

MAURICE DUMOULIN

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

MACHINE LOCOMOTIVE

TOME PREMIER

PARIS JST LIÈGE

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CM. BÉRANGER

TRAITÉ PRATIQUE
DE LA
MACHINE LOCOMOTIVE

CONTENANT

LES PRINCIPES GÉNÉRAUX RELATIFS A L'ÉTUDE ET A LA CONSTRUCTION
DES LOCOMOTIVES,
LA DESCRIPTION DES TYPES LES PLUS RÉPANDUS,
L'ÉTUDE DE LA COMBUSTION, DE LA PRODUCTION ET DE L'UTILISATION DE LA VAPEUR,
DU RENDEMENT, DES CONDITIONS DE FABRICATION
ET DE RÉCEPTION DES MATÉRIAUX
DES PROPORTIONS ET DU MODE DE CONSTRUCTION* DES ORGANES,

PAR

MAURICÉ DEMOULIN

Ingénieur des Arts et Manufactures.

OUVRAGE PRÉCÉDÉ D'UNE INTRODUCTION

PAR

ÉDOUARD SAUVAGE

Professeur à l'École Nationale Supérieure des Mines.

973 figures et planches dans le texte - 6 planches hors texte.

TOME PREMIER»

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET G^o ÉDITEURS

13, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MAISON A LIÈGE, 8X, RUE DE L; RÉGENCE

1898

Tous droits réservés.

BELGIQUE

42. Généralités sur les chemins de fer et sur les locomotives belges. — La ligne de Bruxelles à Malines (16 km.), ouverte en 1835, fut la première ligne exécutée pour la réalisation d'un plan d'ensemble élaboré en 1834, à la suite du vote, par les chambres belges, de la loi sur les chemins de fer. Ce plan, exécuté de 1836 à 1840, comprenait un certain nombre de lignes reliant Bruxelles aux principales villes du royaume : Mons, Gand, Bruges, Ostende, Anvers, Liège, Yverliors, Charleroi et Namur. Ces lignes furent complétées par celles de Gand à Tournai, Mouscron et Lille, de Mons à Quiévrain et Valenciennes, qui relièrent le réseau belge au réseau français, et par celle de Yverliors à Aix-la-Chapelle, qui le relièrent au réseau allemand. Construites et exploitées par l'Etat, elles atteignaient, à la fin de 1848, une longueur totale de 625 km. et furent complétées par des lignes de jonction concédées

à des Compagnies privées, telles que : Erquelines à Charleroi, Namur à Liège, Givet à Louvain, Anvers à la frontière hollandaise, Mons à Hautmont, Bruxelles à Namur, à Arlon et à Luxembourg. Le réseau belge, d'abord bien dessiné suivant les directions des grandes villes, perdit ce caractère par suite de la construction d'un certain nombre de lignes peu productives, qui, concédées vers 1866 à des groupes de spéculateurs, furent ensuite rétrocédées par ceux-ci à l'État belge.

Au point de vue du trafic des voyageurs, les principales directions sont toujours celles qui desservent les relations internationales; au point de vue du service des locomotives elles peuvent se diviser en trois groupes :

1° Lignes partant de Bruxelles et se dirigeant vers le Nord, l'Ouest et le Sud. Ces sections, établies le plus souvent dans des plaines, ont un profil facile. A l'origine, elles furent desservies par des machines à roues indépendantes que remplacèrent plus tard des machines à quatre roues accouplées, de puissance moyenne. Toutefois, le service très chargé et très accéléré de la ligne de Bruxelles à Ostende a nécessité la mise en service des machines type n° 12, appelées aussi *express des lignes de niveau*. Ces locomotives à huit roues, dont quatre accouplées, de 2,10 m. de diamètre, peuvent remorquer une charge de 150 t., à la vitesse de 90 km. à l'heure, sur des rampes de 0,005 m. par mètre, ayant au moins 5 km. de longueur.

2° Lignes partant de Bruxelles vers la frontière allemande; d'un profil assez facile jusqu'à Liège elles parcourent jusqu'à Yerviers la vallée accidentée et sinueuse de la Yesdre; les déclivités atteignent 0,008 m. par mètre, avec de fréquentes courbes de faible rayon.

Les machines sont les mêmes que sur le premier groupe, mais elles remorquent des charges moindres. Dans ce groupe, se trouve le plan incliné de Liège (pente maxima de 0,030 m. par mètre), desservi autrefois par des machines fixes; les trains sont remorqués aujourd'hui, sur cette section, par des locomotives spéciales de renfort, qui utilisent l'ancien câble. On construit actuellement, en vue de ce service, de très puissantes machines Mallet, à deux groupes de trois essieux accouplés.

3° Ligne dite « du Luxembourg » : Bruxelles, Namur, Arlon et Luxembourg. Cette ligne présente un profil accidenté, avec des rampes de 0,016 m., dont quelques-unes ont de 15 à 32 km. de longueur. Elle dessert, par Metz, Strasbourg, Bâle et le Saint-Gothard, les relations entre l'Angleterre, la Suisse et l'Italie, *via* Douvres-Ostende. Malgré leur charge un peu élevée, les trains doivent être suffisamment rapides pour assurer les correspondances réglées sur les heures de la ligne française de Calais à Bâle, *via* Reims-Chaumont; ils sont connus en Belgique sous le nom de trains de la « Malle des Indes », bien que ce service n'ait été réellement fait, par la ligne d'Ostende à Bâle, que pendant quelques mois de 1870-1871.

