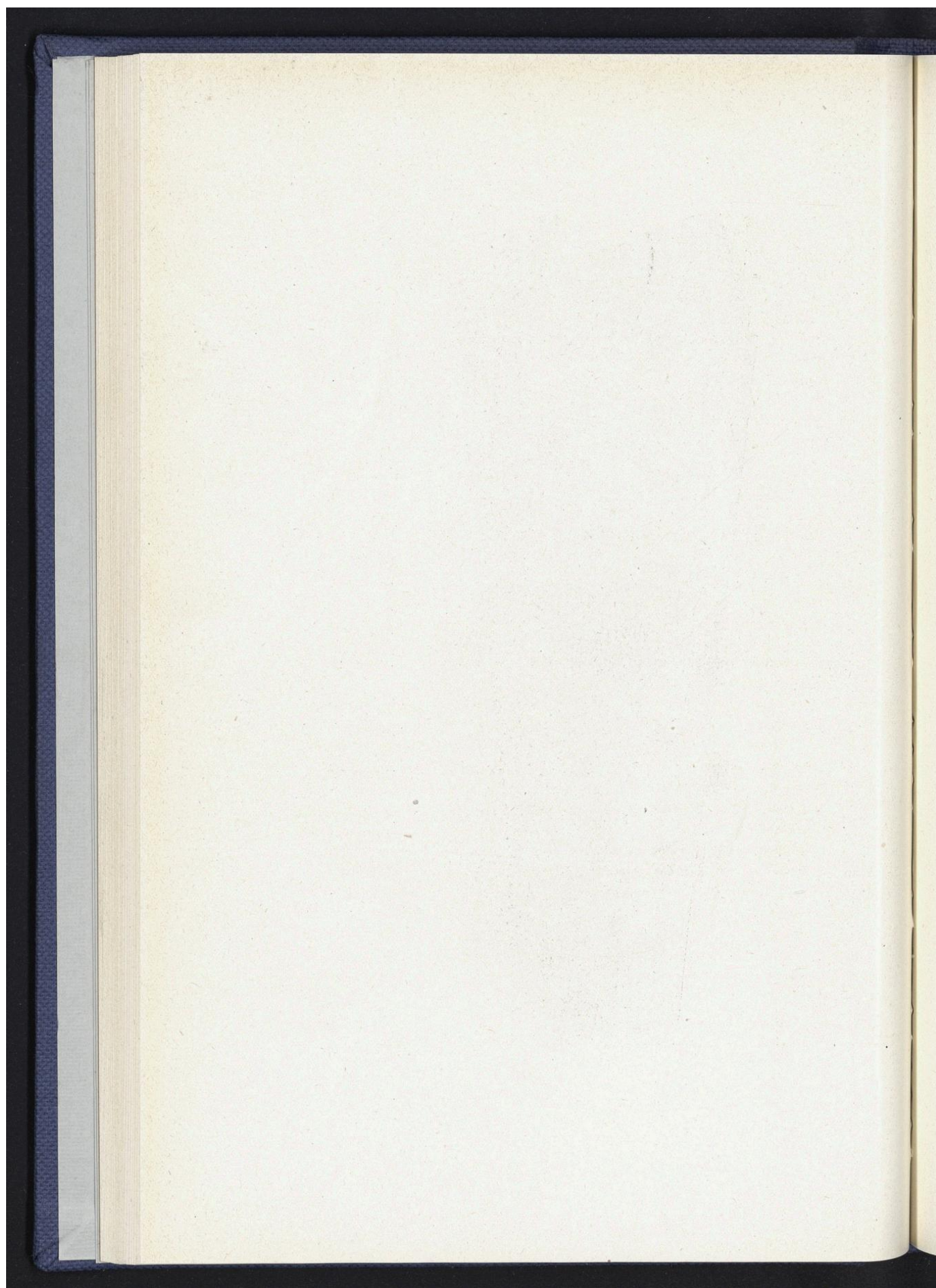


Fig. 10. — Voiture de 3^e classe à bogies des chemins de fer de l'Etat belge.



VOITURE A BOGIES DE 1^{re} ET 2^{me} CLASSES POUR LIGNES A VOIE D'UN MÈTRE. — Cette voiture est à intercirculation par couloir central de 0 m. 590 de largeur. La caisse mesure 13 mètres de longueur, 2 m. 10 de largeur et 2 m. 530 de hauteur.

L'ossature et le revêtement extérieur sont en bois de teck, le revêtement intérieur est en pitchpin. Les banquettes sont formées de lattes en bois de teck et de pitchpin alternées. Le nombre total de places est de 55 dont : 14 en 1^{re} classe, 29 en 2^{me} classe et 12 sur les plates-formes qui sont complètement fermées.

Le poids à vide est de 11.320 kilogrammes.

ATELIERS GERMAIN, à Marchienne.

VOITURE DE 3^{me} CLASSE A 3 ESSIEUX. — Cette voiture est analogue à celles actuellement en service sur l'État belge sauf qu'on s'est attaché à réduire le poids tout en augmentant le nombre des places. La tare n'est en effet que de 19.100 kilogrammes pour 75 places, soit 255 kilogrammes par place, tandis que dans les voitures en service, la tare est de 21.675 kilogrammes pour 64 places, soit 338 kilogrammes par place.

Le châssis est entièrement métallique. Pour éviter le bruit occasionné par le roulement, de longues bandes de feutre ont été intercalées entre la caisse et le châssis.

Une particularité intéressante est à signaler dans l'appareil de traction dont la tige est attachée non à un ressort, mais à un amortisseur à friction, système Westinghouse. Les tampons agissent sur un ressort comme à l'ordinaire.

NORD-BELGE

VOITURES A VOYAGEURS DE 1^{re} et 2^{me} CLASSES ET VOITURE DE 3^{me} CLASSE AVEC FOURGON. — Ces voitures, à deux essieux, sont des-

tinées à entrer dans la composition des trains légers et des trains-tramways. Aussi sont-elles à intercirculation avec plates-formes à chaque extrémité.

L'écartement des essieux est de 5 m. 320. Le châssis est entièrement métallique. La caisse est munie d'un lanterneau sur toute la longueur en vue de la ventilation. L'aménagement intérieur des voitures ne comporte aucun garnissage et les sièges et dossiers sont amovibles pour permettre le nettoyage à grande eau de tout l'intérieur.

Les dimensions principales sont:

Longueur de la caisse	10 m. 292
Largeur intérieure.	2 m. 900
Hauteur jusqu'au lanterneau	2 m. 257
Hauteur totale	2 m. 826
Largeur des plates-formes	0 m. 800
Longueur de la voiture hors tampons	11 m. 100

Chaque voiture possède le frein Westinghouse, le chauffage par thermo-siphon et l'éclairage électrique, système Stone.

SOCIÉTÉ FRANCO-BELGE, à La Croyère.

VOITURE DE 1^{re} et de 2^{me} CLASSES A 3 ESSIEUX. — Cette voiture est analogue à celles en service sur l'État belge, mais elle a été étudiée en vue d'obtenir une réduction de poids notable tout en conservant la solidité qui caractérise le matériel à voyageurs à 3 essieux des chemins de fer de l'État belge.

FORGES ET ATELIERS, de Seneffe.

VOITURE-POSTE A BOGIES. — Cette voiture est destinée au service d'Ostende à Bâle. Elle a 18 mètres de longueur et

3 m. 060 de largeur. Elle est très spacieuse et réalise les derniers perfectionnements au point de vue du service de la poste.

La caisse a son ossature en chêne, le revêtement extérieur en teck et intérieur en pitchpin verni. De chaque côté se trouve une porte à deux battants. Le pavillon est muni d'un lanterneau avec ventilateurs.

Cette voiture possède le frein Westinghouse, le frein à vis, une conduite de chauffage à la vapeur, un appareil spécial de chauffage par thermo-siphon et l'éclairage au gaz.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE ET ATELIERS NICAISE ET DELCUVE, à La Louvière.

WAGON DYNAMOMÈTRE A BOGIES. — Ce wagon est de beaucoup le plus perfectionné de tous ceux qui existent, lesquels n'ont que deux ou trois essieux. Les Ingénieurs de l'État belge, étant donné qu'un tel véhicule est destiné à circuler à de très grandes vitesses, ont jugé avec raison qu'il était préférable d'adopter le type à bogies. Ceux-ci sont en acier embouti et ont un écartement de 10,71 mètres d'axe en axe.

Le châssis, qui doit avoir une grande rigidité pour éviter toute déformation nuisible au fonctionnement des appareils dynamométriques, est entièrement métallique, du modèle de la Compagnie de l'Ouest français.

La caisse, de 16 m. 14 de longueur, comprend une grande salle des appareils en communication avec une vigie intérieure, un salon, un deuxième compartiment plus petit que le premier renfermant d'autres appareils, un petit local contenant un appareil de chauffage spécial qui fonctionne quand on ne dispose pas du chauffage à la vapeur et un cabinet de toilette. Une batterie d'accumulateurs fournit l'éclairage et actionne les organes mus par l'électricité.

Les appareils dynamométriques sont les mêmes que ceux adoptés par la Compagnie d'Orléans dans son récent wagon dynamomètre et ont été construits par M. Arisler-Laffon, de Schaffhouse.

Ils ont été complétés: par les appareils Kapteyn et Douglas-Galton, qui permettent l'analyse complète des phénomènes de freinage; par un anémomètre mesurant la résistance que l'air oppose au mouvement du train et par les appareils Sabouret, qui fournissent d'intéressantes indications sur les conditions de roulement du wagon et sur l'état de la voie.

La prise de mouvement des enregistreurs se fait sur l'essieu extérieur du bogie, côté guêrite, à l'aide d'une roue hélicoïde qui transmet les mouvements à un arbre horizontal pourvu de joints à la cardan et à un arbre vertical qui est l'arbre moteur de tous les appareils. On produit ainsi les avancements linéaires proportionnels au chemin parcouru par le train: 1° d'une bande de papier de 0 m. 48 de largeur sur laquelle s'enregistrent: les efforts de traction exercés par la locomotive sur le train, les efforts de poussée du train sur la locomotive, la vitesse, le travail développé au crochet de traction du tender et les indications relatives à la résistance de l'air; 2° d'une bande de papier de 0 m. 12 de largeur sur laquelle les appareils Kapteyn enregistrent: la pression de l'air dans la conduite du frein, celle dans le cylindre à frein (effort normal des sabots sur les roues) et l'effort tangentiel (frottement) développé par cette pression.

Pour la mesure des efforts de traction et de poussée, le crochet de traction du wagon est relié à un ressort à flexibilité aussi constante que possible, 12 mm. 85 par tonne. Les tiges des tampons agissent sur un ressort analogue d'une flexibilité de 15 millimètres par tonne. Une barre verticale très rigide reliée aux brides de ces ressorts commande directement les mouvements d'un crayon qui enregistre les quantités dont ces ressorts fléchissent et par suite les efforts de traction et de poussée. Ce dernier effort représente la différence entre la résistance au roulement du train et la résistance au roulement de la locomotive à régulateur fermé. Les temps sont repérés par deux crayons qui tracent un trait sur le papier toutes les six secondes et toutes les minutes. La vitesse de déroulement du papier peut être à volonté de 100 millimètres ou de 600 millimètres par kilomètre parcouru.

L'enregistrement du travail développé au crochet de traction s'effectue au moyen d'une roulette verticale fixée à la barre rigide verticale et dont les déplacements, parallèles à l'axe du wagon, sont les mêmes que ceux des ressorts. Cette roulette s'appuie sur un plateau horizontal qui prend son mouvement sur l'arbre

principal et dont, par suite, les déplacements angulaires sont proportionnels à l'espace parcouru par le train. Quand le ressort dynamométrique n'est soumis à aucun effort, le point de contact de la roulette est au centre du plateau, et par conséquent elle ne tourne pas sur elle-même. Dès qu'intervient un effort de traction, la roulette se déplace, à partir du centre du plateau, d'une quantité a proportionnelle à cet effort, son point de contact parcourt sur le plateau un chemin $2 \pi a$ et, comme chaque tour de la roulette de rayon r sur elle-même correspond à un chemin $2 \pi r$, le nombre de tours de roulette par tour de plateau est : $\frac{2 \pi a}{2 \pi r} = \frac{a}{r}$ et, pour n tours du plateau, le nombre N de tours de roulettes est : $N = \frac{n a}{r}$. Or, le produit $n a$ de n , qui est proportionnel au chemin parcouru, par a , qui est proportionnel à l'effort de traction, est par conséquent proportionnel au travail développé. Il n'y a donc qu'à observer, au moyen d'un compteur, le nombre de tours de la roulette. En même temps un crayon commandé par elle trace une ordonnée qui représente à chaque instant le travail total effectué et, pour que cette ordonnée n'augmente pas indéfiniment, le mouvement du crayon change de sens à intervalles de temps égaux. Quand, au lieu d'un effort de traction, il s'opère une poussée du train sur la machine, la roulette se soulève au-dessus du plateau et le travail négatif n'est pas enregistré.

La vitesse est mesurée au moyen d'un appareil à sphère, système Alfred Amsler et d'un appareil électrique, système Carlier-Siemens et Halske. Ce dernier se compose d'une petite magnéto prenant son mouvement par engrenage sur l'essieu extérieur du bogie et d'un voltmètre taré de façon à indiquer la vitesse.

Pour la mesure de la résistance de l'air, on se sert d'un appareil composé d'un tube vertical traversant le toit du wagon ; à l'intérieur de ce tube se trouve une tige concentrique ; le tube et la tige peuvent tourner librement et indépendamment l'un de l'autre dans des boîtes à billes. Le tube porte au-dessus du wagon une girouette et à son extrémité inférieure un petit chariot qui s'oriente constamment dans le même plan que la girouette et donne ainsi la direction du vent. La tige porte en haut un anémomètre à cuiller et tourne par suite avec une vitesse proportionnelle à l'intensité de la résistance de l'air ; elle commande à

son extrémité inférieure un mécanisme qui détermine l'avancement d'un crayon sur le chariot. Toutes les 30 secondes, un déclenchement électrique dégage le crayon du mécanisme d'entraînement et un ressort le ramène au zéro. La ligne tracée par le crayon pendant ce déclenchement représente en grandeur et en direction l'intensité moyenne de la résistance de l'air pendant les 30 secondes.

Les appareils Kapteyn enregistrent la pression dans le cylindre à frein et dans la conduite générale et aussi, par une innovation intéressante, la pression des sabots sur les roues et l'effort tangentiel. Ces deux dernières indications permettront de refaire l'étude de Douglas-Galton sur les coefficients de frottement et de la pousser au-delà de la vitesse de 90 kilomètres à l'heure que Douglas-Galton n'avait pas dépassée.

Les mouvements parasites des véhicules en marche seront enregistrés au moyen des explorateurs linéaires et balistiques de M. Sabouret.

Enfin ce wagon est aussi pourvu du dynamomètre d'inertie de Desdoutis.

Nous signalerons en outre dans la Section belge : la voiture appropriée pour le transport des blessés exposée par les chemins de fer de l'Etat belge ;

La voiture automotrice de la Société des tramways liégeois ;

La voiture automotrice et la voiture de remorque de la Société des chemins de fer vicinaux.

SECTION FRANÇAISE

COMPAGNIE DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

VOITURE DE LUXE A INTERCIRCULATION. — Les bogies sont en tôle d'acier emboutie et à suspension triple. Le châssis est en tôle et cornières. La caisse est en bois et panneautée en tôle d'acier de

1 millimètre d'épaisseur. Elle est à couloir latéral avec plates-formes d'accès munies de passerelles à soufflets et comprend 4 compartiments de lits-salons et un compartiment de luxe, à chacun desquels est annexé un cabinet de toilette. Le compartiment de luxe renferme un canapé-lit adossé à la cloison du couloir et un lit à rabattement adossé à la cloison extérieure. La garniture de ce compartiment est en acajou et velours vert; celle des lits-salons en acajou et étoffe damassée à fond bleu. Les pavillons sont en lincrusta; les parois du couloir sont garnies de panneaux en cuir gaufré encadré d'acajou.

