

Les nouvelles locomotives « Consolidation » des chemins de fer de l'État belge,

Par M. E. MINSART,
INGÉNIEUR DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE.

Fig. 1 à 3, p. 791.

L'Administration des chemins de fer de l'État belge vient de commencer la mise en service d'une série importante de locomotives *Consolidation*. Déjà en 1914 elle avait décidé de faire construire des machines à quatre essieux avec bissel à l'avant; mais la guerre a retardé l'apparition sur ses lignes du type 2-8-0 qui s'est beaucoup répandu en ces dernières années.

Les machines qui font l'objet de cette note ont été commandées en Amérique à la fin de l'année dernière. Les plans en ont été établis par le fournisseur d'après les données de l'administration. Elles sont à simple expansion, à surchauffe, à deux cylindres extérieurs. Leurs dimensions principales sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau des dimensions des locomotives « Consolidation », type 38, des chemins de fer de l'État belge.

Diamètre des cylindres	610 millimètres.
Course des pistons	711 —
Timbre de la chaudière	14 kilogrammes.
Diamètre intérieur de la chaudière.	1.727 mètre.
Longueur entre les tôles tubulaires.	4.681 mètres.
Nombre de tubes à fumée	160 — 26
Diamètre extérieur des tubes à fumée.	50.8 et 136.5 millimètres.
Épaisseur des tubes à fumée.	2.77 — 3.77
Surface de chauffe du foyer	13.90 mètres carrés.
— — des tubes.	158.30 — —
— — totale.	S 172.20 — —
Surface de surchauffe.	S' 56.10 — —
Longueur de la grille (mesurée horizontalement)	2.438 mètres.
Largeur de la grille	1.530 mètre.
Surface de grille	G 3.730 mètres carrés.
Diamètre des roues porteuses	0.900 mètre.
— des roues motrices	1.520 —

Empattement total de la machine		8.532 mètres.	
— — de la machine et du tender		16.344 —	
Poids en ordre de marche	$\left. \begin{array}{l} 1^{\text{er}} \text{ essieu} \\ 2^{\text{e}} \text{ —} \\ 3^{\text{e}} \text{ —} \\ 4^{\text{e}} \text{ —} \\ 5^{\text{e}} \text{ —} \end{array} \right\}$	10,000 kilogrammes.	
		74,500 —	
		84,500 —	
		total.	84,500 —
		Poids adhérent.	A
Effort de traction (65 p. c. de la pression de la chaudière).	T	15,840 —	
Rapports	$\left. \begin{array}{l} \frac{S'}{S} \\ \frac{S'}{S + S'} \\ \frac{G}{S} \\ \frac{G}{S + S'} \\ \frac{T}{A} \end{array} \right\}$	0.325	
		0.245	
		$\frac{1}{46.1}$	
		$\frac{1}{61}$	
		$\frac{1}{1}$	
		$\frac{1}{4.7}$	

La chaudière a un foyer large placé au-dessus du dernier essieu accouplé. La profondeur du foyer à l'avant atteint 745 millimètres mesurés du dessous du cadre au corps cylindrique et, bien qu'il se relève de 610 millimètres à l'arrière, ce qui donne à la grille une inclinaison d'environ 1/4, son installation au-dessus des roues de 1.520 mètre de diamètre a conduit à placer l'axe de la chaudière à la cote remarquable de 2.972 mètres au dessus du rail. Les flancs de la boîte à feu sont verticaux et le dessus, tracé en berceau, est incliné vers l'arrière, suivant la forme « waggon-top ». La paroi avant est inclinée en arrière de l'essieu moteur; il en est de même de la face arrière dont le plan est perpendiculaire à celui de la grille. Le ciel du foyer est cintré suivant un rayon de 1.829 mètre et se raccorde aux parois latérales par deux grands congés de 305 millimètres de rayon; son inclinaison suit parallèlement celle de l'enveloppe, la différence de niveau entre

l'avant et l'arrière étant de 95 millimètres.

Le foyer présente une largeur intérieure de 1.530 mètre et une longueur de 2.50 mètres suivant l'inclinaison de la grille. Les lames d'eau qui ont 89 millimètres d'épaisseur à hauteur du cadre (102 pour celle d'avant) vont s'élargissant d'une manière continue vers le haut.