C'est en vue de ce service qu'ont été créées les machines « type 6 », à trois essieux accouplés, avec essieu radial à l'avant; le programme imposé était de remorquer des trains de 110 t., à la vitesse de 60 km. à l'heure, sur des rampes de 0,016 m. par mètre. Ces machines s'étant montrées insuffisantes, l'administration de *l'Etat belge* a créé les machines du type 6 renforcé, qui permettent de réaliser une augmentation de puissance d'environ 30 p. 100, par rapport aux anciennes machines ; malgré cela, on devra continuer à avoir souvent recours à la double traction, à cause des surcharges fréquentes. Ces machines, dont le foyer est de dimensions exceptionnelles, sont desservies par trois agents, dont deux chauffeurs.

Le service des marchandises est assuré par «des machines à six roues accouplées, de divers types.

Le trafic le plus intense a lieu sur les sections qui desservent les grands centres miniers et métallurgiques (Mons, Charleroi, Liège), et sur les lignes aboutissant au port d'Anvers.

Un type spécial de locomotive (n° 25), avec très grande grille, a été créé en 1884 ; d'abord affectées à la ligne du Luxembourg, ces machines assurent aujourd'hui la traction des trains de marchandises sur les sections à trafic intense mentionnées ci-dessus.

En dehors (de ces types de machines affectés à des services généraux bien caractérisés, il en existe un certain nombre d'autres pour divers usages, notamment :

- 1° Machines-tenders de gare ;
- 2° Machines-tenders à huit roues accouplées et distribution Stevart, dites « des Plans », pour le plan incliné de Liège (type 20) ;
- 3° Machines-tenders à cinq essieux, dont trois accouplés avec roues de 1,70 m. de diamètre (type 4). Ces machines font le service des sections courtes où l'on désire ne pas tourner les machines à chaque extrémité ;
- 4° Machines-tenders de divers modèles pour trains-tramways, etc. ;
- 5° Voitures à vapeur.

Les types proprement dits du réseau de *l'Etat belge* sont à cylindres intérieurs et à châssis extérieurs, sauf pour les machines n^{os} 2, 4 et 5 mentionnées ci-dessus; il existe aussi un certain nombre de machines à cylindres extérieurs, provenant des Compagnies rachetées.

Sur les lignes appartenant à des Compagnies (*Flandres*, *Grand Central*, etc.), le service est fait principalement par des machines à cylindres extérieurs. Le type de machine-express, à roues porteuses en avant des cylindres, construit en 1864, pour le *Grand Central*, a servi de point de départ aux types de *l'Est* et du *Midi* français et, plus tard, à la machine compound construite pour les lignes de la direction de *Hanovre* par M. von Bornes.

Les locomotives belges en général, celles des chemins de fer de *l'État* plus

PRINCIPAUX TYPES DE LOCOMOTIVES USITÉS A L'ÉTRANGER

spécialement, sont caractérisées par l'emploi de vastes foyers du type Belpaire, fréquemment placés au-dessus des roues qu'ils surplombent de chaque côté, et destinés à brûler en couche mince avec le minimum de fumée des tout-venants et des combustibles menus. Sur ces vastes grilles dont la surface peut s'élever jusqu'à 6 m² on ne brûle guère au delà de 250 kg. de charbon par mètre carré et par heure; la surface de chauffe directe étant considérable et les tubes en général assez courts, la vaporisation s'élève jusqu'à 120 kg. par mètre carré de surface de chauffe et par heure.

Les plus récentes locomotives de *l'État belge* sont comparables comme puissance de vaporisation aux locomotives américaines. Les locomotives du type 12, au cours de leurs essais, ont produit 15 500 kg. de vapeur à l'heure bien que leur surface de chauffe totale ne soit que de 125 m².

Au point de vue du mode général de construction et de leurs armatures, les foyers Belpaire usités en Belgique ne diffèrent pas matériellement de ceux qui, dans la suite, se sont répandus sur les réseaux étrangers particulièrement en France, en Italie, aux États-Unis. Ils s'en écartent toutefois par leurs proportions, étant beaucoup plus larges et plus plats (les foyers Wootten employés aux États-Unis offrent seuls une largeur égale ou supérieure). La porte est formée par une ou même par deux larges ouvertures situées au ras de la grille ce qui facilite la conduite du feu et le décrassage sans inconvénient d'autre part en raison de la faible épaisseur du feu.

D'une manière générale, les types de locomotives réglementaires de *l'État belge* présentent, en outre des dispositions spéciales aux chaudières et que nous venons de signaler, les particularités suivantes :

Cylindres intérieurs avec tiroirs reportés sur le côté et inclinés (quelques locomotives anciennes ont les tiroirs disposés verticalement entre les cylindres), distribution Walschaërt; grosses têtes de bielles motrices à chapes; bielles d'accouplement à têtes rondes non évidées châssis extérieurs avec, le plus souvent, un longeronnet médian parfois articulé sur l'avant; ressorts à lames fabriqués sans flèche initiale; soupapes de sûreté à charge directe du système Wilson; régulateur à tringle et tuyaux intérieurs placé dans un dôme que porte le corps cylindrique, le plus souvent sur l'avant. Abri très complet avec longues joues latérales. Dans quelques types récents les tabliers sont surélevés et on y accède, de l'intérieur de l'abri, qui offre toute la largeur que permet le gabarit par une porte pratiquée sur la face avant de chaque côté du foyer. Beaucoup, de machines comportent des relevages à la vapeur, de différents types.

43. Description des principaux types de locomotives usités en Belgique. — Nous décrirons sommairement quelques-uns des principaux types de locomotives employés sur le réseau de *l'État belge*.

Locomotives à quatre roues accouplées des chemins de fer de l'État belge.