La voiture est munie du chauffage à la vapeur et de l'éclairage électrique système Auvert (dynamo commandée par l'un des essieux).

Les dimensions principales sont les suivantes :

Écartement des essieux de bogie	2 m. 500
— d'axe en axe des bogies	12 460
Longueur hors tampons.	19 290
Longueur de la caisse.	18 30
Largeur maxima de la caisse	3 20
Hauteur intérieure au milieu de la voiture	2 373

VOITURE DE 1^{re} ET 2^{me} CLASSES A INTERCIRCULATION. — Les bogies et le châssis de cette voiture sont semblables à ceux de la voiture de luxe. Elle renferme un compartiment de lits-salon avec cabinet de toilette spécial, deux compartiments de 1^{re} classe, 4 de 2^e classe et un cabinet de toilette à chaque extrémité. Une porte sépare dans le couloir les compartiments de chaque classe. La garniture des compartiments de 1^{re} classe est en drap gris noisette, celle des compartiments de 2^e classe en drap bleu; dans ces derniers les sièges sont séparés des dossiers par un assez large intervalle.

Cette voiture est munie du chauffage à la vapeur et de l'éclairage au gaz d'huile par l'incandescence.

Les dimensions principales sont :

Écartement des essieux de bogie	2 m. 500
Entr'axe des bogies.	13 480
Longueur hors tampons.	19 900
Longueur de la caisse.	18 640
Largeur	2 977
Hauteur intérieure au milieu.	2 280

COMPAGNIE DE L'EST

VOITURE DE 1^{re} CLASSE A BOGIES. — Cette voiture qui comprend 4 compartiments à couchettes et 2 compartiments de 1^{re} classe est spécialement destinée aux trains rapides internationaux.

Elle est montée sur 2 bogies à 2 essieux dont le châssis est constitué par des tôles d'acier embouties. La suspension est du type de la Compagnie des wagons-lits avec cette particularité que l'attache des ressorts de suspension est à rotules et non à couteaux, pour éviter les usures rapides qui se produisent avec ceux-ci.

Le châssis est en bois sauf les brancards qui sont en fer **U** et raidis par des tirants.

La caisse, à ossature en bois, comprend 6 compartiments de 2 m. 316 de longueur sur 2 m. 015 dans le sens perpendiculaire à la voie, un couloir latéral, un cabinet de toilette à chaque extrémité et des plates-formes d'accès munies de passerelles à soufflets du type allemand.

Le couloir et les plates-formes sont en bois de teck verni avec panneaux en cuir gaufré et pavillons en lincrusta. Les dossiers sont montés sur cadres amovibles. La garniture est en drap gris noisette.

Des tringles de sécurité pouvant se relever sont placées à toutes les baies à châssis mobile.

Les compartiments couchettes ne sont pas disposés de la façon habituelle, dans laquelle le dossier de la banquette se relève pour former la couchette supérieure. Celle-ci est formée par un sommier garni s'encastrant dans la cloison et dont le fond est constitué par le panneau en ébénisterie du dessus des dossiers. Ce sommier pivote sur l'axe de ses supports inférieurs et est fixé en avant par deux verrous. Quant à la couchette inférieure, elle s'obtient en tirant simplement la banquette en avant.

Cette voiture est munie de l'éclairage à l'incandescence par le gaz d'huile et du chauffage à la vapeur.

Ses dimensions principales sont :

Écartement des essieux du bogie . . .	2 m. 500
Entr'axe des bogies	12 630
Longueur extérieure de la caisse . . .	18 080
Largeur — à la ceinture . . .	3 »
Hauteur intérieure au milieu	2 522
Poids à vide	34.900 kilogr.

COMPAGNIE DU NORD

VOITURE A BOGIE MIXTE, 1^{re} CLASSE, PLACES DE LUXE ET FOURGON.

— Cette voiture fait partie du nouveau matériel pour trains rapides qui a été mis en service à partir de 1897 et qui offre aux voyageurs un confortable universellement apprécié.

Elle comprend deux compartiments de 1^{re} classe avec cabinet de toilette situé à l'extrémité et deux salons dont l'un contient deux canapés-lits Lemaigre et l'autre trois lits basculants ; les deux salons ont un cabinet de toilette commun. Le couloir latéral se termine au deuxième salon. A l'extrémité opposée de la voiture se trouve un compartiment fourgon à bagages de 4 m. 105 de longueur, non compris une plate-forme de 0 m. 800.

Toutes les voitures à bogies de la Compagnie du Nord ont les mêmes dimensions de châssis, de caisse et de bogies.

Les bogies sont composés de deux longerons et de deux traverses de tête en tôle emboutie, de deux traverses intermédiaires supportant la suspension des traverses mobiles. Le pivot est porté par une traverse mobile supérieure s'appuyant à chaque extrémité sur un groupe de trois ressorts à pincette portés par une traverse mobile inférieure laquelle repose sur des couteaux suspendus aux traverses intermédiaires du châssis par 4 bielles légèrement inclinées sur la verticale. Le châssis du bogie repose lui-même sur les essieux par l'intermédiaire de 4 ressorts à lames dont les supports de suspension sont munis de 8 ressorts en spirale. Cette suspension triple procure une grande douceur de roulement.

Le châssis de caisse est en bois et fer. Les brancards en pitchpin renforcés par des fers en **U** sont entretoisés par cinq traverses en pitchpin et par deux en chêne portant le pivot et les frottoirs du bogie. La charpente de caisse est en bois de teck, les frises du plancher et de la toiture en sapin. La voiture est recouverte extérieurement de panneaux en tôle étamée de 1 mm. 5 d'épaisseur. Les boiseries intérieures sont en acajou et les plafonds recouverts de lincrusta crème.

Les sièges et dossiers sont démontables et garnis de drap gris mastic. Le plancher est recouvert d'un feutre de 32 millimètres d'épaisseur sur lequel est cloué du linoleum, recouvert lui-même d'un tapis.

Les voitures sont munies de l'éclairage électrique par accumulateurs et du chauffage à l'eau chaude au moyen d'un réservoir d'eau placé sur chaque voiture et recevant un jet de vapeur de la locomotive.

Les dimensions principales sont :

Distance d'axe en axe des bogies	12 m.	630
Empattement de chaque bogie	2	500
Longueur totale de la caisse	18	230
— de la voiture hors tampons	19	470
Largeur extérieure de la caisse	3	020
Hauteur totale au-dessus du rail	3	750

Le poids à vide varie suivant les types de 31.500 à 33.000 kilg.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

VOITURE A COULOIR DE 1^{re} ET 2^{me} CLASSES. — Cette voiture est du type à deux essieux à grand écartement adopté depuis plusieurs années par la Compagnie d'Orléans et par le réseau de l'État. On sait que ce type est caractérisé par la dépendance entre le châssis et la caisse ; la partie inférieure de la paroi latérale de la caisse est constituée par une forte tôle qui forme longeron de châssis.

Les dimensions principales de la voiture sont :

Écartement des essieux	8 m. 200
Longueur de la caisse	14 750
Largeur.	3 000
Longueur totale hors tampons . . .	15 950
Poids à vide	21.500 kilg.
Nombre de places	43

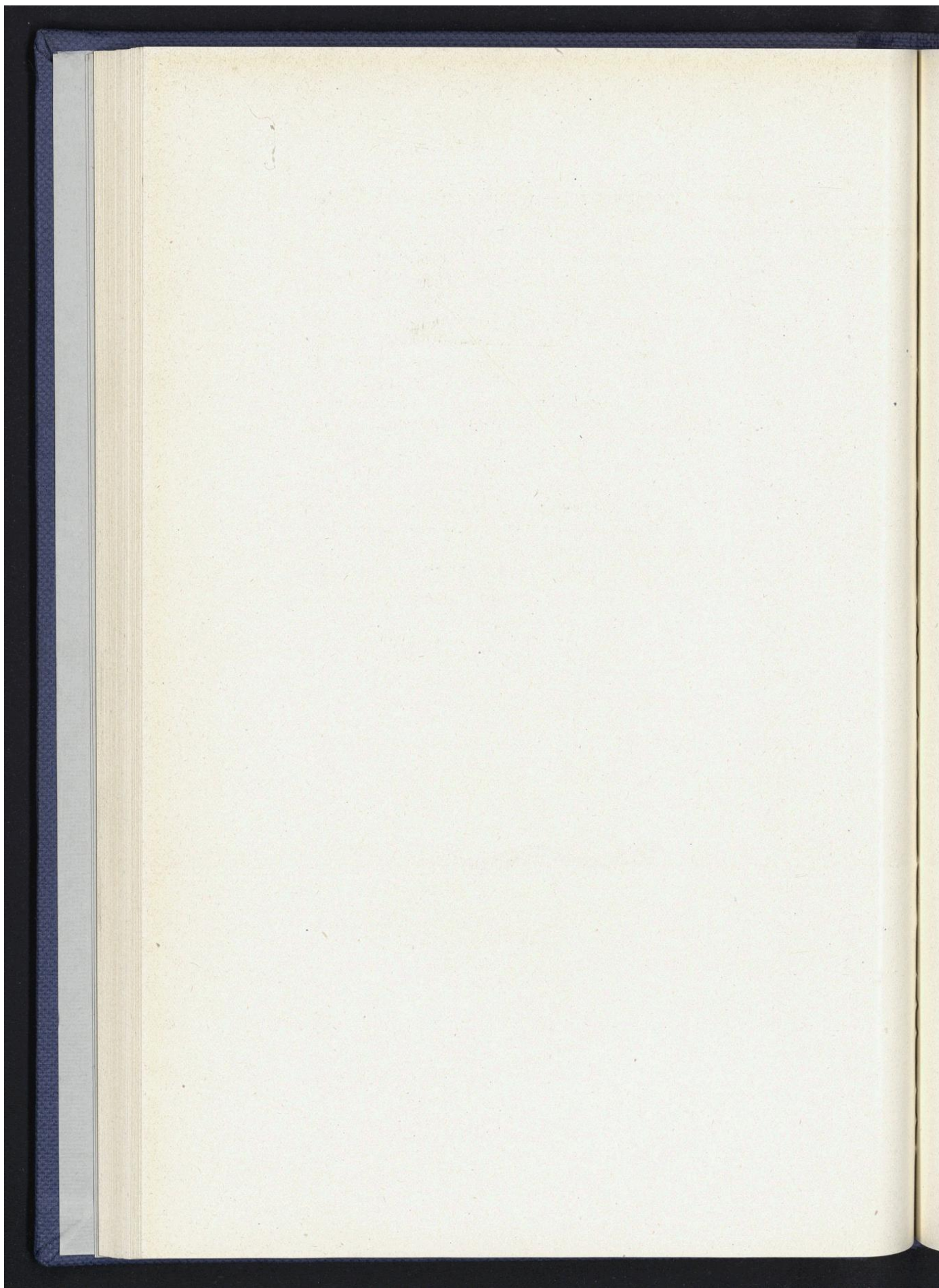
La voiture contient deux compartiments et un demi-compartiment de 1^{re} classe, trois compartiments et un demi-compartiment de 2^e classe, un cabinet de toilette placé entre les deux séries de compartiments. Le couloir latéral aboutit à deux plates-formes d'accès avec passerelles à soufflets. Les sièges et dossiers sont amovibles ; ceux de 1^{re} classe sont garnis de drap gris noisette, ceux de 2^e classe de drap bleu. Les panneaux au-dessus des dossiers et le plafond sont en lincrusta.

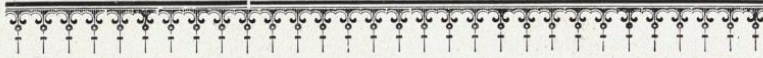
Les baies sont munies de glaces équilibrées du système Chevalier.

Dans le vestibule du water-closet se trouve une fontaine d'eau potable rafraîchie par de la glace.

La voiture est éclairée à l'électricité par le système Vicarino et munie du chauffage à la vapeur avec réglage au gré des voyageurs dans chaque compartiment.







CHAPITRE III

WAGONS

L'Exposition des wagons est caractérisée par le développement que prennent les wagons de grande capacité, par l'introduction dans leur construction de la tôle d'acier emboutie et par les efforts tentés pour répandre l'emploi de wagons à déchargement automatique, indispensables dans les mines et usines pour la manutention rapide de matériaux en grande masse.

Les wagons de grande capacité sont présentés principalement par les Compagnies de chemin de fer ou les constructeurs français : Compagnie du Nord, Compagnie du Midi, Ateliers de construction du Nord de la France, de Dietrich, à Lunéville, Compagnie française de matériel de chemin de fer à Ivry (Seine). Ils sont construits en tôles d'acier embouties par les procédés Fox-Arbel que M. Arbel, administrateur délégué des Forges de Douai, a introduits d'Amérique en Europe.

On sait que, là où un grand trafic de matières pondéreuses justifie leur emploi, les wagons de grande capacité présentent de grands avantages : diminution du poids mort par rapport à la charge utile, réduction de la longueur des trains, atténuation des efforts et des frais de traction.

L'emploi de tôles d'acier embouties pour les châssis et même pour les caisses simplifie la construction des véhicules et en diminue le poids. Il convient à tous les genres de wagons : tombereaux, à trémie et à déchargement automatique, plats, et aussi

aux châssis de voitures. Les châssis de bogies en tôle d'acier emboutie sont d'une remarquable simplicité.

Nous décrirons sommairement quelques-uns des wagons exposés, en commençant par la Section française, qui comprend cinq wagons Arbel, un wagon de 20 tonnes pour la Compagnie du Nord construit par la maison Desouches-David, à Pantin (Seine), et un wagon à trémie et à déchargement automatique construit dans les ateliers Malissard-Taza, à Anzin.

SECTION FRANÇAISE

COMPAGNIE DU NORD

WAGON A HOUILLE DE 40 TONNES EN TÔLE EMBOUTIE CONSTRUIT PAR LES FORGES DE DOUAI (fig. 11). — Le bogie est constitué par deux longerons reliés en leur milieu par deux traverses portant la crapaudine du pivot ainsi que deux glissières circulaires recevant les buttoirs latéraux de la caisse. Ce châssis repose sur les essieux par l'intermédiaire de 4 ressorts en hélice. Les plaques de garde sont formées par des glissières en acier moulé rivées aux longerons.

Le châssis de la caisse se compose de deux longerons extérieurs en forme de solide d'égale résistance entretoisés par les traverses de tête et les doubles traverses des pivots de bogie. Ces dernières sont reliées par deux longerons intérieurs entretoisés par quatre traverses intermédiaires en trois parties chacune. Les traverses doubles et celle de tête sont enfin entretoisées par deux pièces placées dans le prolongement des longerons intérieurs et deux autres pièces obliques reportant sur les longerons les efforts de choc. Les assemblages des traverses de tête avec les pièces longitudinales sont renforcés par des goussets.