Les tôles du foyer sont en cuivre. La tôle tubulaire a 27 millimètres d'épaisseur dans la région des tubes et 16 millimètres dans la région inférieure. Les entretoises, également en cuivre, ont 25.4 millimètres de diamètre dans les rangées inférieures et 28.5 millimètres dans les trois rangées supérieures. Elles sont forées aux deux extrémités suivant la règle appliquée à l'Etat belge. L'entretoisement des parois latérales et du ciel est continu, c'est-à-dire que les tirants du ciel succèdent sans interruption aux entretoises, les uns et les autres étant dirigés normalement à la tôle en cuivre et réalisant ainsi ce que les Américains appellent l'entretoisement ra-

dial. Les trois rangées de tirants les plus rapprochées de la tôle tubulaire sont à dilatation.

Le corps cylindrique, qui mesure 4.681 mètres de longueur entre les tôles tubulaires, est formé de deux viroles à emmanchement télescopique, dont la plus grande, celle d'arrière, a 1.728 mètre de diamètre intérieur. Celle-ci porte le dôme de vapeur et a sa rivure longitudinale placée sur le côté, tandis que la rivure de l'autre virole se trouve sur la génératrice supérieure. Ces deux coutures sont à trois rangées de rivets et à double couvre-joint, la troisième rangée de rivets n'intéressant que le couvre-joint intérieur. L'épaisseur des tôles est calculée avec un coefficient de sécurité de 4.5.

La tôle tubulaire d'avant est emboutie à l'intérieur de la première virole sur laquelle se rive aussi la boîte à fumée. Celle-ci est entièrement cylindrique et a 1.985 mètre de longueur. La partie extérieure de la cheminée ayant 406 millimètres de hauteur, la hauteur totale de la machine ne dépasse pas 4.26 mètres. La cote maximum imposée était de 4.28 mètres, limite inférieure à la hauteur du gabarit de l'Etat belge, mais fixée par le gabarit de la Compagnie du chemin de fer du Nord, sur les lignes de laquelle les locomotives peuvent être appelées à circuler.

Le foyer est muni d'une grille à secousses et d'un jette-feu qui occupe la partie centrale avant. Les barreaux, en forme de double peigne, placés transversalement, sont articulés sur des tourillons venus de fonte avec les sommiers qui sont au nombre de trois, placés deux sur les côtés et un au centre. Le sommier central qui ne trouve appui qu'aux extrémités est fort développé en hauteur; à l'avant, il se présente sous la forme d'une fourche entre les branches de laquelle est

installé l'élément basculant formant jette-feu. Les barreaux à secousses sont actionnés à la main au moyen d'un levier amovible.

Le cendrier, en tôle de 5 millimètres, comprend une partie inférieure de forme rectangulaire, de 610 millimètres de largeur, plongeant entre les longerons, dans laquelle s'emboîte la partie supérieure évasée fixée au cadre du foyer. Il est muni d'une tuyauterie d'arrosage.

Le foyer est pourvu d'une voûte en briques réfractaires de 1.30 mètre de longueur. Les briques reposent sur trois tubes d'eau de 76 millimètres de diamètre extérieur, mandrinés dans la tôle tubulaire et dans la tôle arrière. Pour la mise en place, la fixation et le nettoyage de ces tubes, les tôles extérieures du foyer portent des ouvertures fermées par des bouchons filetés.

Le robinet de vidange de la chaudière se manœuvre de la passerelle au moyen d'un levier placé à demeure; il porte un tuyau recourbé rejetant l'eau sous le cendrier.

La chaudière est munie d'un surchauffeur du type A de la Locomotive Superheater Company comprenant 26 éléments, formés de tubes de 30.5-38 millimètres de diamètre. Dans ce système de surchauffeur, l'assemblage des éléments surchauffeurs et du collecteur est réalisé de la manière suivante : les extrémités des tubes portent un renflement obtenu par refoulement et sont tournées sphériques; elles s'appliquent contre le collecteur sur des sièges coniques fraisés à 45° sans interposition d'aucun joint. L'élément est maintenu en place par un boulon passant au milieu d'une bride qui appuie sur les extrémités renflées des tubes par l'intermédiaire de rondelles à joint sphérique. La paroi avant de l'étouffoir est formée de panneaux amovibles; en retirant ces panneaux on peut