— Les chemins de fer de l'État belge emploient, depuis l'année 1856 environ, des locomotives à quatre roues accouplées pour le service des trains de voyageurs et à grande vitesse. Sur la ligne de Liège notamment, on trouvait des machines à roues de 1,80 m. et à foyer profond plongeant entre les deux essieux accouplés.

C'est une des machines de cette catégorie, convenablement modifiée, qui servit aux premiers essais du foyer Belpaire et figura à l'Exposition de Londres en 1862. Le succès de cette transformation et l'augmentation croissante de la vitesse et du poids des trains amena en 1863 la création d'un nouveau type (type 1) (fig. 139) dans lequel le diamètre des roues se trouva porté

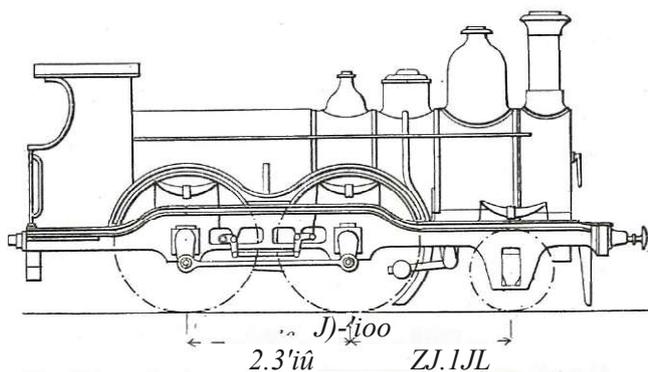


Fig. 139. — Ancienne locomotive à grande vitesse (type 1) de l'État belge.

à 2,00 m. Les cylindres avaient 0,430 m. X 0,560 m.; les surfaces de chauffe et de grille étaient respectivement de 100,64 m², et de 3,00 m².; le poids total en ordre de marche atteint 35,50 t. dont 26,40 t. de poids adhérent, dans les dernières

constructions: Ces ma-

chines, dont on trouve de nombreux spécimens sur le réseau de l'État belge, remorquent facilement en palier des trains de 150 t. à la vitesse de 75 km. Beaucoup d'express de ce réseau dépassant ce poids et cette vitesse, on reconnut nécessaire, en 1884, d'étudier un type plus puissant conservant dans ses grandes lignes, les caractères de la machine précédente¹.

La disposition générale du foyer est la même, toutefois sa longueur a été augmentée; on a conservé l'emploi des longerons extérieurs qui permet de donner plus de largeur au foyer; un longeronnet central comme dans toutes les locomotives de la même administration, maintient en son milieu l'essieu moteur.

Les cylindres sont intérieurs et horizontaux; la distribution est du type Walschaert avec appareil de changement de marche à vapeur.

En 1888, ce type fut légèrement modifié et renforcé afin de se prêter au service des express sur des lignes un peu plus accidentées; un spécimen du nouveau type (fig. 140) figurait à l'Exposition de 1889². Le diamètre des roues

¹ Les Locomotives à l'Exposition d'Anvers, par M. J. Morandière; Revue Générale des Chemins de fer; mai et juin 1886.

² Revue Générale, mai 1890.

a été diminué et le volume des cylindres s'est trouvé accru, le timbre restant le même.

	Type 885	Type 1889
Diamètre ^ d 6 S Cylindres	0,435 m.	0,400 m.
(des roues motrices	2,000 —	1,800 —

La chaudière et ses accessoires sont conformes au type primitif; le régulateur est placé dans la boîte à fumée, contre la plaque tubulaire; il reçoit la vapeur du dôme monté sur la virole centrale.

L'échappement, du système Boty, est variable; la tuyère est annulaire.

L'échappement, du système Boty, est variable; la tuyère est annulaire.

Les têtes de tiges de pistons sont guidées par deux doubles glissières

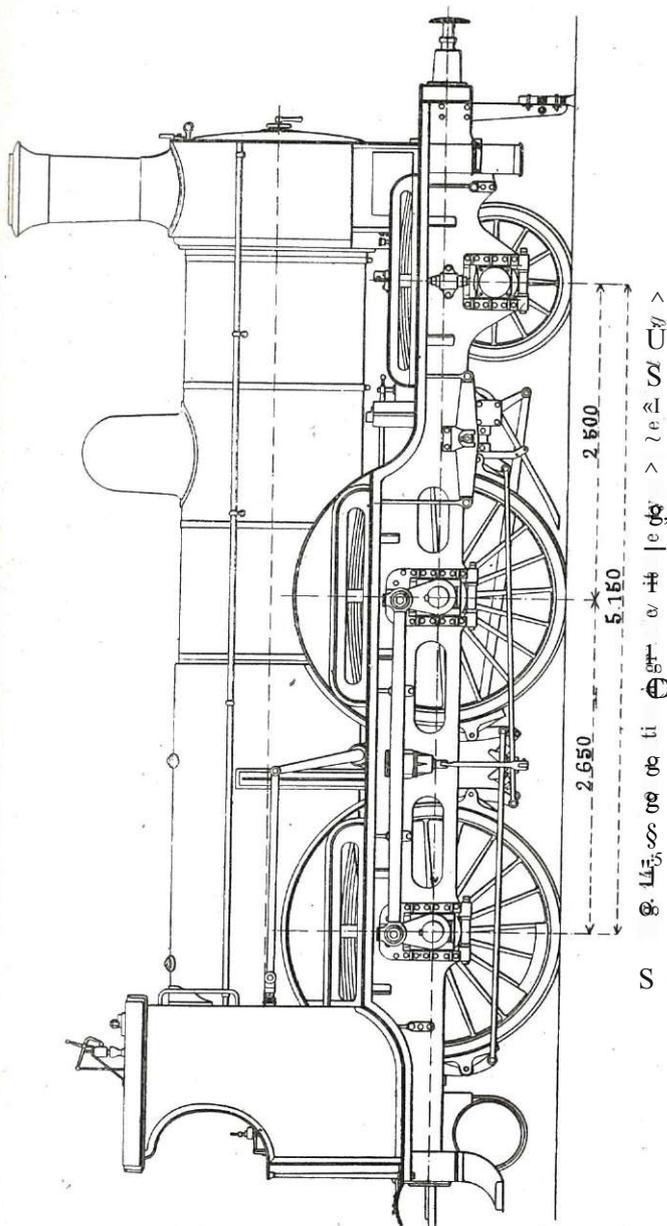
placées en dessous de leur axe; cette disposition a permis l'emploi de têtes de bielles à œil sans chape.