La caisse se compose d'une tôle de fond de 4 millimètres d'épaisseur et de panneaux en tôle emboutie maintenus par des montants et des ranchers et par une tôle galvanisée relevée d'équerre bordant le plancher métallique sur tout le pourtour. Les montants

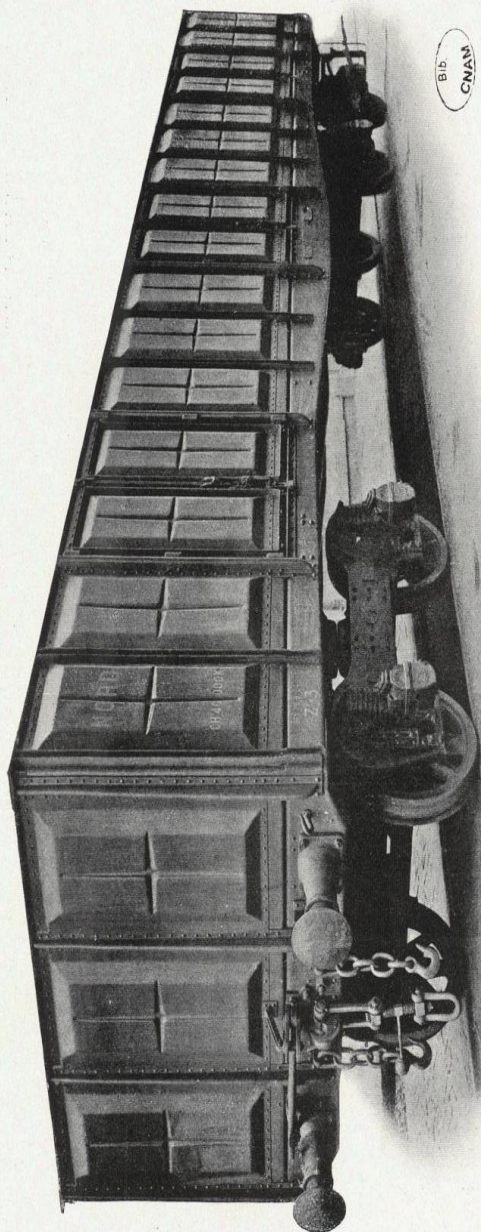
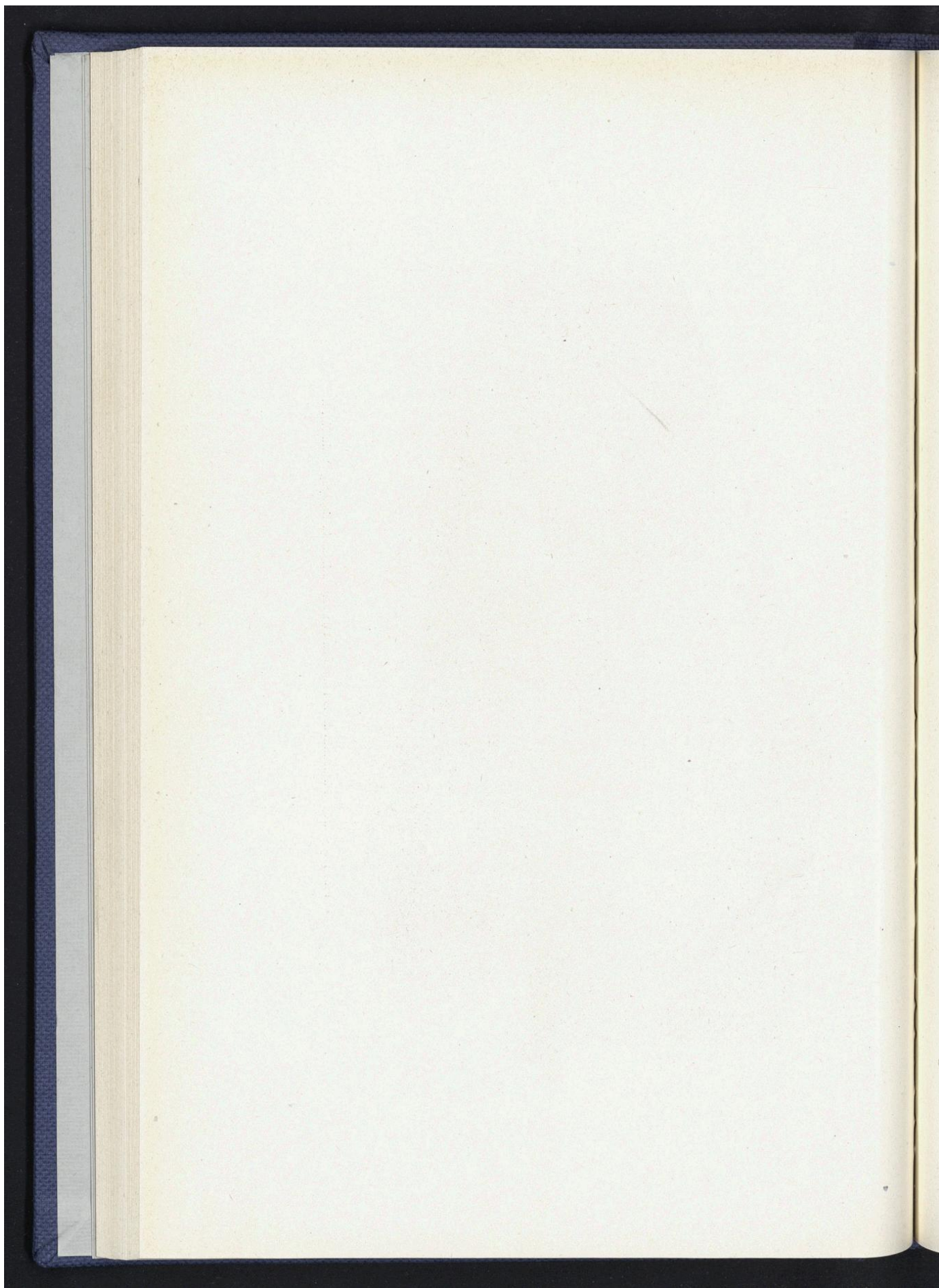


FIG. 11. — Wagon à houille de 40 tonnes en tôle emboutie de la Compagnie du Nord.

Bib
CNAM



et les ranchers sont réunis entre eux à la partie supérieure par un fer à **T** formant un cadre ininterrompu sur lequel s'appuient les portes au nombre de trois de chaque côté.

Les dimensions principales sont :

Largeur de la caisse	2 m. 800
Longueur de la caisse	11 m. 824
Hauteur de la caisse	1 m. 520
Longueur totale entre les tampons .	12 m. 756
Écartement d'axe en axe des bogies.	8 m. 250
Empattement total.	9 m. 970
Tare	14.750 kilos.

Ces wagons présentent l'avantage de réduire le poids mort des trains, qui n'est plus que de 35 % du poids utile au lieu de 40 % avec les wagons ordinaires de 20 tonnes, et aussi la longueur des trains, puisqu'un wagon de 40 tonnes n'a que 12 m. 75 de longueur, tandis que la longueur de deux wagons de 20 tonnes est de 15 mètres.

COMPAGNIE DU MIDI

WAGON A MINÉRAI EN TÔLE D'ACIER EMBOUTIE CONSTRUIT PAR LES FORGES DE DOUAI (fig. 12). — Les wagons de ce type sont destinés au transport du minerai sur le réseau du Midi. Leur capacité de chargement est de 50 tonnes de minerai ou de 30 tonnes de houille.

Les châssis des bogies et de la caisse sont les mêmes que ceux du wagon de la Compagnie du Nord décrit plus haut.

Les montants de caisse sont en tôle d'acier emboutie mais la caisse elle-même est en bois. Elle est munie de 4 portes.

Les dimensions principales sont :

Entr'axe des roues du bogie.	1 m. 650
Diamètre des roues.	0 m. 900
Écartement des pivots.	7 m. 200
Longueur totale hors des tampons .	11 m. 930
Longueur intérieure de la caisse . .	10 m. 106
Largeur intérieure de la caisse . . .	2 m. 630

Hauteur intérieure de la caisse. . . .	1 m. 000
Volume intérieur de la caisse. . . .	28 m ³ 200
Tare de la caisse	15 t. 400

L'emploi de wagons de ce genre dans le transport des minerais réduit le poids mort de 50 à 30 % du poids utile.

ATELIERS P. MALISSART, à Anzin.

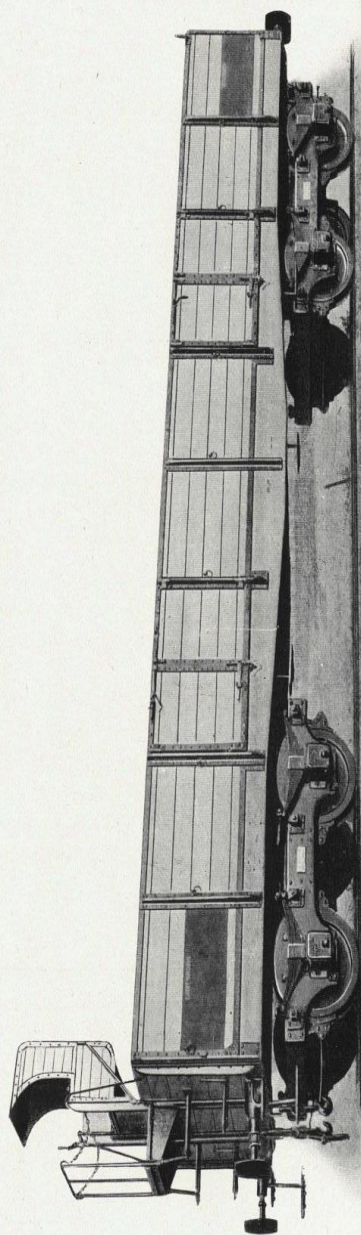
WAGON A TRÉMIE DE 20 TONNES, SYSTÈME MALISSART (fig. 13).—Ce wagon à houille se décharge automatiquement. Il est à deux essieux; les organes du roulement et le châssis entièrement métallique ne diffèrent pas de ceux des wagons à houille ordinaires.

La caisse en tôle comprend trois trémies avec, en dessous, trois portes de déchargement dans l'entre-voie. Les portes sont oscillantes et manœuvrées au moyen de leviers; elles se maintiennent fermées d'elles-mêmes et n'exigent pour leur ouverture qu'un faible effort. Un certain nombre de wagons de ce type sont en service depuis deux ans et fonctionnent d'une façon satisfaisante. Ils sont surtout avantageux pour le service des mines et usines et pour les embarquements sur bateaux. Ils peuvent circuler sur les grands réseaux de chemin de fer.

Le tableau n° 5 donne la comparaison de leurs dimensions principales avec celles d'un wagon à houille de 20 tonnes de la Compagnie du Nord.

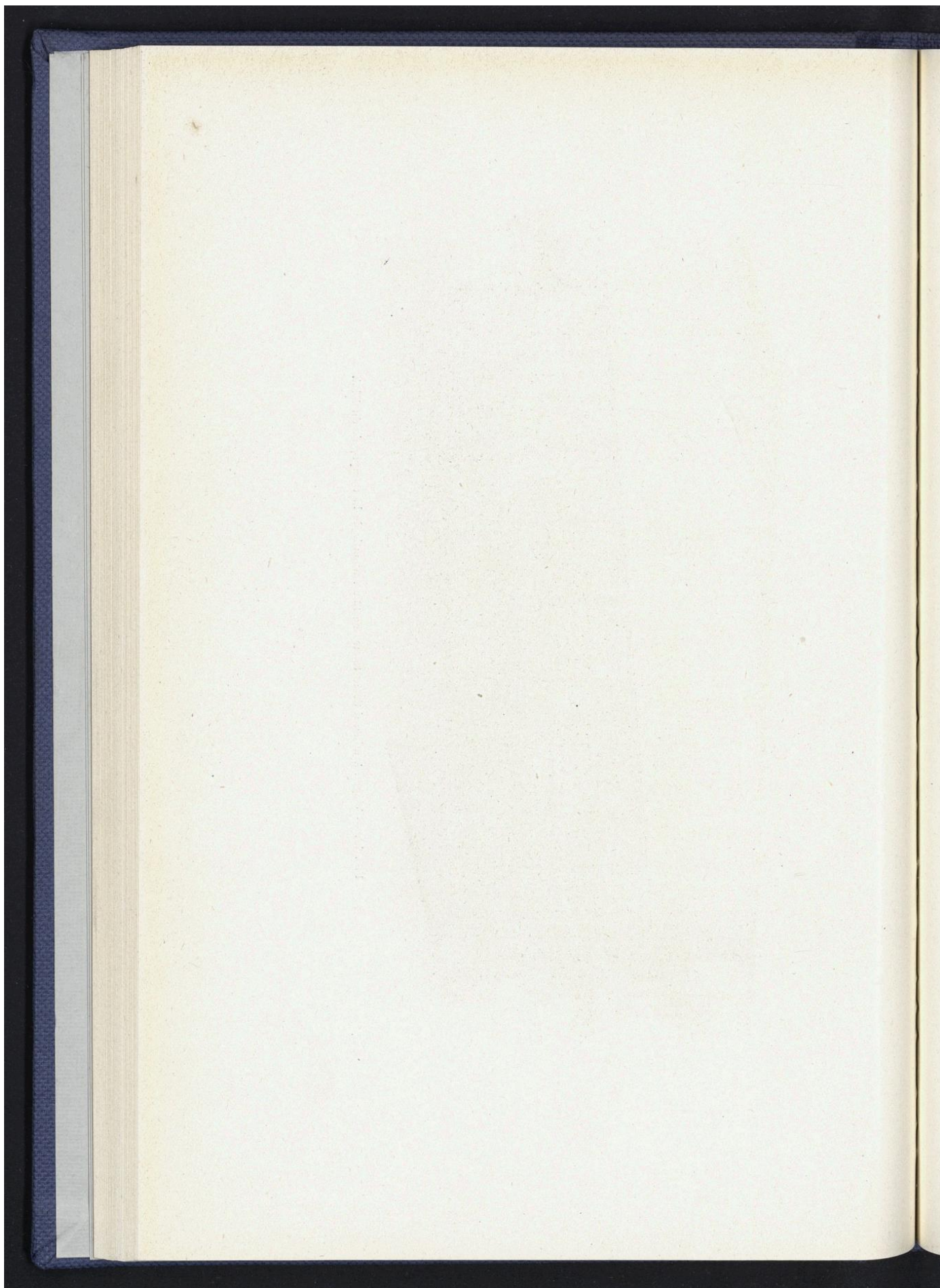
TABLEAU N° 5

	WAGON A TRÉMIE Système Malissart	WAGON DE 20 TONNES de la Compagnie du Nord
Longueur de la caisse	6 m 900	6 m 500
Largeur — —	2 900	2 940
Hauteur — —	2 715	2 735
Empattement	3 450	3 000
Tare	8.420 kg.	8.350 kg.



Bib.
CNAM

FIG. 12. — Wagon à minerai de 50 tonnes en tôle emboutie de la Compagnie du Midi.