dégager complètement le surchauffeur pour procéder à la visite et au nettoyage. Le registre de l'étouffoir est placé dans la paroi inférieure, de sorte que les gaz sortant des gros tubes gagnent la boîte à fumée en s'infléchissant vers le bas; il est monté sur un axe horizontal prolongé en dehors de la boîte à fumée et portant un levier à contrepoids dont l'action tend à provoquer la fermeture; à modérateur ouvert, le contrepoids est soulevé et le registre ouvert par le piston d'un servo-moteur branché sur le tuyau d'admission de la vapeur aux cylindres. L'ouverture et la fermeture du registre sont donc automatiques; le degré d'ouverture n'est pas réglable. Un pyromètre thermo-électrique indique la température de la vapeur à son entrée dans les chapelles de distribution.

Les éléments surchauffeurs sont placés sur quatre rangées horizontales, de sorte qu'il reste entre le groupe des gros tubes qui les contiennent et les bords de la tôle tubulaire de chaque côté, une région d'une certaine largeur occupée par des petits tubes; cette disposition offre l'avantage de rendre moins sensibles sur la tôle tubulaire les mouvements de flexion produits par la dilatation des gros tubes particulièrement dans la partie la plus fréquemment affectée par les fissures.

A titre d'essai, cinq locomotives de la série seront munies du réchauffeur Worthington qui élève la température de l'eau d'alimentation par mélange avec de la vapeur d'échappement.

Suivant la pratique américaine, le châssis est du type en barres. Les longerons, en acier moulé, ont la forme d'une poutre dont les deux lisses sont réunies au droit de chaque essieu par deux montants entre lesquels s'engagent les boîtes de graissage. Les ouvertures laissées dans la lisse inférieure pour l'introduction des boîtes sont fermées par de fortes sous-gardes

serrées sur des tenons coniques. En avant du premier essieu accouplé, chaque longeron se réduit à une barre unique qui passe sous les cylindres. Les longerons ont 114 millimètres d'épaisseur et 10.778 mètres de longueur; ils pèsent chacun 3,270 kilogrammes. Entre les boîtes d'essieux et les montants des longerons sont interposées des glissières en fonte ayant une section en U; la glissière d'avant est bloquée entre la lisse supérieure et la sous-garde; celle d'arrière s'applique contre le montant par une face inclinée pour racheter l'usure et sa position en hauteur est fixée au moyen d'une tige filetée qui traverse la sous-garde. Les faces des boîtes qui portent contre les glissières ont des appliques en bronze, suivant la règle appliquée à l'Etat belge.

Le bissel est conduit par une flèche articulée sur une cheville placée à 1.750 mètre en arrière de l'essieu. Son châssis, en acier moulé, repose sur les boîtes de graissage par l'intermédiaire de ressorts en hélice; il porte la crapaudine du pivot au moyen de biellettes triangulaires. On sait qu'avec ce mode de construction le rappel initial n'est pas nul, car dès que le pivot s'écarte de sa position moyenne, chacune des biellettes ne porte plus que sur l'un des deux axes supérieurs et l'effort auquel elles sont soumises prend une direction oblique. Avec les dimensions adoptées, le rappel initial est égal à 0.208 de la charge sur le pivot, ou 1,580 kilogrammes. Pour un déplacement de 102 millimètres, on obtient un effort de rappel qui vaut 0.627 de la charge sur le pivot, ou 4,760 kilogrammes.

Le balancier qui charge le pivot du bissel par son extrémité avant repose à l'arrière au milieu d'un balancier transversal suspendu aux ressorts du premier essieu accouplé, lesquels sont conjugués aux ressorts de l'essieu suivant par des balan-

ciers latéraux; comme d'autre part il existe aussi un système égalisateur entre l'essieu moteur et l'essieu arrière, on a réalisé la suspension en trois points et la répartition des charges sur les rails est invariable. Il est à remarquer cependant que le constructeur s'est réservé la possibilité de modifier cette répartition dans certaines limites; le balancier du bissel est percé vers son milieu de trois trous distants de 100 millimètres d'axe en axe et le pivot d'articulation peut être introduit dans l'un quelconque de ces trois trous.