Les tiroirs sont du type Trick, à canal à double admission; les boîtes des

tiroirs sont pourvues de deux couvercles: l'un de petites dimensions, à l'avant, utilisé pour les visites courantes; l'autre, sur le côté, qui ne sert que pour les réparations.

Le mécanisme de distribution présente quelques particularités: le point d'attache de la bielle de relevage est reporté sur le coulisseau, au-dessus de l'articulation de la barre commandant le tiroir, afin d'atténuer le

glissement du coulisseau. Le levier d'avance s'articule dans la crosse



guide de la tige du tiroir, laquelle porte des joues pour protéger l'articulation.

Le changement de marche est commandé par l'appareil « Stirling » ; les deux cylindres sont disposés horizontalement dans la cabine, sur le couvercle de droite.

Le châssis est composé de deux longerons extérieurs et d'un longeron central partant du massif des cylindres, et relié à l'avant du foyer au moyen d'une tôle d'acier emboutie, de 10 mm. d'épaisseur, qui assure une certaine souplesse.

Les boîtes à huile de l'essieu d'avant comportent un déplacement latéral par plans inclinés.

Les ressorts, de forme renversée, sont réglés, mais par les tiges de pression filetées à droite, tandis que la vis de réglage l'est à droite et à gauche ; un contre-écrou à filet à gauche empêche le déplacement de la vis de réglage. Cette disposition a été imaginée par M. Belpaire. Les ressorts extérieurs de l'essieu moteur sont reliés par un balancier avec ceux de l'essieu d'avant. Les boîtes sont en bronze phosphoreux, sans coussinets rapportés.

Les injecteurs, du type non-aspirant, sont placés verticalement sous la plate-forme ; les tuyaux de refoulement aboutissent à une boîte commune fixée sur l'arrière de la boîte à feu et portant les clapets de retenue et les deux robinets ; un tuyau intérieur conduit l'eau jusqu'au milieu de la chaudière.

Toute la robinetterie est groupée à l'intérieur de l'abri. Celui-ci est fermé sur les côtés ; des sabliers sont adaptés intérieurement contre les longerons, à l'avant de l'essieu moteur.

Les conditions principales d'établissement sont les suivantes :

Surface de grille.	3,40	m ²
— de chauffe totale.	110,00	—
Timbre.	9,00	kg.
Diamètre moyen du corps cylindrique.	1,30	m.
Nombre de tubes.	225	
Longueur utile des tubes.	3,200	m.
Diamètre des cylindres.	0,460	—
Course des pistons.	0,610	—
Diamètre des roues accouplées.	1,80	—
Poids total en service.	42,00	t.

En 1888, les chemins de fer de l'Etat belge créèrent un autre type, dénommé *type J2* ou express pour *lignes de niveau*, représenté figures 141 et 142 ; et construit pour répondre au programme ci-dessous.

« Remorquer une charge de 150 t., à la vitesse de 90 km. à l'heure, en rampe de 5 mm., sur une longueur minimum de 5 km., sans abaissement du niveau d'eau ou de la pression dans la chaudière ; soit environ un effort de traction de 3,800 kg. »

L'admission de la vapeur ne devait pas dépasser 50 p. 100.

La vitesse obtenue aux essais, dans ces conditions, a été de 93 km.

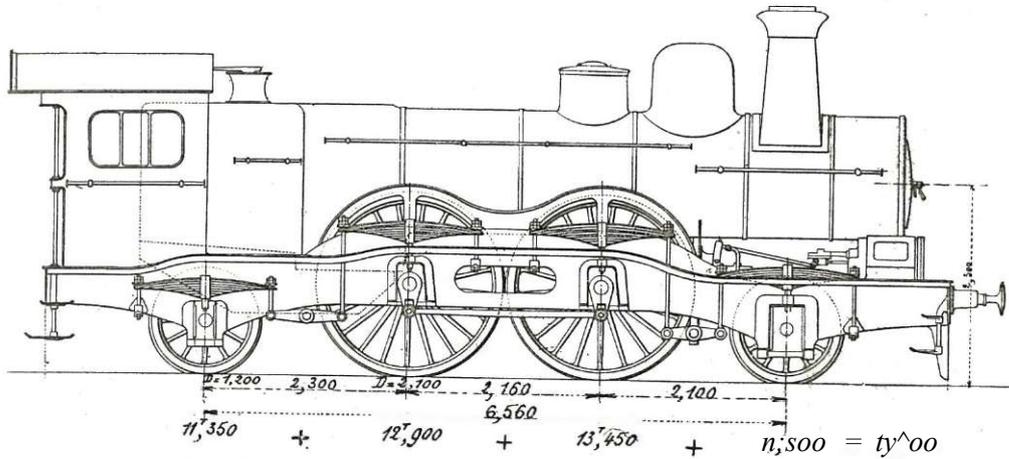


Fig. 141. - Locomotive à grande vitesse (type 12) de Vf Jat lelje.