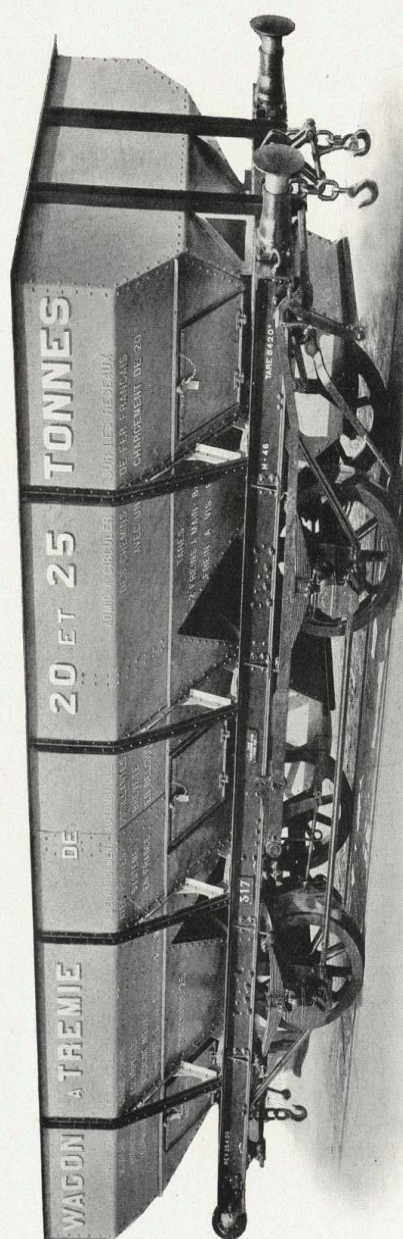
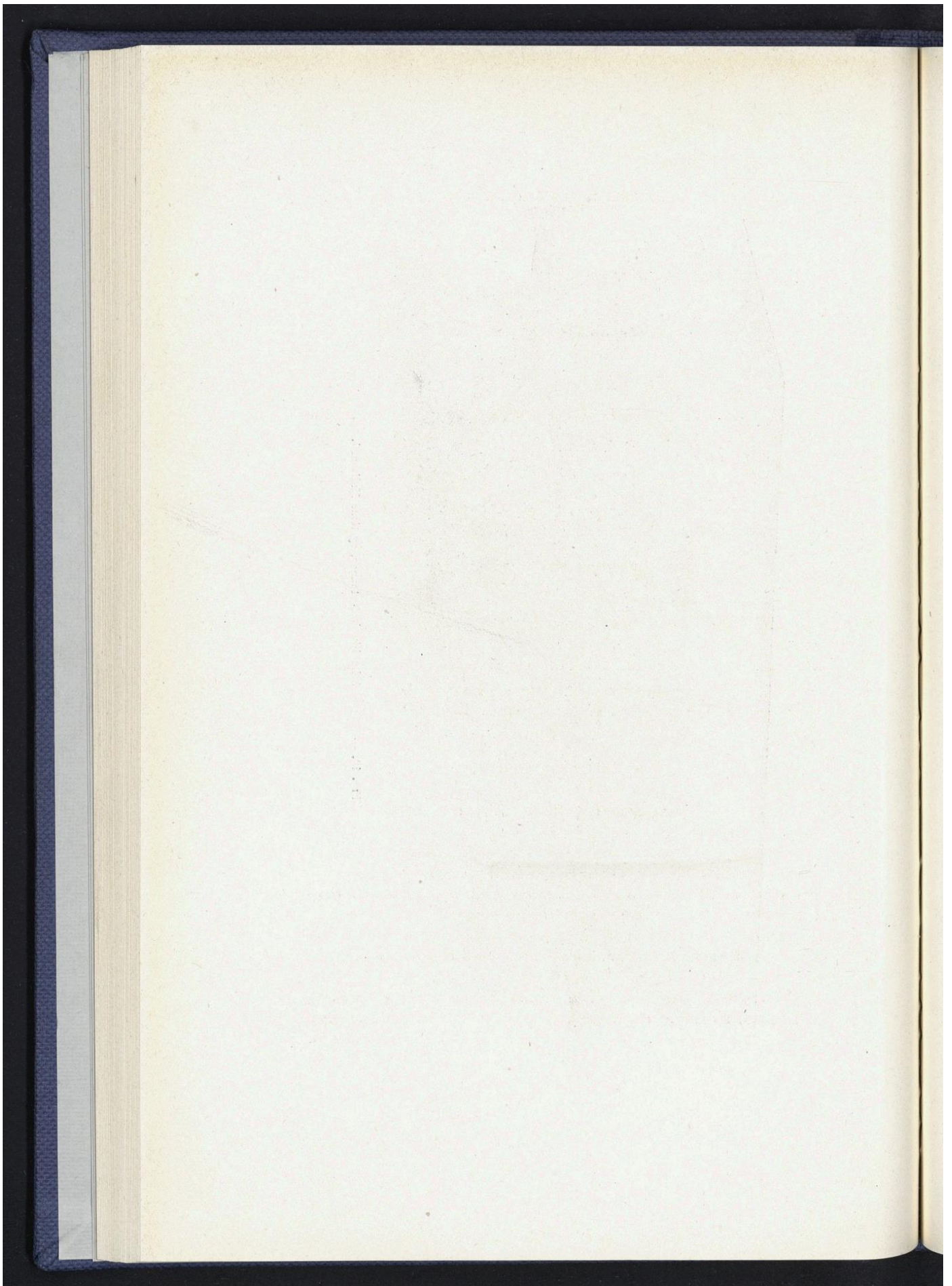


Fig. 13. — Wagon à houille de 20 tonnes, système Malissard.



SECTION BELGE

Dans la Section belge sont exposés 16 wagons dont un pour voie étroite. En dehors de ceux décrits ci-après, ils sont des types en usage sur les chemins de fer de l'État belge.

ATELIERS GERMAIN, à Marchienne.

FOURGON SUR BOGIES. — Ce fourgon ne présente pas de dispositions particulières. Sa longueur est de 16 m. 50. Il possède un compartiment pour les bagages et un compartiment pour les petits colis, un compartiment central à vigie pour le personnel et un compartiment spécial réservé pour la douane.

RÉSEAU DU NORD-BELGE

WAGON A HOUILLE DE 20 TONNES. — Le châssis et la carcasse de caisse sont métalliques, la caisse est en bois. L'écartement des essieux est de 3 mètres. On a fait l'emploi le plus étendu que possible de l'acier moulé et notamment les centres de roues, les boîtes à huile, les plaques de garde, les supports de suspension, les ranchers de caisse sont en acier moulé.

Le châssis est formé de deux brancards en acier Γ , de deux traverses extrêmes et de quatre traverses intermédiaires à section en U , le tout consolidé par une croix de Saint-André en U égale-

ment, quatre longeronnets et deux traverses longitudinales en cornières reliés aux pièces principales par des goussets. Les brancards de caisse sont des cornières.

La carcasse de caisse est entièrement métallique. Le plancher est en chêne, les panneaux en sapin. Les frises sont fixées par des boulons et des contreplaques et sont par suite très aisément démontables.

Les boîtes à huile constituent une particularité intéressante. Elles comprennent un corps de boîte en forme de manchon ovale, complètement ouvert sur le devant et portant à l'arrière une chambre en forme de disque destinée à recevoir l'obturateur. Celui-ci se compose de deux demi-disques en carton comprimé appuyés sur l'essieu chacun par un petit ressort à lames fixé dans la rainure du corps de boîte par une traverse boulonnée.

Le coussinet avec sellette en fonte, âme en bronze et garni de métal blanc est maintenu par un tiroir de repos qui s'intercale entre le plafond de la boîte et lui.

La boîte à huile est complétée par un réservoir en acier moulé qui s'emboîte exactement dans le fond du corps de boîte et s'introduit par le devant. Ce réservoir porte un plateau qui assure la fermeture de la boîte au moyen d'une serrure constituée par deux leviers intérieurs latéraux pivotant autour d'un axe lorsqu'on manœuvre une poignée extérieure et portant à l'arrière un taquet triangulaire qui vient s'appliquer derrière des talons venus de fonte avec le corps de boîte. La fermeture est maintenue par des ressorts agissant sur la poignée. Les leviers appuient à l'intérieur sur de petites traverses de la carcasse du tampon graisseur de façon à comprimer celui-ci et à le séparer de la fusée quand on veut ouvrir la boîte. Le tampon graisseur à ressorts et à carcasse en tôle est placé dans le réservoir.

On comprend que grâce à cette disposition la boîte se démonte très facilement pour la visite du coussinet et de la fusée sans qu'on ait besoin de lever la caisse. Effectivement, en plaçant la poignée de la serrure dans la position horizontale, on dégage les taquets du plateau et on aplatit suffisamment le tampon graisseur pour qu'il puisse passer sous le champignon de la fusée. Il n'y a qu'à tirer pour amener tout le système. Le coussinet se retire aussi très facilement en enlevant au préalable le tiroir de repos.

On s'est attaché dans l'établissement de ce wagon à en rendre toutes les parties accessibles et démontables en vue de faciliter les réparations d'entretien courant et de diminuer la durée d'immobilisation des véhicules aux ateliers.

Les dimensions principales sont :

Largeur intérieure de la caisse.....	2 m. 580.
Longueur intérieure de la caisse	6 m. 475.
Hauteur intérieure de la caisse.....	1 m. 490.
Longueur entre tampons	7 m. 635.
Tare { wagon à frein à main.....	8.170 kilos.
{ wagon à guérite	8.670 kilos.

SOCIÉTÉ DE BAUME ET MARPENT

WAGON PLAT DE 40 TONNES. — Ce wagon est spécialement destiné au transport des rails, poutrelles, pièces de bois et autres matériaux de grande dimension. Il a une longueur de 19 m. 760 hors tampons; la longueur du châssis est de 18 m. 500. Il est monté sur deux bogies du type Diamond, distants de 13 m. 600 d'axe en axe et dont les essieux ont seulement 1 m. 550 d'écartement.

Le châssis est constitué par deux longerons principaux en forme d'égale résistance se composant chacun de deux fers à **T** réunis par six plaques en acier coulé, auxquelles sont fixées six traverses en treillis entretoisant les longerons entre les bogies. Deux flèches en **U** règnent sur toute la longueur et contribuent à supporter les tôles de 5 millimètres composant le plancher. Des traverses en bois sont disposées sur le plancher pour faciliter le chargement et le déchargement.

Les traverses porteuses sont formées par des pièces en acier moulé à quatre bras en croix de Saint-André, forme destinée à reporter la charge vers la crapaudine centrale.

Ce wagon, quoique très long, peut circuler dans des courbes de petit rayon et tourner sur des plaques tournantes, les bogies pouvant effectuer une révolution complète sous la caisse.

La tare est de 17.500 kilos.

WAGON A TRÉMIE A DÉCHARGEMENT AUTOMATIQUE. — Ce wagon à deux bogies est destiné au transport du minerai ; sa capacité est de 22 m³ et sa charge de 35 tonnes.

Les bogies sont du type Diamond avec ressorts à boudin et roues Brunon de 838 millimètres de diamètre.

Le châssis se compose de deux longerons en treillis réunis par les traverses de pivot et par trois autres traverses intermédiaires.

La caisse est formée par une trémie en tôle de 6 millimètres d'épaisseur dont l'inclinaison minima est de 42°. Le déchargement se fait dans l'entre-voie par deux portes de 0m.800 sur 1 mètre chacune, placées à la partie inférieure. On ouvre ces portes au moyen d'un volant à main actionnant une vis sans fin qui engrène le pignon sur lequel sont calées les deux manivelles de commande ; celles-ci, par l'intermédiaire de deux bras, communiquent aux portes un mouvement horizontal. Les portes sont suspendues au châssis par deux paires de leviers. Elles s'ouvrent et se ferment simultanément.

Les dimensions principales sont les suivantes :

Écartement des essieux du bogie	1 m. 400.
Entr'axe des bogies	5 m. 100.
Longueur totale du châssis	7 m. 400.
Longueur totale hors tampons	8 m. 478.
Tare	13.000 kilos.

CANON-LEGRAND, à Mons.

WAGON A DÉCHARGEMENT AUTOMATIQUE, SYSTÈME LOENS. — Ce wagon, de type allemand, est entièrement métallique.

La caisse à trémie peut se déplacer latéralement sur le châssis. A cet effet, au bas des parois d'about et de chaque côté, se trouvent quatre galets porteurs enchapés qui reposent et roulent sur les traverses de tête du châssis. Ces galets sont maintenus solidement en place au moyen de cales ; on peut déclencher simultanément les cales d'un même côté reliées à un arbre longitudinal manœuvré au moyen d'un levier.

Le déplacement latéral de la caisse se fait au moyen d'un arbre placé longitudinalement dans le châssis et muni à chaque extrémité d'un engrenage attaquant des crémaillères situées au bas des parois d'about de la caisse.

L'arbre est mis en mouvement de la plate-forme du serre-frein au moyen d'une manivelle actionnant un dispositif d'engrenages avec vis sans fin.

La partie inférieure de chaque paroi longitudinale de la trémie forme volet mobile autour d'un axe horizontal placé en haut ; ce volet porte en bas trois galets, un à chaque extrémité et un au milieu, qui roulent sur trois traverses intermédiaires du châssis dont la longueur est seulement de 0 m. 50 de part et d'autre de l'axe longitudinal. Quand on déplace la caisse d'une longueur supérieure à 0 m. 50, les galets perdent leur point d'appui et le volet situé du côté où on a produit le déplacement s'ouvre sous la pression de la charge, malgré l'action d'un ressort antagoniste, et va se fixer à un crochet. Quand le déchargement, qui se fait à l'extérieur de la voie est terminé, on dégage le volet du crochet et il se referme sous l'action du ressort antagoniste. On n'a plus ensuite qu'à ramener la caisse à sa position normale et à l'y caler.

Le châssis porte à sa partie supérieure de chaque côté une large tôle longitudinale formant plan incliné sur laquelle glissent les matériaux déchargés qui sont ainsi rejetés hors de la voie.

Le wagon exposé à Liège est construit pour une charge de 20 tonnes.

L'empattement est de 4 m. 200. La caisse a une longueur de 6 mètres et sa contenance est de 25 m³.

L'appareil de traction est muni d'un amortisseur à friction, système Westinghouse.

ATELIERS DE LA DYLE (Société de Dyle et Bacalan).

WAGON A HOUILLE DE 20 TONNES. — Ce wagon à deux essieux est construit entièrement, sauf le plancher, en tôles d'acier embouties fabriquées dans les usines de Dyle et Bacalan.

La caisse est supportée par deux longerons principaux en tôle emboutie servant en même temps de plaques de garde, réunis par les traverses de tête et des traverses intermédiaires également en emboutis. Sur cet ensemble vient se placer le plancher en bois de chêne. La caisse est attachée sur le châssis au moyen de consoles en tôle d'acier emboutie spécialement disposées pour assurer une large assise aux ranchers qui sont aussi des emboutis en forme d'égale résistance. Les tôles embouties des parois sont repliées à angle droit à leur partie supérieure et viennent s'assembler avec une lisse horizontale en forme d'égale résistance empêchant la déformation latérale des parois.

L'assemblage d'angle du wagon est formé par une tôle cintrée réunissant les tôles des côtés et du bout. Les portes sont faites avec une seule tôle dont le bord est retroussé de manière à le rendre très rigide tout en supprimant les contre-cadres.

Les chemins de fer de l'État belge ont fait un usage prolongé de 100 wagons d'essai de ce type, qui ont montré une grande résistance et n'ont exigé que peu de réparations.

Les dimensions principales sont :

Longueur hors tampons	8 m. 113
Écartement des essieux	3 m. 550
Longueur intérieure de la caisse	6 m. 212
Largeur	2 m. 637
Hauteur	1 m. 450
Volume	24 mètres cubes
Tare	8.550 kilogrammes

SOCIÉTÉ DES FORGES ET ATELIERS, de Seneffe.

WAGON CHEVALET A BOGIES. — Ce wagon du système Derecoer est destiné au transport des grandes glaces.

Les bogies sont distants de 9 mètres d'axe en axe. Les supports de suspension permettent de relever le wagon à la cote normale après usure des bandages.