La partie du foyer placée à l'arrière des roues accouplées est élargie et passe au-dessus des roues porteuses. Le corps cylindrique, qui a 3,80 m f de

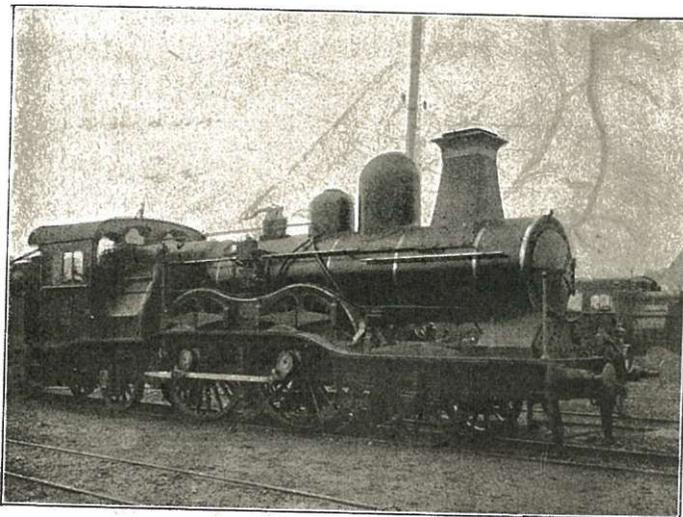


Fig. 142. - Locomotive à grande vitesse pour lignes de niveau de l'Etat belge (type 12).
D'après une photographie de M. A. Moore.

longueur, ne comporte que deux viroles réunies par des couvre-joints • le dôme est placé à l'avant et le régulateur est à double tiroir.

Les tubes sont en fer; les soupapes, à charge directe, sont placées sur le foyer dans une enveloppe commune. La boîte à fumée, de vastes dimensions, se prolonge à l'avant suivant la pratique américaine.

Les cylindres sont en porte à faux à l'avant; la disposition des boîtes de tiroirs est la même que pour la locomotive précédente. Le mécanisme de distribution porte les dispositions spéciales précédemment décrites; le changement de marche est commandé par un levier et un secteur denté combinés avec un cylindre à vapeur auxiliaire.

Les longerons sont à l'extérieur, mais il n'existe pas de longeron médian; la machine repose sur huit roues; les roues motrices et accouplées sont encadrées par les roues indépendantes placées sous le foyer et sous la boîte à fumée. L'essieu d'avant est pourvu de boîtes radiales Ed. Roy.

La suspension comporte huit ressorts renversés de 1,500 m. de longueur de lames; ceux des roues motrices et accouplées sont reliés par des balanciers avec ceux des roues extrêmes; les deux balanciers d'avant sont eux-mêmes articulés sur un balancier transversal, disposition qui réalise la suspension théorique sur trois points à l'état statique.

L'installation des injecteurs et de la robinetterie rappelle celle de la machine précédente. Le sablier, monté sur le corps cylindrique, porte le dispositif à vapeur Gresham-Craven. La cabine est complètement fermée sur les côtés et est pourvue de châssis vitrés sur trois faces.

Les principales conditions d'établissement sont les suivantes :

Surface de grille	4, M	m'
— de chauffe totale	124,67	—
Timbre	¹⁰ >°0	kg-
Diamètre moyen du corps cylindrique	1,300	m.
Diamètre des cylindres	0,800	—
Course des pistons	0,600	—
Diamètre des roues accouplées	2,100	—
Poids total en service	49,20	t.
— adhérent en service	26,100	—

Cette locomotive est accompagnée par un tender à six roues, d'une contenance de 14,00 m³, pesant 15,74 t. à vide et environ 32 t. en ordre de marche également réparties sur les trois essieux. Ce type de tender s'attelle aussi à d'autres types de machines, par exemple celles des types 6 et 25.

Locomotives à grande vitesse et à six roues accouplées des Chemins de fer de l'Etat belge. — Cette administration compte à son effectif un type très intéressant et très puissant de locomotive à six roues accouplées de 1,70 m. [type 6) comportant un essieu porteur à l'avant et destiné au service ties trains express sur les lignes à profil accidenté, particulièrement sur la ligne de Bruxelles à Arlon, qui présente une série de pentes et de rampes, dont notamment une de 15 km. et une de 32 km. de longueur, avec des courbes de moyen rayon. La charge normale des trains est de 110 t. environ, et la vitesse moyenne de 60 km. en rampe de 16 mm.

PRINCIPAUX TYPES DE LOCOMOTIVES USITÉS A 'ÉTRANGER

Une première machine construite dans ce but figurait à l'Exposition d'Anvers en 1885 ; mais le type ne fut arrêté que deux ans plus tard. On peut le considérer comme le développement d'un modèle antérieur, monté sur des

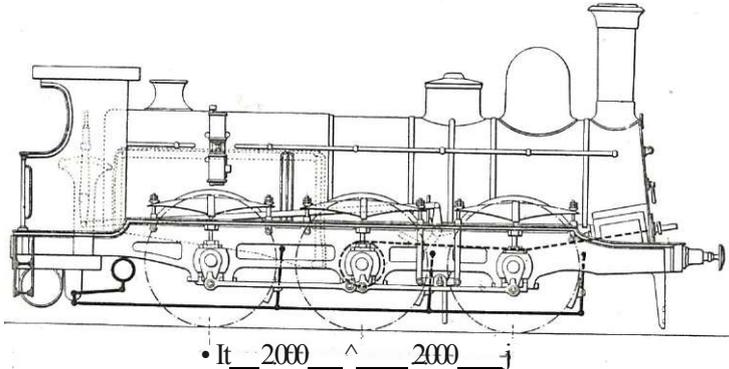


Fig. 143. — Locomotive mixte de l'Etat belge.

roues de même diamètre (1,70 m.) (voir fig. 143) et pesant 39,50 t. en ordre de marche. Il remorque des trains à la vitesse de 55 km. à l'heure.