Le châssis entièrement métallique a 11 m. 700 de longueur. A ses extrémités se trouvent quatre rouleaux mobiles permettant

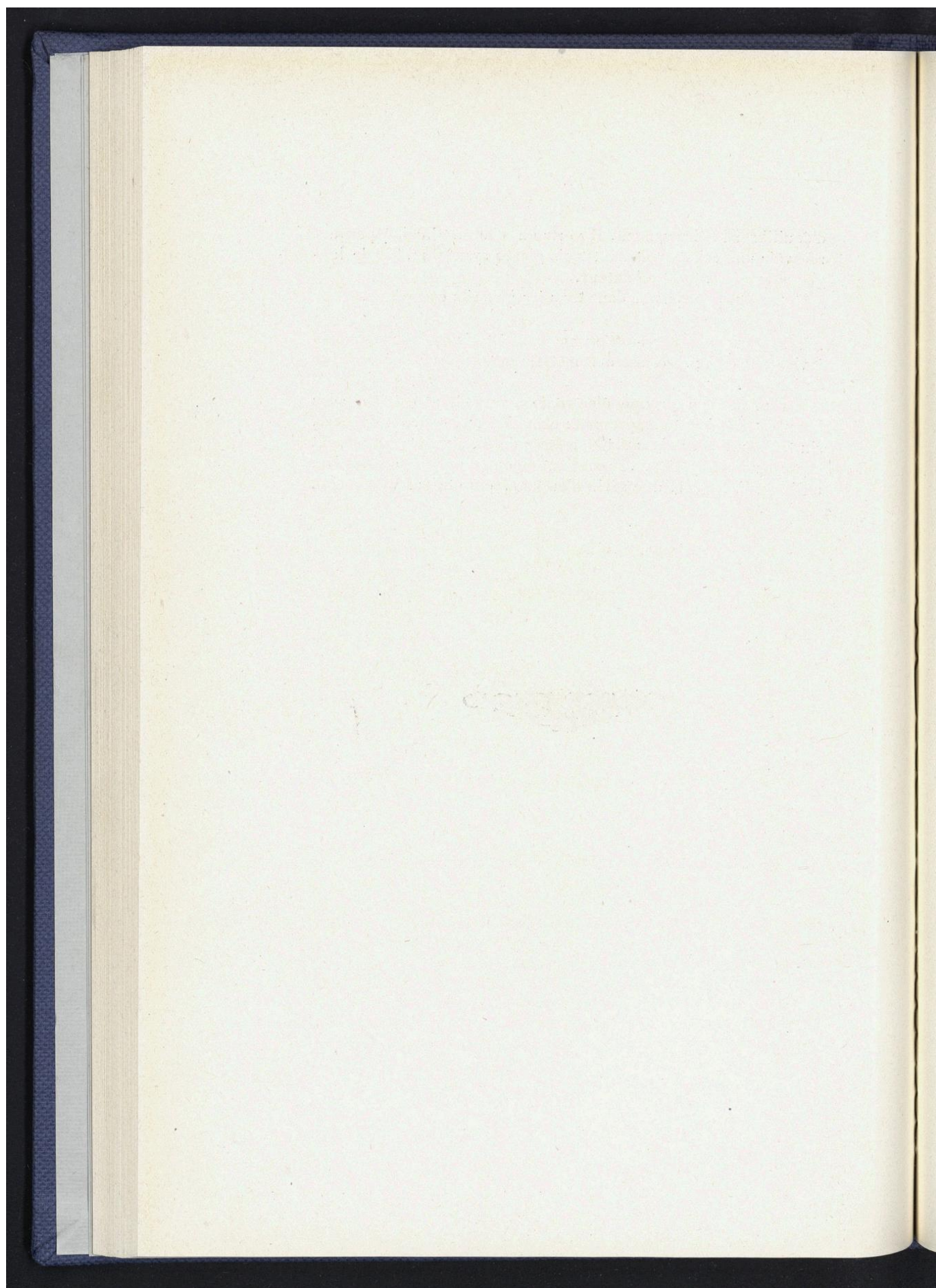
d'équilibrer le chargement. Il porte un chevalet incliné pouvant recevoir une caisse contenant trois glaces ayant 6 m. 300 de longueur sur 4 m. 300 de hauteur.

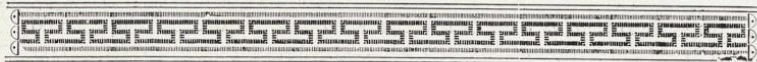
Ce wagon peut passer dans tous les gabarits européens.

WAGON DE SECOURS. — Ce wagon est à trois essieux avec frein à vis et guérite ; sa caisse a 9 mètres de longueur sur 2 m. 600 de largeur.

Il comporte un groupe électrogène permettant d'éclairer les lieux de l'accident comprenant : chaudière, moteur et dynamo, six tambours avec chacun 100 mètres de fil, six poteaux portant chacun une lampe à arc. Il contient en outre une forge portable, un banc d'ajusteur, une série d'outils divers et deux wagonnets.







CHAPITRE IV

APPAREILS DIVERS DU SERVICE DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION

Parmi ces appareils, les plus intéressants sont le système de réglage du frein continu de M. Chaumont, ingénieur, à Bruxelles, l'indicateur-enregistreur de vitesse de M. Flaman, ingénieur principal à la Compagnie de l'Est, et l'attelage automatique de M. Boirault exposé par les chemins de fer de l'État français.

Nous en donnerons une description sommaire.

M. CHAUMONT

APPAREIL DE RÉGLAGE DU FREIN A AIR COMPRIMÉ. — Cet appareil se compose de deux parties distinctes : un indicateur et le dispositif de réglage proprement dit.

L'indicateur est constitué par un arbre horizontal perpendiculaire aux longerons de la voiture auxquels sont fixés les supports sur lesquels il repose ; sur cet arbre est calé un levier portant à

son autre extrémité une boutonnière dans laquelle s'engage un taquet fixé à la tige du piston du cylindre à frein. Les déplacements du piston impriment donc à l'arbre un mouvement de rotation qui sert à les reproduire à l'extérieur de la voiture au moyen d'une aiguille se déplaçant sur un cadran. La position initiale de l'aiguille ayant été repérée quand les freins sont bien réglés, on pourra à tout instant vérifier le réglage ainsi que le bon fonctionnement du frein.

Le réglage d'un frein s'effectue en allongeant ou en raccourcissant la timonerie afin de ramener à l'écartement convenable la distance entre les sabots et les bandages. Cette variation de longueur de la timonerie s'obtient en agissant sur le point de liaison des balanciers et des tiges de commande, soit au moyen de trous de rappel, soit au moyen de vis. Dans les diverses variantes du dispositif de réglage Chaumont, on emploie une vis commandée de l'extérieur de la voiture, par exemple à l'aide d'un jeu d'engrenages ou bien d'une vis sans fin et d'un volant ou d'une manivelle de chaque côté de la voiture. Quand le cylindre à frein est à double piston, l'appareil de réglage établit une liaison entre les timoneries, ce qui assure un égal serrage des freins sur toutes les roues. Pour effectuer le réglage, on tourne le volant ou la manivelle jusqu'à ce que les sabots soient au contact des roues, puis on desserre du nombre de tours voulu pour obtenir l'écartement normal.

Cet appareil atteint parfaitement son but qui est de permettre de régler le frein de l'extérieur de la voiture, mais il doit remplir à cet effet un certain nombre de conditions quelquefois assez délicates à réaliser ; il ne doit pas notamment communiquer aux tiges ou aux balanciers des obliquités trop accentuées ; les vis ou engrenages de commande doivent être disposés de telle façon que la manœuvre n'en soit pas trop dure et que d'autre part il n'y ait pas de desserrages intempestifs.

Un grand nombre de voitures des chemins de fer de l'État belge sont munies des appareils de réglage Chaumont qui ont été également appliqués à un certain nombre de véhicules des chemins de fer de divers pays : France, Hollande, Italie, etc.

M. FLAMAN

INDICATEUR ENREGISTREUR DE VITESSE. (Fig. 14). — L'indicateur est enfermé dans une boîte fixée contre la paroi verticale de l'abri. Dans cette boîte pénètre un arbre moteur vertical auquel il faut donner un mouvement de rotation proportionnel à celui d'une des roues de la locomotive. On prend à cet effet le mouvement sur celui des organes rotatifs qui paraît le plus commode, par exemple sur le bouton d'excentrique de la bielle commandant la coulisse, et on actionne ainsi une petite manivelle à axe horizontal dont le mouvement doit être renvoyé jusqu'à l'arbre de l'indicateur et transformé en rotation verticale. On obtient ce résultat au moyen de trois jeux d'engrenages coniques et de deux arbres intermédiaires en équerre. Les engrenages des deux premiers jeux sont de même diamètre ; ceux du troisième actionnant directement l'arbre sont dans un rapport déterminé par le diamètre de la roue, de telle façon que l'appareil indicateur construit sur un modèle unique indique exactement la vitesse ; cela exige que, pour une même vitesse de translation de la locomotive, l'arbre moteur de l'appareil fasse toujours le même nombre de tours. Il s'ensuit que les vitesses indiquées doivent subir une certaine correction suivant l'usure des bandages.

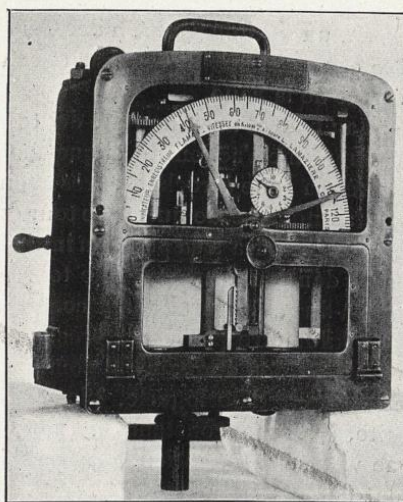


FIG. 14. — Indicateur-enregistreur de vitesse Flaman.

On mesure la vitesse en comptant le nombre de quarts de tour de

roue effectués dans un intervalle de 3 secondes $\frac{6}{10}$ ou $\frac{1}{1000}$ d'heure. L'arbre moteur porte, vers son extrémité, dans la boîte de l'indicateur, une came quadrangulaire sur laquelle est maintenue en contact par un ressort à lame l'extrémité d'un levier oscillant autour de son autre extrémité. D'autre part, sur ce levier est articulé un cliquet qu'un ressort maintient appuyé contre la denture d'une roue à rochet de 96 dents. Cette roue est montée folle sur un axe vertical. Chaque fois que l'arbre moteur fait un quart de tour la roue à rochet tourne d'une dent. Elle porte au-dessous d'elle un ressort en spirale qui tend à la ramener à sa position initiale déterminée par la butée d'une goupille fixée à la roue contre un buttoir fixe. Un deuxième cliquet articulé sur un point fixe et maintenu par un ressort contre la denture sert de cliquet d'arrêt de la roue.

Si au bout d'un intervalle de temps donné, fixé en fait à 3",6, on supprime l'action du cliquet de l'arbre moteur et du cliquet d'arrêt, la roue à rochet, après avoir tourné d'un nombre de dents égal au nombre de quarts de tour de roue effectués dans cet intervalle, reviendra à sa position initiale. La vitesse est donc mesurée à une dent ou à un quart de tour près quelle que soit sa valeur, c'est-à-dire, l'appareil étant construit pour des roues de 1 m. 91, à 1,5 kilomètre par heure près.

L'action des cliquets est commandée de la façon suivante : un mouvement d'horlogerie, placé dans la partie supérieure de la boîte, actionne constamment un axe vertical en lui imprimant une vitesse de rotation uniforme de 4",8 par tour. Sur cet axe sont fixées quatre cames A, B, C, D agissant : les cames A et B sur deux leviers *a* et *b*, la came C sur le cliquet d'arrêt et la came D sur un deuxième cliquet d'arrêt, leviers et cliquets montés sur un axe auxiliaire vertical ; ces organes sont intercalés dans l'ordre suivant : ACBD à partir du bas.

Le premier levier *a* maintient le cliquet moteur écarté de la roue à rochet pendant la dernière partie de l'intervalle de 4",8 durant laquelle il ne doit pas agir ; à la fin de cet intervalle, ledit cliquet rentre en prise.

Le levier *b* a pour fonction de débrayer le cliquet moteur lorsqu'il s'est écoulé 3",6 à partir du commencement de son action.

Au bout de ces 3",6, la roue à rochet reste maintenue par le cliquet d'arrêt pendant $\frac{3}{5}$ de seconde environ ; ensuite ce cliquet

est déclenché par la came C et la roue à rochet sollicitée par son ressort revient à sa position initiale.

Au-dessus de cette roue et montée sur le même axe s'en trouve une deuxième semblable portant une goupille amenée par un ressort au contact de la goupille de la première. Cette deuxième roue prend dans chaque intervalle de temps le déplacement angulaire de la première et le conserve, lorsque celle-ci revient au zéro, jusqu'au nouveau déplacement angulaire de l'intervalle suivant ; elle est à cet effet maintenue par le deuxième cliquet d'arrêt soumis à l'action de la came D, qui ne déclenche ledit cliquet, que lorsque vient le moment de prendre le nouveau déplacement angulaire, pendant la durée d'immobilisation de $\frac{3}{5}$ de seconde de la première roue à rochet.

Les déplacements de la deuxième roue à rochet, qui se produisent donc une fois toutes les 4" 8, sont transmis par un jeu d'engrenages coniques à l'aiguille à axe horizontal indiquant la vitesse en kilomètres à l'heure sur un quadrant.

Deux styles tracent sur une même bande de papier, qui se déroule proportionnellement à l'espace parcouru, des ordonnées proportionnelles au temps et à la vitesse. Le style du temps est actionné par une came mue par le mouvement d'horlogerie ; cette came se déclenche et ramène le style au zéro toutes les dix minutes ; la courbe des temps est donc une courbe en dents de scie ; l'échelle est de 2 millimètres par minute.

Le style des vitesses est fixé à la partie inférieure d'une crémailière engrenant avec une roue dentée calée sur l'axe de l'aiguille indicatrice de la vitesse. L'échelle est de 0 mm. 4 par kilomètre.

Le papier est entraîné, à raison de 5 millim. par kilomètre parcouru, par un cylindre actionné par l'arbre moteur de l'indicateur.

L'appareil de M. Flaman donne des renseignements très exacts sur toutes les circonstances de la marche d'un train.

M. BOIRAUT

ATTELAGE AUTOMATIQUE. — L'organe essentiel de cet appareil est une plaque d'attelage rectangulaire à face verticale. Dans deux angles opposés se trouvent deux ouvertures rectangulaires ; dans

les deux autres angles deux oreilles percées d'une ouverture cylindrique. La plaque d'un véhicule venant au contact de celle d'un autre véhicule, les oreilles pénètrent dans les ouvertures et y sont ensuite fixées par un verrou.

La plaque d'attelage est munie de deux bras latéraux pouvant, dans une limite déterminée par un buttoir, coulisser dans des glissières fixées à la tige de traction par un boulon. Le mouvement relatif entre ces deux pièces est sous la dépendance d'un ressort à volute intercalé entre l'entretoise des glissières et la plaque.

Ce ressort joue un autre rôle ; par sa force de torsion, il agit, au moyen d'un rochet, sur un balancier mobile autour d'un axe fixé au centre de la plaque d'attelage et portant les deux verrous qui s'introduisent dans les deux oreilles de la plaque opposée. Pour dégager les verrous, c'est-à-dire pour dételer, il suffit d'exercer une traction sur le balancier, ce qui se fait de l'extérieur du véhicule au moyen d'une chaîne ; ledit balancier porte un cliquet articulé qui, venant buter contre une saillie située sur la plaque d'attelage au-dessus de l'ouverture supérieure, le fixe dans la position de désaccouplement.

Quand on fait l'attelage, et il suffit pour cela de pousser les véhicules l'un contre l'autre, l'oreille supérieure munie d'un plan incliné, en pénétrant dans l'ouverture, fait sauter automatiquement le cliquet et les verrous se ferment.

Afin que les plaques d'attelage se présentent bien l'une en face de l'autre dans n'importe quelle position relative des deux véhicules, elles sont munies chacune de pièces de guidage mâle et femelle de forme appropriée dites « gueule de loup » et « langue de carpe ».

Cet attelage n'exige aucune modification des barres de traction et des tampons. Il coexiste d'ailleurs avec le tendeur ordinaire et on peut se servir suivant les cas de l'un ou de l'autre.

Nous signalerons enfin les intéressantes Expositions :

Dans la Section belge, de :

VALÈRE MABILLE, à Mariemont

Matériel de chemins de fer ; pièces détachées, pièces en acier

coulé, ressorts de suspension, soupapes de sûreté pour locomotives, éclairage électrique système Stone.

HURSTEL ET C^{ie}, à Verviers

Ponts à bascule.

SOCIÉTÉ « INDUSTRIA », à Saint-Gilles-Bruxelles

Portes, fenêtres pour matériel de chemins de fer.