Dans la machine du type 6 (fig. 144), le foyer a une longueur de 2.95 m

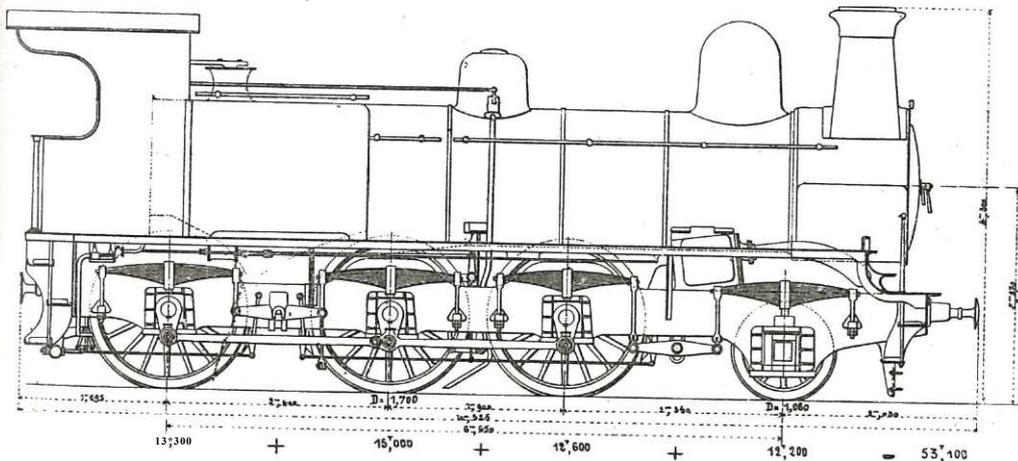


Fig. 144. Locomotive pour trains rapides et lourds (type 6) de l'Etat belge.

en tenant compte de la chambre de combustion ; il déborde au-dessus des roues, et sa grande largeur a conduit à le pourvoir de deux doubles portes de chargement. Par contre, sa hauteur n'excède pas 0,900 m.

La construction du corps cylindrique, timbré à 10 kg., et de la boîte à fumée est imitée des machines des lignes de niveau ; toutefois, la boîte à fumée n'est pas prolongée sur l'avant.

La prise de vapeur se fait dans le dôme installé à l'avant; un seul tuyau

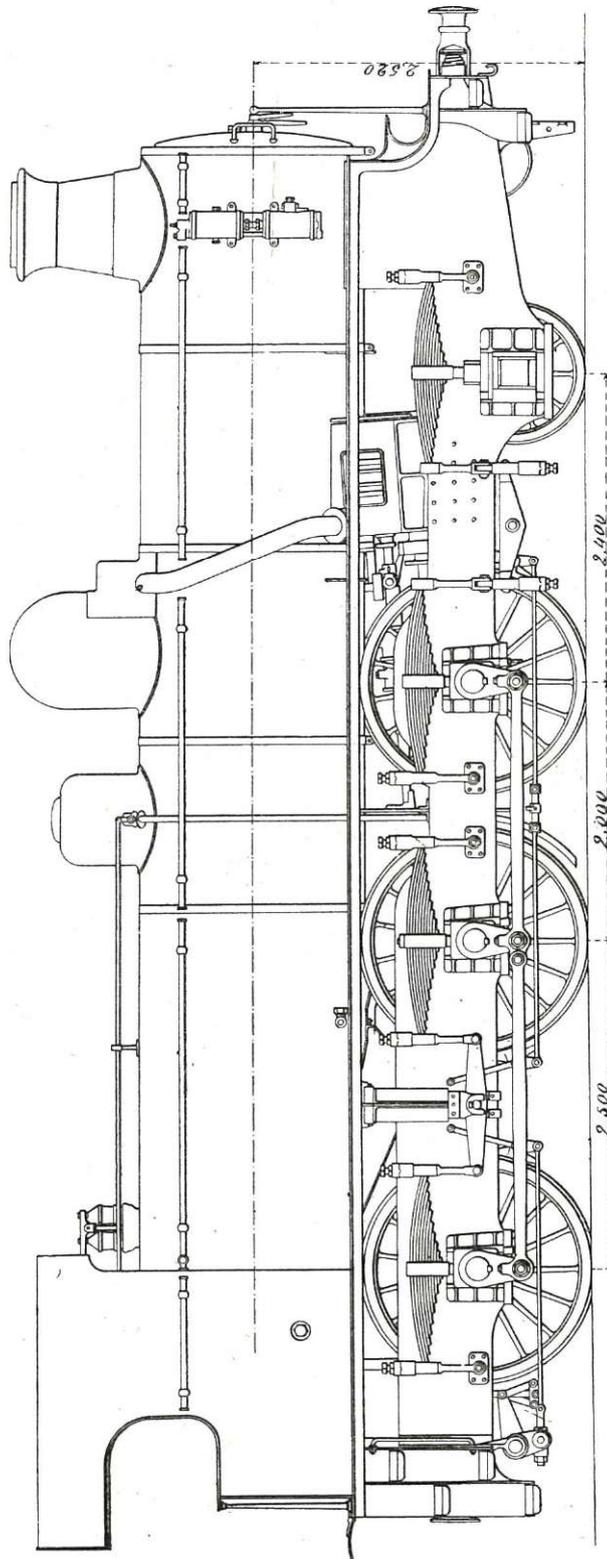


Fig. 145. — Locomotive à voyageurs pour fortes rampes (type 6 renforcé) de l'Etat belge.

conduit la vapeur aux cylindres, en contournant extérieurement la chaudière du côté gauche ; le régulateur est manœuvré par une tringle intérieure. Le corps cylindrique, qui a un diamètre moyen de 1,40 m. et une longueur de 4 m., est en tôle de 0,014 m. d'épaisseur. La hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du niveau des rails est de 2,370 m.