USINES DE BRAINE-LE-COMTE

Machine à essayer les ressorts.

Dans la Section française, de :

SOCIÉTÉ CONSIN ET C^{ie}, à Paris

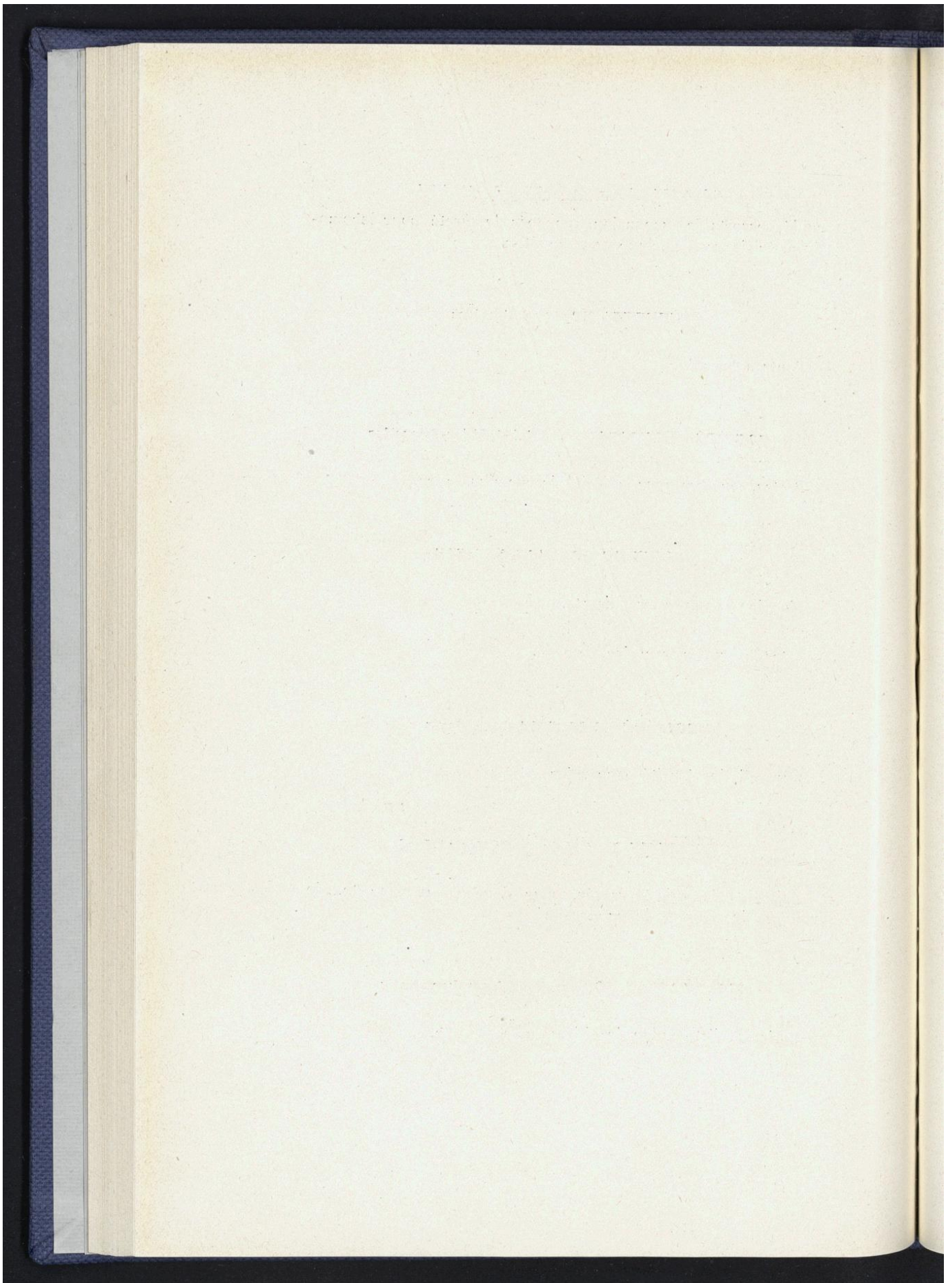
Appareil de sécurité pour voies ferrées.

DUPONT ET C^{ie}, à Solre-le-Château (Nord)

Bois plaqués, unis et gravés, pour sièges, panneaux, etc., de voitures de chemins de fer et tramways.

MULLER FILS, 50, rue de Châteaudun, Paris

Casiers à distribution de billets en carton, etc.





CHAPITRE V

MATÉRIEL DE VOIE

La Section du matériel de voie ne comprend qu'un petit nombre d'exposants.

Nous signalerons d'abord les Expositions particulières de :

MICHEL (Hector), à Bourg (Ain)

Traverses mixtes en acier et bois.

GALLOTTI (Paul), 14, rue Littré, Paris

Traverses en béton armé.

THIOLLIER (Jean), 92, boulevard Haussmann, Paris

Garnitures métalliques pour tire-fonds de chemin de fer et outillage pour leur pose. Ces garnitures, qui consolident les attaches des rails et produisent de notables économies d'entretien, ont reçu de nombreuses applications.

LES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

Ont exposé un croisement de voies en rails de 50 kilogrammes et divers types de signaux en usage.

LA COMPAGNIE DU NORD

A exposé dans la Section belge :

Des appareils de block-système avec enclenchements électriques et manœuvre à distance, électrique et mécanique ;

Un commutateur de désolidarisation ;

Un changement de voie ;

Des appareils divers : crocodile avertisseur, sifflet électromoteur, avance-pétards, etc. ;

Dans la Section française :

Des appareils d'enclenchement électriques et mécaniques ;

Un changement de voie à 4 files de rails (1 m. 44 et 1 mètre) ;

Des appareils accessoires divers ;

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT FRANÇAIS

L'Exposition comprend :

Un type de voie entièrement métallique ;

Un poste d'enclenchement du système Saxby et Farmer modifié, avec addition de dispositions permettant de réaliser des enclenchements électriques ;

Une pédale électrique système Guillaume ;

Un sémaphore de 8 mètres de hauteur manœuvré à distance par fil avec un levier enclenché électriquement ;

Enfin les appareils de block-système, modèle 1903.

LES ATELIERS THOMSON-HOUSTON, de Paris

Ont exposé les appareils électriques, système Ducouso et Rodary, et les leviers d'itinéraires, système Bleyne et Ducouso.

**LA SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES L'« ASTER »,
de Paris**

A exposé un appareil complètement nouveau pour l'enclenchement et la manœuvre des aiguilles et des signaux appelé « auto-combinateur universel M D M ».

Ces dernières Expositions sont très importantes et très intéressantes. Nous entrerons dans quelques détails à leur sujet.

COMPAGNIE DU NORD

BOÎTES DE MANŒUVRE DES SÉMAPHORES.— Les appareils de block-système dont fait usage la Compagnie du Nord sont les électro-sémaphores Tesse, Lartigue et Prudhomme. Les boîtes de manœuvre ont été récemment simplifiées. Dans les nouvelles, exposées à Liège, on a supprimé les voyants répétiteurs des actions effectuées à distance par les appareils de block. Une longue pratique a en effet montré que ces voyants ne présentaient qu'un médiocre intérêt et avaient l'inconvénient d'exiger à la périphérie du commutateur circulaire intérieur des contacts multiples réduisant d'autant la longueur et par suite l'efficacité des autres contacts assurant le fonctionnement du block et par conséquent d'importance fondamentale.

COMMUTATEUR DE DÉSOLIDARISATION.— Les appareils de block de deux cantons successifs sont solidaires de façon qu'on ne puisse, suivant l'expression : « manger un train » c'est-à-dire remettre à voie libre alors qu'un train est encore engagé dans la section.

Mais il faut nécessairement, dans les gares, rompre momentanément cette solidarité dans certains cas, par exemple lorsqu'on gare un train. Il faut alors pouvoir débloquer la section amont sans bloquer la section aval. On se sert à cet effet de commutateurs de désolidarisation. Il en existe plusieurs types.

Quand les garages sont fréquents et s'effectuent par une aiguille assez éloignée du bâtiment principal de la gare près duquel se trouve le sémaphore, on installe près de l'aiguille un commutateur circulaire à manivelle et à frotteurs. Quand on tourne ce commutateur, on envoie au poste sémaphorique de la gare un courant de désolidarisation qui produit le même effet sur le poste amont que la mise à l'arrêt de la grande aile couvrant la section aval. Sur le circuit de ce commutateur est dans certains cas intercalé un interrupteur placé dans le bureau du chef de gare ; il s'ensuit que, sans l'autorisation de ce dernier, le courant provoqué par la manœuvre du commutateur ne peut produire son effet.

Un interrupteur du même type est utilisé par les gares où il existe un poste sémaphorique et où les trains peuvent être subdivisés en plusieurs autres circulant dans le même sens ; il sert au chef de gare à empêcher le déblocage de la section amont jusqu'à ce que le dernier train soit engagé dans la section aval.

Pour le même objet, quand il n'existe pas de poste sémaphorique à la gare de dédoublement de trains, on se sert d'un « disjoncteur accumulateur de déblocage » qui coupe la ligne réunissant les deux postes entre lesquels est comprise la gare. Ces postes n'ont pas à se préoccuper des dédoublements. Le disjoncteur doit absorber successivement les courants de déblocage émis par le poste aval après le passage de chaque coupure de train. Il se compose d'un électro-aimant dont la palette montée sur un pivot à une extrémité est terminée à l'autre par une ancre destinée à laisser passer une à une les dents d'un échappement solidaire d'un disque. Ce dernier, divisé en sept parties, ne peut faire chaque fois qu'une rotation égale à l'intervalle d'un cran. Sur sa face interne se trouve un isolant séparant entre eux les ressorts de contact communiquant respectivement à la terre et aux boîtes sémaphoriques d'aval et d'amont. Une tige de tirage munie d'un bouton et d'un cliquet à ressort peut à l'aide des dents de l'échappement faire avancer le disque d'une division à la fois, chaque fois qu'on tire sur le bouton. Quand le chef de gare subdivise un train en un certain nombre de coupures, il tire sur le bouton ce même nombre de fois moins une. Le disjoncteur, ainsi préparé, absorbera autant de fois le courant de déblocage du poste aval et ce dernier ne sera remis en communication avec le poste amont qu'après le passage de la dernière coupure.

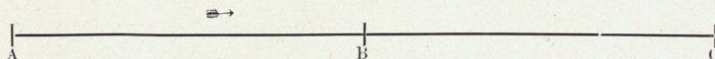
On voit que, dans ce système, la sécurité dépend surtout de l'attention du chef de gare.

AVANCE-PÉTARD, SYSTÈME « RABIER-LEROY » POUR SIGNAUX D'ARRÊT SUR VOIE UNIQUE. — Ce dispositif, employé depuis 1902 par la Compagnie du Nord, ne doit amener le pétard sur le rail que quand le signal est franchi à l'arrêt par un train circulant dans le sens de marche commandé par ce signal ; les trains circulant en sens inverse sont sans action sur le pétard. L'avance-pétard, toujours effacé, est commandé par une pédale reliée au signal et faisant saillie sur le rail quand le signal est à

l'arrêt; cette pédale peut osciller librement sous l'action des roues d'un train circulant dans le sens où le pétard ne doit pas être écrasé; au contraire un train circulant dans l'autre sens appuie sur la pédale laquelle entraîne un mécanisme à leviers faisant avancer le pétard sur le rail.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT FRANÇAIS

BLOCK-SYSTÈME, MODÈLE 1903. — Ce modèle de block, étudié par M. Cailho, Ingénieur du service électrique, se distingue du précédent par la suppression des sonneries Jouselin remplacées, comme moyen de correspondance entre les postes, par le téléphone.



Rappelons d'abord le programme à réaliser. Soit trois postes consécutifs A, B, C; un train devant passer du canton AB dans le canton BC se présente en B venant de A.

Il faut que :

1° le poste B ne puisse ouvrir son signal pour admettre le train dans le canton BC que si le poste suivant C lui en a donné l'autorisation, c'est-à-dire a libéré l'enclenchement de B.

2° cette libération ne puisse être réalisée que par le concours et après entente des deux postes C et B;

3° en couvrant le train passé, c'est-à-dire en fermant son signal, le poste B enclenche automatiquement ce signal, qui ne pourra plus être déclenché qu'après que toutes les conditions du programme auront été satisfaites à nouveau;

4° le poste B ne puisse libérer l'enclenchement de A pour permettre à celui-ci d'envoyer un train sur le canton AB que si son propre signal est fermé et si le train précédent est sorti du canton AB, c'est-à-dire si la pédale de sortie de ce canton AB a été actionnée; cette dernière condition n'est valable qu'une fois.

Les appareils comprennent :

un poste téléphonique à deux directions pour les postes intermédiaires, à une seule direction pour les postes terminus;

des leviers de signaux enclenchés électriquement ;
 des commutateurs enclenchés ;
 des pédales Guillaume installées sur la voie en aval du poste
 et servant, quand un train passe, à fermer un circuit sur un
 électro-aimant compris dans les organes du commutateur enclenché ;
 des sonneries et des piles Leclanché.

COMMUTATEUR ENCLENCHÉ. — L'organe principal de chaque

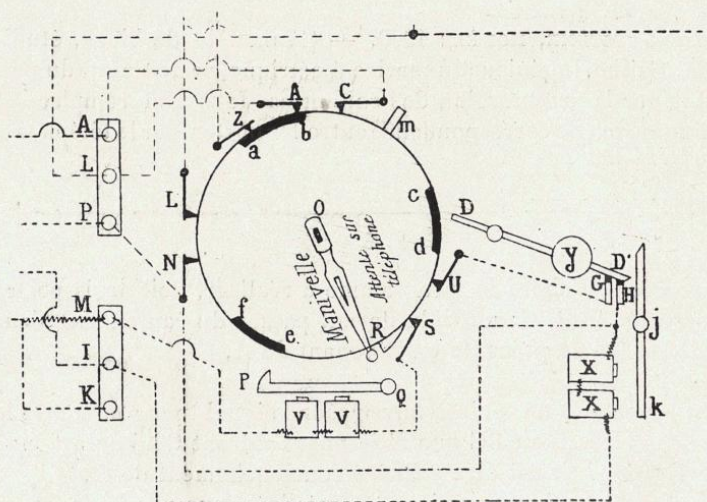


FIG. 15. — Commutateur enclenché, 1^{re} position de la manivelle.

poste est le commutateur avec enclenchement électrique. Il se compose d'un tambour horizontal portant des contacts électriques, mû par une manivelle. Celle-ci peut occuper trois positions dont les deux premières à la volonté de l'opérateur.

1^{re} Attente sur téléphone : la manivelle est dirigée vers le bas et à droite de l'opérateur. Le frotteur A relié au fil de ligne unique (fig. 15) est en communication avec le frotteur Z relié à l'un des enroulements d'un transformateur. L'autre enroulement est fermé en circuit local sur le poste téléphonique. On produit l'appel au moyen d'une petite magneto. Les courants alternatifs d'appel, ni à plus forte raison les faibles courants ondulatoires du télé-

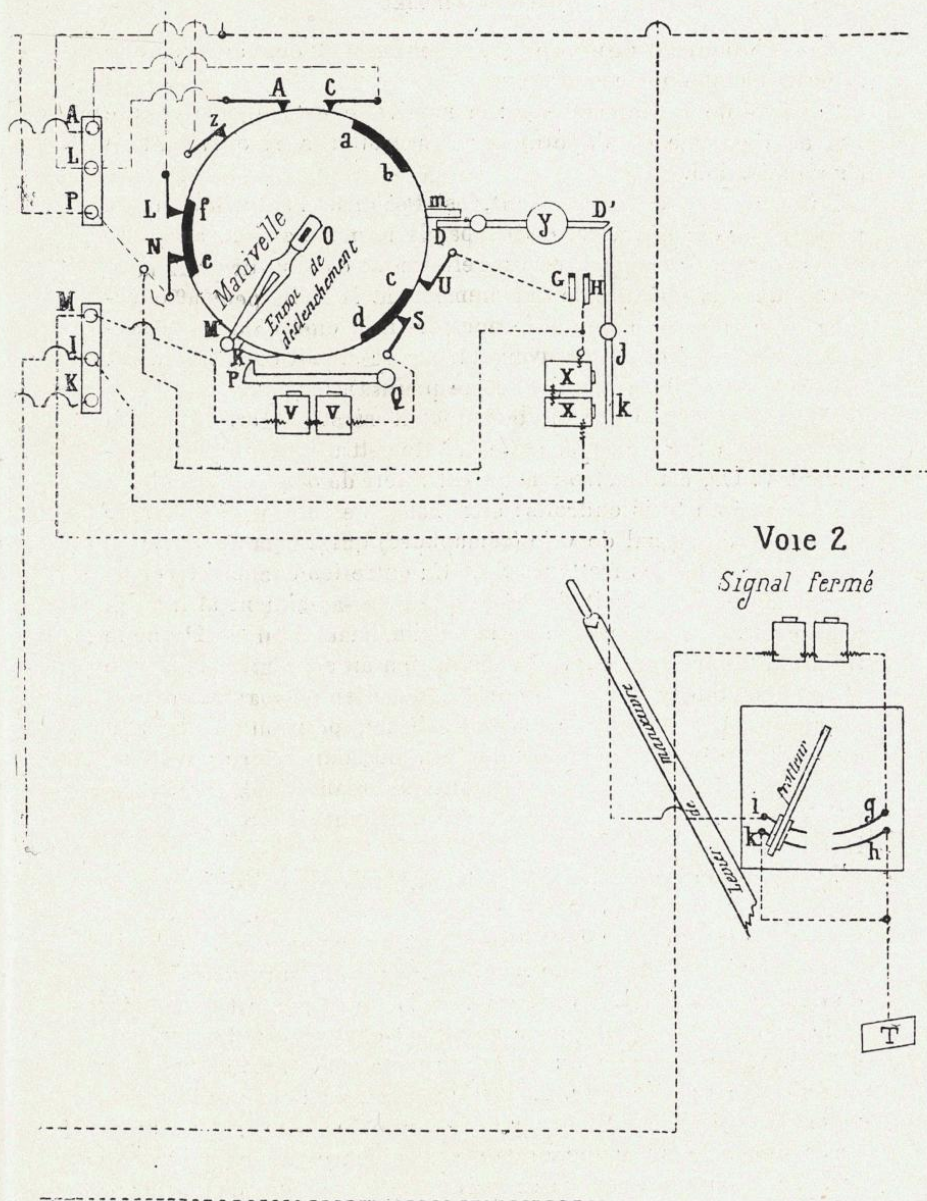


FIG. 16. — Commutateur enclenché, 2^e position de la manivelle.

phone, ne peuvent produire le déclenchement des appareils de sécurité dans le poste récepteur.

2° Envoi de déclenchement : la manivelle est dirigée vers le bas et à gauche de l'opérateur ; les frotteurs N et L sont en communication.

Lorsque le déclenchement, c'est-à-dire l'autorisation de remettre à voie libre, est demandé par le poste amont au poste aval, ce dernier manœuvre la manivelle du commutateur pour la mettre dans la position de déclenchement. Mais il ne peut effectuer cette manœuvre que si le dernier train engagé dans la section en est sorti et s'il est couvert par le signal correspondant. En effet (fig. 16) la manivelle ne peut passer pour venir à la position de gauche que si le taquet R n'est pas arrêté par la palette PQ c'est-à-dire si cette palette est attirée par l'électro-aimant V. Or, cet électro-aimant est intercalé dans un circuit de piles coupé en trois endroits : aux bandes i et k du levier de manœuvre du signal de voie (sémaphore) qui ferme la sortie de la section ; entre les frotteurs S et U ; entre les contacts G et H. Pour que le circuit soit fermé et que l'électro-aimant attirant la palette permette le passage de la manivelle, il faut donc 1° que le train antérieurement engagé dans la section ait franchi la pédale et fait fonctionner le relais dont le levier DD' en tombant établit le contact GH ; 2° que le signal soit fermé, position dans laquelle le frotteur relie les bandes i k. Le stationnaire est averti que la première de ces deux conditions est réalisée par l'apparition au guichet du commutateur d'un voyant monté sur le levier DD'.

3° Réception de déclenchement : la manivelle est dirigée verticalement vers le bas (fig. 17) les frotteurs A et C sont reliés, fermant le circuit sur l'électro-aimant qui enclenche le signal. Si la manivelle du poste aval est dans la position d'envoi de déclenchement, les frotteurs N et L de ce poste sont reliés, et le courant de la pile de ce poste est envoyé sur la ligne, ce qui déclenche le levier du signal du poste amont. Ce signal peut être alors mis à voie libre. Le stationnaire remet ensuite sa manivelle à la position d'attente sur téléphone et le poste aval est avisé de ces opérations par une sonnerie trembleuse qui ne s'arrête que lorsque lui-même a remis sa manivelle à la position d'attente sur téléphone.

On voit que, pour la manœuvre d'un signal ouvrant la voie, il

faut le concours de deux volontés responsables et qu'un vice de fonctionnement ne peut être invoqué comme excuse d'une mise à voie libre intempestive. Le poste aval ne fait en effet que préparer le déclenchement, puisque le circuit électrique n'est définitivement établi que si le poste réceptonnaire place son commutateur dans la position de réception de déclenchement. Le pas-

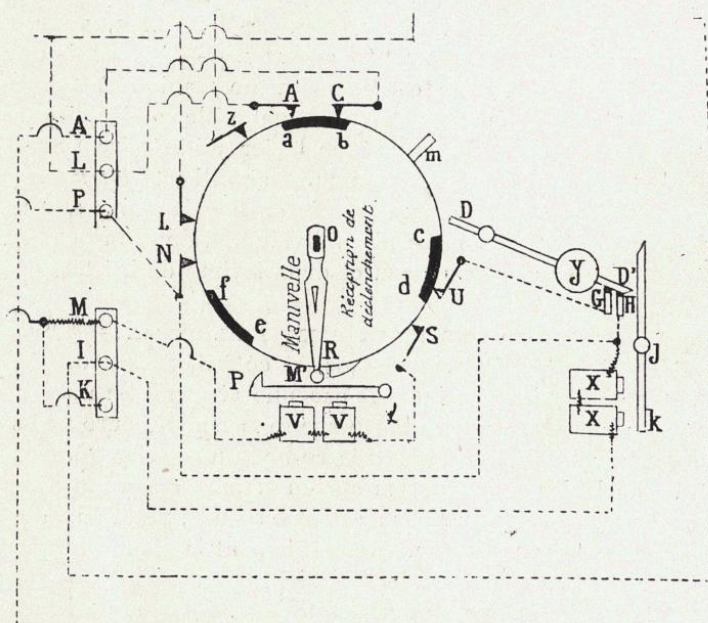


FIG. 17. — Commutateur enclenché, 3^e position de la manivelle.

sage d'un train sur la pédale ne fait également que préparer la fermeture du circuit.

Les garages et dépassements de trains s'effectuent sous la responsabilité du chef de station au moyen d'un commutateur spécial placé sur une dérivation du circuit de la pédale. La manœuvre de ce commutateur produit le même effet que le passage d'un train sur la pédale. Il est enclenché avec le signal avancé de la gare au moyen d'une serrure Bouré.

Le système de block décrit ci-dessus fonctionne sur la ligne de Saintes à Bordeaux et donne toute satisfaction.

ATELIERS THOMSON-HOUSTON, à Paris.

APPAREILS ÉLECTRIQUES, SYSTÈME DUCOUSO ET RODARY, ET LEVIERS D'ITINÉRAIRES, SYSTÈME BLEYNIE ET DUCOUSO, POUR LA COMMANDE DES AIGUILLES ET DES SIGNAUX. — L'Exposition des ateliers Thomson-Houston est disposée de manière à montrer séparément la commande électrique des aiguilles et des signaux, système Ducousso et Rodary et le levier d'itinéraire système Bleynie et Ducousso. Elle comprend une aiguille et trois signaux, éléments suffisants pour deux itinéraires. Dans la cabine se trouvent quatre leviers de commande individuelle, dont un pour l'aiguille et trois pour les signaux, et deux leviers d'itinéraire.

COMMANDE ÉLECTRIQUE, SYSTÈME DUCOUSO ET RODARY. — Le moteur d'une aiguille, généralement placé à côté d'elle, est formé par un moteur électrique actionnant par une vis sans fin une roue dentée horizontale, laquelle porte sur sa face supérieure un bouton de manivelle vertical excentré ; ce bouton est engagé dans la coulisse du levier actionnant au moyen d'une équerre la tringle de manœuvre de l'aiguille. Ce mécanisme assure, grâce à un excès de course de la roue dentée, non seulement la manœuvre mais aussi le calage de l'aiguille, ce qui dispense d'établir des appareils spéciaux de calage ou de verrouillage. Le sens de la rotation du moteur électrique est déterminé par le sens du courant envoyé dans le circuit ; on peut ainsi commander le moteur par une canalisation à deux fils. A chaque manœuvre la roue dentée établit un court-circuit dans l'induit, ce qui produit le freinage électrique du moteur et l'arrête presque instantanément.

Le mécanisme de commande servant aussi de mécanisme de calage, on conçoit qu'il est nécessaire d'avoir un contrôle tout à fait sûr de la position de l'aiguille. Le circuit électrique de contrôle comprend un fil particulier pour chacune des positions normale et renversée avec fil de retour commun. Chacun des deux premiers fils passe dans trois interrupteurs ; les deux premiers se trouvent dans la boîte de commande placée à côté

de l'aiguille : l'un, commandé par une tringle attelée à la lame d'aiguille, ne ferme le circuit que si cette lame plaque bien contre le rail ; l'autre, actionné par le levier de commande du commutateur de freinage électrique du moteur, ne ferme le circuit que si le bouton de la roue dentée est dans la position de calage ; le troisième interrupteur est fermé par le distributeur du levier de manœuvre sur le fil de retour commun aux deux positions. Ces trois interrupteurs sont montés en série, chaque série sur un circuit distinct, de sorte que celui-ci, pour une position déterminée, ne se trouve fermé que par la coexistence matérielle des trois conditions concordantes nécessaires.

Le levier de manœuvre de l'aiguille, placé dans la cabine, est solidaire de la barre d'enclenchements, du commutateur D du circuit de contrôle à 3 positions et d'un second commutateur à 3 positions E commandant la fermeture du circuit sur le moteur. Un verrou actionné par un électro-aimant, dit de contrôle, peut arrêter le mouvement du levier. Enfin l'appareil porte un inverseur de courant dont le rôle est de déterminer le sens du courant à envoyer dans le moteur d'aiguille et d'approprier à ce sens de marche les conditions de contrôle de l'électro-aimant.

En vertu de ces dispositifs, lorsqu'on manœuvre le levier, il y a un temps d'arrêt aux deux tiers de la course ; le moteur n'est mis en mouvement que quand le levier atteint cette position et celle-ci ne peut être franchie qu'après le fonctionnement du contrôle.

Dans le mouvement du levier les effets se produisent dans l'ordre suivant :

1° La barre solidaire du levier opère les enclenchements nécessaires et, si cette barre est déjà enclenchée, le levier est immobilisé ;

2° Le commutateur du circuit de contrôle met l'électro-aimant en relation avec le fil de contrôle de la position future de l'aiguille, ce qui permet au levier d'arriver aux deux tiers de sa course, moment où le moteur d'aiguille se met à fonctionner. S'il y avait un défaut quelconque dans l'organisme de contrôle, le levier ne pourrait arriver aux deux tiers de sa course ;

3° Quand il atteint cette position, le levier manœuvre le commutateur du circuit du moteur ; celui-ci est actionné et fait l'aiguille ; mais ce n'est que lorsque le contrôle de la position de l'aiguille et de son calage est effectué que, par suite de l'inter-

vention de l'électro-aimant, le levier peut être amené à fond de course ;

4° Pendant ce dernier mouvement, le courant est coupé dans le circuit du moteur et l'inverseur placé dans la position opposée, de sorte que toutes les connexions se trouvent disposées dans le sens convenable pour la manœuvre inverse.

Quand il s'agit d'un signal au lieu d'une aiguille, le moteur n'agit que dans le sens de l'ouverture. Dès que le signal est ouvert, le courant cesse de passer dans la dynamo qui s'arrête ; mais un courant de plus faible intensité continue de passer dans un embrayage électrique pour maintenir le signal ouvert. Dès que ce courant cesse, le signal se referme sous l'action de son contrepoids de rappel. Le signal est muni d'un commutateur de contrôle disposé pour fermer un contact quand il est à l'arrêt.

Le levier de manœuvre est plus simple que celui d'une aiguille. Il suffit qu'il soit disposé de manière à établir ou à rompre la communication entre la source d'énergie et le moteur et en outre, qu'il ne puisse prendre sa position extrême correspondant à la fermeture que moyennant le contrôle de position du signal fermé.

LEVIER D'ITINÉRAIRE, SYSTÈME BLEYNIE ET DUCOUSO. — Dans ce système, on utilise les dispositifs décrits ci-dessus pour effectuer au moyen d'un seul coup de levier la manœuvre des appareils de voie formant un itinéraire complet.

A cet effet, au levier d'aiguille dont il vient d'être question, comprenant l'électro-aimant de contrôle et l'inverseur, est ajouté un combinateur électrique composé de deux cylindres portant des touches métalliques dont l'un peut prendre un mouvement de rotation sous l'action du levier et transmet ensuite ce mouvement avec un retard déterminé au deuxième cylindre. Le premier cylindre, qui porte des touches métalliques sur quatre génératrices, produit le groupement des liaisons composant le circuit de contrôle et commande la position des signaux qui autorisent le passage. Le deuxième cylindre ne portant de touches métalliques que sur une génératrice, opère le groupement des circuits de manœuvre des aiguilles et autres appareils de voie, qui doivent être renversés pour former l'itinéraire. Les touches viennent au contact de frotteurs à ressort reliés à l'électro-aimant de contrôle et à l'inverseur, de façon que la manœuvre totale du levier,

dans laquelle il y a cinq positions à considérer, produise les effets suivants :

1° Position 1, normale. Les frotteurs du combinateur sont sur la génératrice 1 dépourvue de touches et sont donc isolés ;

2° Pour passer de la position 1 à la position 2, il faut que la barre d'enclenchement mécanique soit libre et la manœuvre lui fait opérer les enclenchements nécessaires. Le deuxième cylindre ferme le courant de transmission sur chacun des circuits d'aiguilles à renverser, ce qui provoque leur manœuvre simultanée ; le premier cylindre par sa génératrice 2 ferme les circuits de contrôle de position et de calage de tous les appareils de voie normaux ou renversés de l'itinéraire et ce n'est qu'ensuite que l'électro-aimant de contrôle efface le verrou empêchant le levier de franchir la position 2 ;

3° Quand le levier passe de la position 2 à la position 3, à fond de course, le courant général de transmission est rompu dans l'inverseur, les circuits particuliers de transmission sont isolés par le deuxième cylindre et ceux de contrôle pour le premier cylindre ; en même temps ce dernier ouvre le circuit de transmission du signal autorisant le passage et ce signal s'ouvre, sauf lorsque le levier est muni d'une manette auxiliaire dont le fonctionnement sera indiqué plus loin ;

4° Le levier étant redressé ne peut dépasser une position 3 *bis* qu'après que le premier cylindre, par sa génératrice 3 *bis*, a coupé le circuit de transmission du signal, ce qui en provoque la fermeture, et que le contrôle de fermeture a eu lieu ;

5° Le levier passe ensuite de la position 3 *bis* à la position 4 ; dans cette dernière le deuxième cylindre donne le courant de transmission à chacun des appareils, mais en sens inverse du courant primitif, ce qui remet ces appareils en position normale ; d'autre part le premier cylindre fait fonctionner le contrôle de ces appareils ;

6° Après cela le levier peut être ramené à sa position initiale, ce qui rompt le courant général dans l'inverseur et les courants particuliers dans les cylindres du combinateur ; ensuite les enclenchements mécaniques primitivement réalisés sont supprimés.