Les tulies, au nombre de 236, ont 4,050 m. de longueur utile et 0,050 m. de diamètre extérieur. La surface de chauffe totale est de 146,22 m² dont 15 m² de surface directe. La cheminée, carrée, a une section de 1,300 X 0,768 à l'embase.

Les cylindres, de 0,500 m. de diamètre, sont logés entre l'essieu porteur et le premier essieu accouplé ; ils sont inclinés sur l'horizontale. Les tiroirs et le mécanisme de la distribution présentent les dispositions déjà mentionnées. La course des pistons est de 0,600 m. et l'écartement des cylindres d'axe en axe de 0,570 m.

L'appareil de changement de marche est mû

par la vapeur ; ses cylindres sont placés horizontalement sous le tablier. Il existe, en outre, un levier et un secteur denté.

Le châssis est formé de deux longerons principaux et d'un troisième longeron intermédiaire, qui fait bielle ; il est articulé avec le massif des cylindres. Les roues motrices ont 1,70 m. de diamètre.

Comme pour la locomotive express à quatre essieux, la suspension sur trois points est réalisée par l'articulation des huit ressorts au moyen de quatre balanciers longitudinaux et d'un balancier transversal.

L'essieu porteur est pourvu de boîtes radiales Ed. Roy, disposées pour permettre à l'essieu de prendre une certaine obliquité dans le plan vertical, sans forcer les guides des boîtes.

Les appareils d'alimentation et autres accessoires de la chaudière sont groupés comme il a été dit plus haut. L'installation de l'abri diffère complètement du type de 1885 : le mécanicien, qui était isolé dans sa cabine placée sur le côté droit de la machine, a été ramené avec le chauffeur sur la plateforme d'arrière, selon la pratique courante.

Un tender de 14 m³ est destiné à accompagner cette puissante locomotive qui pèse 52,50 t. en ordre de marche dont 40,30 t. utilisées pour l'adhérence.

Tout récemment, ce type a été renforcé notablement (fig. 145) comme nous le signalions dans les généralités qui précèdent. Le diamètre des cylindres a été porté de 0,500 m. à 0,510 m. et la course des pistons de 0,600 m. à 0,650 m. Le poids en ordre de marche est passé de 52,50 t. à 62,03 t.

Nous donnons ci-dessous les conditions principales d'établissement de ces deux types.

	Type 6	Type G renforcé.
Surface de grille	6,70 m ²	6,80 m ²
— de chauffe	135,00 —	159,64 —
Timbre	10,00 kg.	12,00 kg.
Nombre de tubes	240	164
Diamètre moyen du corps cylindrique	1,400 m.	1,500 m.
Hauteur de l'axe au-dessus des rails	2,370 —	2,530 —
Diamètre des cylindres	0,300 —	0,510 —
Course des pistons	0,600 —	0,650 —
Diamètre des roues accouplées	1,700 —	1,700 —
Ecartement des essieux extrêmes	6,630 —	6,650 —
Poids total en ordre de marche	82,500 t.	62,05 t.
— adhérent	40,30 —	50,50 —

Un autre type, dénommé *type 16*, offre la plus grande ressemblance avec le *type 6 renforcé*, la principale différence consistant dans le diamètre des cylindres qui est de 0,530 m. et dans l'empattement total, un peu plus grand (6,965 m.). Le poids et les surfaces de grille et de chauffe sont les mêmes.

Dans les deux nouveaux types comme dans les récents spécimens du type

ci-dessous, on a renoncé à l'emploi de la cheminée rectangulaire remplacée par une cheminée de section circulaire et de très grand diamètre.

Locomotives à marchandises et à six roues accouplées de l'État belge. — Cette administration possède un assez grand nombre de locomotives à roues

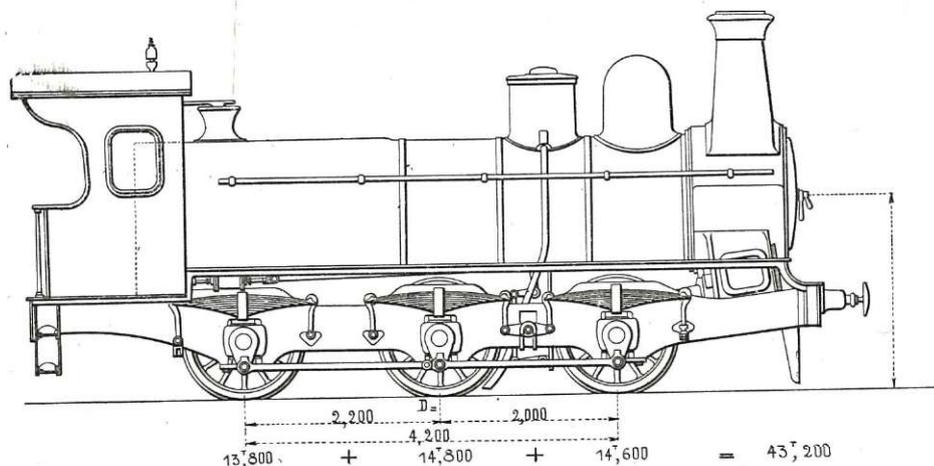


Fig. 146. — Locomotive à marchandises (type 25) de l'État belge.