MANETTES AUXILIAIRES. — La plupart des itinéraires doivent pouvoir être parcourus dans les deux sens. Cette condition oblige à adjoindre au levier un deuxième organe de manœuvre appelé

manette auxiliaire. Cette manette, montée sur le même bâti que le levier, actionne un commutateur à deux directions auxquelles aboutissent respectivement les circuits de transmission des signaux placés à chaque extrémité de l'itinéraire. Lorsque la manette est verticale, les deux circuits sont coupés ; suivant qu'on l'incline à droite ou à gauche, on ferme le circuit de l'un ou de l'autre signal. D'autre part quand il y a une manette auxiliaire, le mouvement du levier de la position 2 à la position 3 à fond de course n'a pas pour effet d'ouvrir le signal ; il faut en plus que l'aiguilleur ferme le circuit en manœuvrant la manette auxiliaire et il ouvre ainsi soit l'un, soit l'autre des signaux d'entrée de l'itinéraire. Pour refermer le signal ouvert, il suffit, sans toucher au levier, de couper le circuit en remettant la manette dans sa position verticale ; on protège ainsi le mouvement à l'arrière dès que le signal d'entrée a été franchi.

Un levier unique peut commander plusieurs itinéraires, par exemple dans le cas d'un faisceau de triage, à condition de lui adjoindre autant de manettes auxiliaires qu'il y a d'itinéraires.

Enfin dans la cabine de l'aiguilleur se trouve un tableau de contrôle individuel, permanent, acoustique et optique, des signaux, aiguilles et autres appareils de voie. La position de chacun d'eux est indiquée sur le tableau par un voyant mobile actionné par le courant électrique de contrôle.

Dans ce système de leviers d'itinéraires, tous les enclenchements et contrôles électriques sont réalisés de telle sorte que tout dérangement des canalisations électriques : défaut complet d'électricité, rupture d'un circuit, insuffisance d'isolement ou mélange des conducteurs, ne puisse jamais devenir une cause de danger.

Des postes à leviers d'itinéraires fonctionnent dans les gares de Bordeaux-Midi, Toulouse, Dijon, etc.

**SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES « L'ASTER »,
à Paris.**

AUTO-COMBINA TEUR UNIVERSEL « MDM ». — La Société « l'Aster » expose un très intéressant appareil dénommé « auto-combinateur

universel MDM » pour la commande à distance par fluides et l'enclenchement des aiguilles et signaux au moyen de leviers d'itinéraires en un seul temps. C'est un appareil de démonstration, le système n'ayant pas encore la consécration de la pratique.

Le spécimen exposé comprend un tableau de commande de grandeur naturelle, mesurant 2 mètres de hauteur, 1 m. 25 de largeur et 0 m. 60 dans la plus grande épaisseur, applicable à une gare comprenant quatre voies principales aboutissant à sept voies de quai et reliées par deux transversales ; ces voies sont figurées en miniature.

Le fluide moteur est l'air comprimé, mais on pourrait employer d'autres sources d'énergie.

Le tableau de commande est disposé comme une table de Pythagore et comprend par suite une série de cases carrées formant des rangées horizontales et des colonnes verticales. Chaque rangée correspond à l'une des voies principales pénétrant dans la zone d'action de la cabine du côté amont et chaque colonne à l'une des voies pénétrant dans la même zone du côté aval. Dans chaque case se trouve un levier dont la poignée est inclinée à 45° vers l'angle supérieur de droite du tableau ; il suffit de placer cette poignée verticale par une rotation de 45° pour établir l'itinéraire entrant par la voie indiquée sur la rangée et sortant par celle indiquée sur la colonne ; on établit l'itinéraire inverse en plaçant la poignée horizontale toujours par une rotation de 45° à partir de sa position moyenne.

Le tableau, traversé de part en part par les leviers horizontaux, porte dans le milieu les enclenchements et sur sa face arrière les valves de manœuvre des appareils de voie.

Les enclenchements sont constitués dans les cases centrales par trois taquets, dans les cases des bords par deux taquets pivotant autour de leur centre, dont une extrémité peut venir se loger dans une des encoches disposées en forme de croix sur une noix calée sur le levier et dont l'autre extrémité est pourvue d'un petit axe en équerre passant dans l'œillet d'une barre plate reliant ce taquet à ceux des cases voisines ; il y a ainsi une série de barres horizontales et verticales découpant les carrés du tableau et solidarissant les taquets et les leviers d'une manière définie par la position des poignées de ces derniers. Il y a trois

séries d'enclenchements et par suite de taquets, qui se montent sur trois plans différents du tableau :

1° Les enclenchements dits géographiques. Lorsqu'on manœuvre le levier établissant un itinéraire d'une voie sur une autre, on ne doit pouvoir établir aucun autre itinéraire empruntant l'une ou l'autre de ces voies — donc les leviers de la même colonne et de la même rangée doivent être enclenchés, ce qui découpe une croix sur le tableau — ni aucun autre itinéraire coupant le premier, — par suite les leviers placés dans les régions Nord-Est et Sud-Ouest de cette croix doivent aussi être enclenchés. Cette loi très simple permet de donner aux pièces réalisant les enclenchements des formes peu compliquées et de les faire interchangeables ;

2° Les enclenchements dits de diagonale simple empêchant les mouvements concourants et conduisant à enclencher tous les leviers de la colonne antérieure et de la rangée inférieure à celles où se trouve le levier manœuvré ;

3° Les enclenchements dits locaux qui ne dérivent d'aucune des lois précédentes et résultent de circonstances particulières, par exemple de voies groupées en faisceau.

Chaque levier est terminé à la partie postérieure du tableau par une came qui agit suivant le sens de la rotation sur deux valves distinctes, dites valves de départ, donnant les communications nécessaires pour l'envoi du fluide moteur aux appareils de voie. Le tableau porte à sa partie inférieure deux séries d'organes : les distributeurs et les totalisateurs. Les servo-moteurs de manœuvre des aiguilles, qui sont placés sur la voie à côté d'elles, sont reliés aux distributeurs du tableau par deux conduites de manœuvre, droite et gauche, et aux totalisateurs par deux conduites de contrôle de retour, droite et gauche ; les servo-moteurs de manœuvre de chaque signal sont reliés aux totalisateurs par une seule conduite. Il y a un distributeur et un totalisateur pour chaque itinéraire. Enfin chacune des deux valves de départ d'un levier est reliée à une conduite faisant communiquer le distributeur et le totalisateur correspondant. Cela étant, lorsque, pour établir un itinéraire dans un sens donné, on tourne un levier, celui-ci actionne la valve de départ qui envoie l'air comprimé dans le distributeur et de là dans le servo-moteur de chaque aiguille ; quand la manœuvre de l'aiguille est complète, le fluide revient dans le totalisateur par la conduite de contrôle et ce n'est que quand tous les contrôles se sont effec-

tués que le fluide est finalement envoyé au servo-moteur de manœuvre du signal.

L'auto-combinateur permet de réaliser par le block-système la protection des manœuvres traversant la zone de la cabine et même la protection des mouvements incomplets qui pénètrent dans cette zone pour refouler ensuite sur la même voie ou sur une autre.



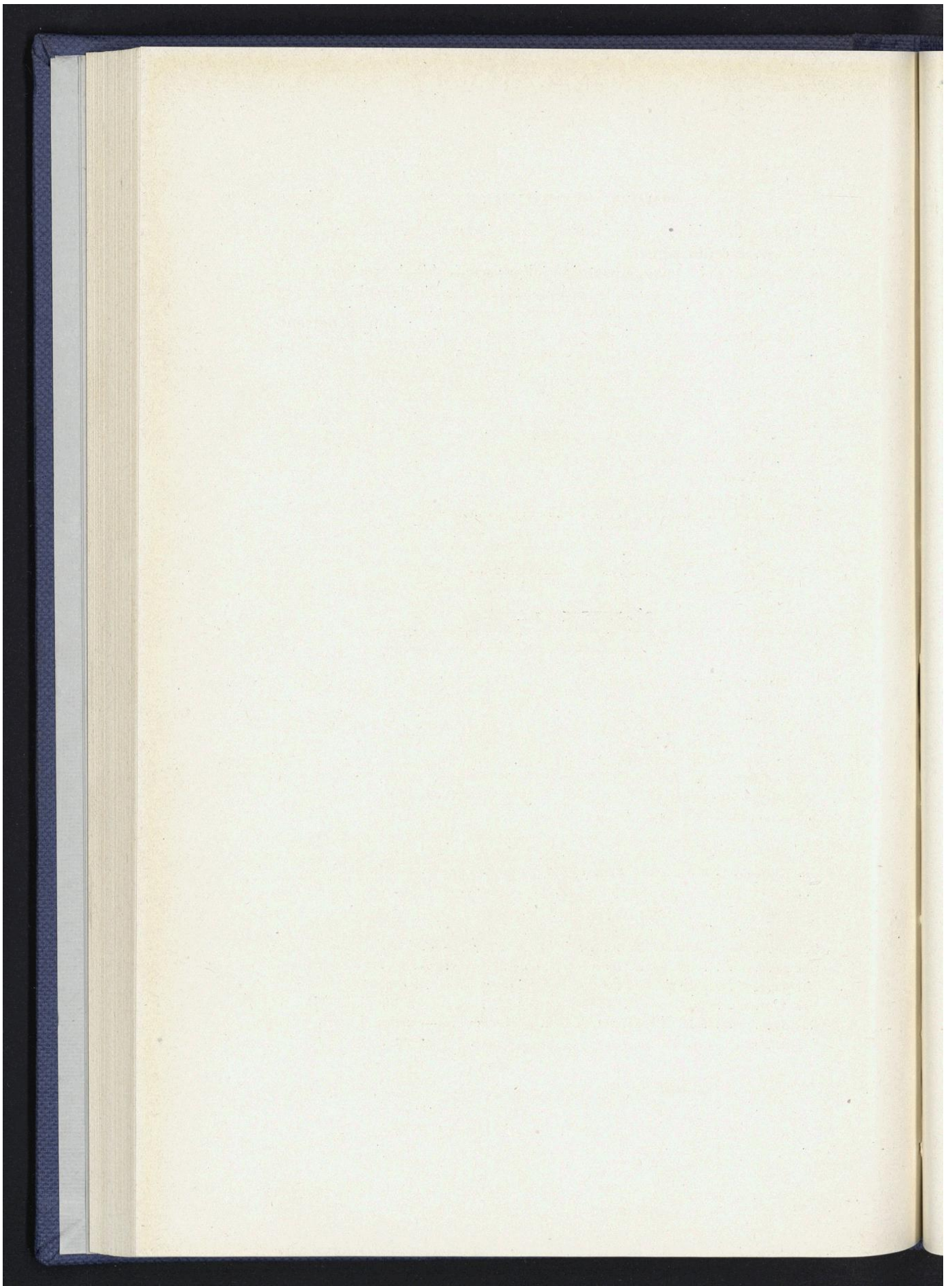


TABLE DES MATIÈRES

Comité de la Section française de la classe 32	5
Composition du Jury	7
Liste générale des récompenses	9
Récompenses décernées aux Collaborateurs et Coopérateurs	15

CHAPITRE I. — Locomotives.

Surchauffe de la vapeur sur les locomotives	32
Puissance des locomotives	35
Dispositions adoptées dans la construction des chaudières	38

SECTION BELGE	39
Société de la Meuse. — Locomotive à simple expansion, à vapeur surchauffée	39
Société J. Cockerill. — Locomotive compound à vapeur surchauffée	44
Société J. Cockerill. — Locomotive compound à vapeur saturée	50
Société franco-belge et Société « Energie ». — Locomotives à simple expansion à vapeur surchauffée	51
Autres locomotives belges	53

SECTION FRANÇAISE	
Compagnie du Nord. — Locomotive-tender à deux bogies moteurs	55
Compagnie du Nord. — Locomotive compound à 4 cylindres	64
Compagnie du Nord-belge. — Locomotive compound à 4 cylindres	65
Compagnie de l'Est. — Locomotive compound à 4 cylindres	66
Compagnie d'Orléans. — Locomotive compound à 4 cylindres	69
Compagnie de l'Ouest. — Locomotive compound à 4 cylindres	70
Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée. — Locomotive compound à 4 cylindres	75
Compagnie du Midi. — Locomotive à marchandises compound à 4 cylindres	76

Chemins de fer de l'Etat français. — Locomotive compound à 2 cylindres.	82
Société de construction des Batignolles. — Locomotive à voie d'un mètre.	84
Chaudière Brotan	85

CHAPITRE II. — Voitures.

SECTION BELGE :

Voitures de luxe de la C ^{ie} internationale des wagons-lits.	90
Baume et Marpent. — Voiture de 1 ^{re} classe à bogies.	91
Dyle et Bacalan. — Voiture de 1 ^{re} et 2 ^e classes à bogies.	92
Société « Energie ». — Voiture de 1 ^{re} et 2 ^e classes à bogies.	93
Société centrale de construction à Haine-Saint-Pierre. — Voiture de 3 ^e classe à bogies.	94
Ateliers Germain. — Voiture de 3 ^e classe à 3 essieux	97
Nord-Belge. — Voitures de 1 ^{re} et 2 ^e classes et de 3 ^e classe avec fourgon.	97
Société franco-belge. — Voiture de 1 ^{re} et 2 ^e classes à 3 essieux	98
Ateliers de Seneffe. — Voiture-poste à bogies	99
Ateliers Nicaise et Delcuve. — Wagon-dynamomètre à bogies.	99

SECTION FRANÇAISE :

Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée. — Voiture de luxe et voitures de 1 ^{re} et 2 ^e classes à bogies	102
Compagnie de l'Est. — Voiture de 1 ^{re} classe à bogies	104
Compagnie du Nord. — Voiture de 1 ^{re} classe à bogies	105
Chemins de fer de l'Etat français. — Voiture de 1 ^{re} et 2 ^e classe à inter-circulation à deux essieux	106

CHAPITRE III. — Wagons.

SECTION FRANÇAISE :

Compagnie du Nord. — Wagon à houille de 40 tonnes à bogie	110
Compagnie du Midi. — Wagon à minerai de 50 tonnes à bogie	113
Malissard Taza. — Wagon à trémie de 20 tonnes	114

SECTION BELGE :

Ateliers Germain. — Fourgon sur bogies	119
Nord-belge. — Wagon à houille de 20 tonnes	119
Baume et Marpent. — Wagon plat de 40 tonnes à bogies	121
Canon-Legrand. — Wagon à déchargement automatique.	122
Dyle et Bacalan. — Wagon à houille de 30 tonnes	123
Ateliers de Seneffe. — Wagon-chevalet à bogies, wagon de secours .	124

CHAPITRE IV. — Appareils divers.

Appareil de réglage du frein, système Chaumont	127
Indicateur-enregistreur de vitesse, système Flaman	129
Attelage automatique, système Boirault	131
Appareils divers	132

CHAPITRE V. — Matériel de voie.

Expositions diverses	135
Compagnie du Nord. — Boîtes de manœuvre des sémaphores, commutateur de désolidarisation, avance pétard système Rabier-Leroy. . .	137
Chemins de fer de l'Etat français. — Block-système, modèle 1903. . .	139
Thomson-Houston. — Appareils électriques système Ducousso et Rodary et système Bleynie et Ducousso	144
Société « l'Aster ». — Auto-combinateur universel MDM	149