de 1,30 m. (*type 29*), de construction déjà un peu ancienne pesant 34,80 t. en ordre de marche et qui ne diffèrent pas, sous d'autres rapports, des loco-

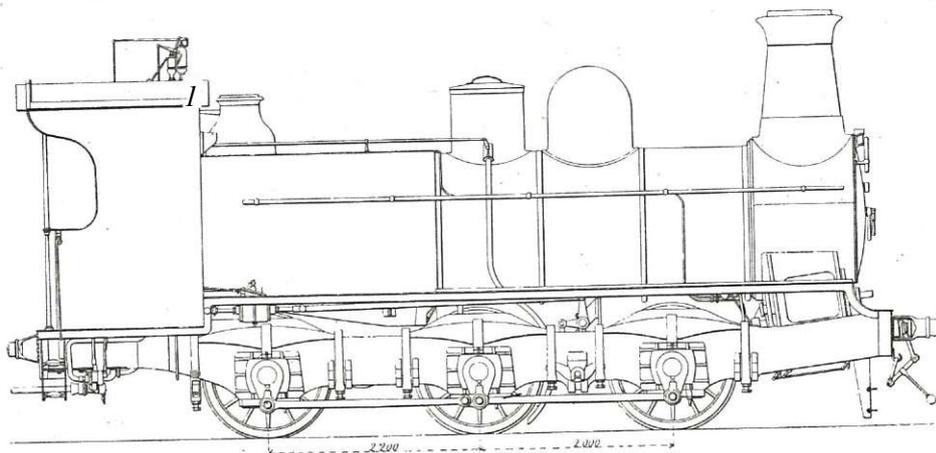


Fig. 147. — Locomotive à marchandises (type 25 modifié ; 1896) de l'État belge.

motives à roues de 1,70 m. à adhérence totale dont nous avons dit un mot ci-dessus. Elle leur a substitué depuis 1884 des machines beaucoup plus puissantes remorquant facilement la même charge de 230 t. à une vitesse de 30 km. à l'heure sur des lignes à rampes moyennes. C'est le *type 25* ou du *Luxembourg* (fig. 146).

Le foyer, qui mesure 2,710 m. de longueur et 1,768 m. de largeur, déborde de chaque côté au-dessus des roues. Les détails de construction sont identiques à ceux des autres locomotives de la même administration. Les conditions principales d'établissement du dernier type construit (fig. 147) sont les suivantes :

Surface de grille	5 15 m ²
— de chauffe totale.	120 69
Timbre	10,00 kg.
Nombre de tubes	251
Longueur des tubes entre plaques	3,510 m.
Diamètre moyen du corps cylindrique	1,400 —
Diamètre des cylindres	0,888
Course des pistons	0,888
Diamètre des roues accouplées	1,300
Poids total en charge	43,20 t.

Locomotive-tender à huit roues accouplées du Chemin de fer du Grand Central belge.—On trouvera (fig. 148), en élévation extérieure, une loco-

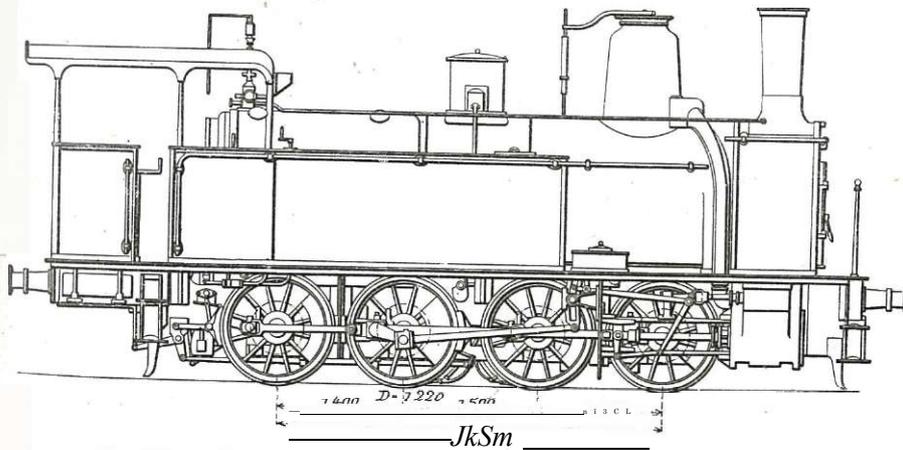


Fig. 148. — Locomotive-tender à marchandises du Grand Central belge.

txve appartenant à un type très bien étudié et qui a été remarqué à l'Exposition de 1889. Il dérive d'un modèle créé par M. M. Urban vers 1865 et dont le *Grand Central belge* possède un grand nombre d'exemplaires, il peut remorquer des trains lourds sur des rampes de 18 mm. Dans ces conditions, la consommation moyenne de combustible est de 13,30 kg. par kilomètre.

Le foyer, du type Belpaire, passe au-dessus des deux essieux arrière, il mesure 2,000 m. de longueur et 1,129 m. de largeur intérieure. La surface de grille est de 2,14 m². Le corps cylindrique présente un diamètre moyen de 1,40 m. et renferme 270 tubes d'une longueur entre plaques de 3,500 m. La surface de chauffe totale est de 125,36 m².

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont 0,480 m. de diamètre; la course des pistons est de 0,600 m. La distribution, entièrement extérieure, est du type Walschaërt.

Les roues ont 1,22 m. de diamètre et l'empattement atteint 4,30 m.

Les caisses à eau sont disposées latéralement et peuvent contenir 4 500 lit. d'eau.

Le poids est de 39,10 t. à vide et de 51,25 t. en ordre de marche.