Les essieux moteur et accouplés ont des ressorts de suspension à lames; ceux-ci sont placés au-dessus des boîtes, sauf au quatrième essieu où, par suite du manque de place sous le foyer, un balancier remplace le ressort qui est reporté en arrière.

Dans la construction américaine, les cylindres ajoutent à leur fonction propre celle de faire partie intégrante du châssis. Par leur réunion suivant un plan d'assemblage coïncidant avec le plan médian de la machine, ils forment à leur partie supérieure une selle de forme circulaire sur laquelle est boulonnée la boîte à fumée. Ils constituent pour les longérons, un entretoisement solide, auquel se boulonne le support du balancier central qui charge le bissel.

Ils sont alésés à 640 millimètres de diamètre et les plateaux ont 800 millimètres de diamètre; l'écartement d'axe en axe n'étant que de 2.082 mètres, on a pu les placer horizontalement, à 51 millimètres au-dessus du plan des essieux, sans sortir des limites du gabarit et les deux cylindres sont identiques comme pièces de fonderie.

Les pistons distributeurs se meuvent dans des fourreaux en fonte de 305 millimètres d'alésage rapportés dans les chappelles.

Les robinets « by-pass » qui, à modérateur fermé, mettent les deux faces des

pistons en communication, sont commandés automatiquement. L'ouverture est provoquée par un ressort et la fermeture par un servo-moteur en communication avec l'une des boîtes de distribution.

Les pistons distributeurs sont conduits par des coulisses Walschaerts dont l'équipage mobile est équilibré par un ressort. L'appareil de changement de marche à vis est placé du côté gauche comme sur toutes les locomotives récentes de l'Etat belge. A portée du machiniste et disposé latéralement au foyer se trouve le levier de commande du modérateur qui se déplace devant un secteur denté et peut être immobilisé au moyen d'un verrou avec manette à ressort. Sous l'appareil de changement de marche se trouve un levier à pédale qui permet une manœuvre facile des purgeurs des cylindres.

Le tuyau d'échappement dans la boîte à fumée se termine par une partie alésée dans laquelle s'introduit la tuyère dont l'ouverture est fixe; dans la tête du tuyau on a ménagé à la coulée un conduit annulaire qui reçoit la vapeur du robinet souffleur et qui débouche dans le plan supérieur par une série d'ouvertures disposées en cercle autour de la tuyère.

Tous les corps de roues, tant de la machine que du tender, sont en acier moulé. Les diamètres au roulement, l'épaisseur des bandages, qui est de 76 millimètres, et le mode d'attache ont été choisis de manière à rendre les bandages interchangeables avec ceux d'autres machines de l'Etat belge.

Les contrepoids des roues accouplées ont été établis de manière à équilibrer les pièces tournantes et une partie des pièces à mouvement alternatif telle qu'à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, la surcharge sur le rail ne dépasse pas 15 p. c. de la charge statique.

La machine et le tender sont munis du frein automatique à air comprimé et du

frein direct. A la machine, les huit blocs agissent dans le même sens, d'arrière en avant, sur les huit roues accouplées et leur pression totale atteint 80 p. c. du poids adhérent, soit 59,600 kilogrammes. Pour obtenir cette pression avec une timonerie dont le coefficient de multiplication ne dépasse pas 7.5, on a dû employer deux cylindres à frein de 380 millimètres de diamètre. Ceux-ci agissent sur un arbre de frein placé à l'avant du premier essieu accouplé et sont installés, de même que le grand réservoir, qui a une capacité de 1,000 litres, dans l'espace resté disponible à l'intérieur du châssis entre les cylindres et le foyer. La machine est pourvue de la sablière Lambert, fonctionnant à l'eau chaudé, disposée pour pouvoir sabler à l'avant des roues de l'essieu moteur et du deuxième essieu accouplé. Elle porte également un robinet d'injection d'eau dans l'échappement pour la marche à contre-vapeur.

Pour le chauffage des trains de voyageurs, la machine est munie d'une prise de vapeur et d'un détendeur avec conduite de 50.8 millimètres se terminant à l'arrière du tender par un robinet d'extrémité du modèle en usage à l'Etat belge. L'accouplement entre machine et tender, placé sur le côté, est facilement accessible, comme ceux du frein à air comprimé.

Le tender, dont les soutes peuvent contenir 24,000 litres d'eau et 7,000 kilogrammes de charbon, est semblable aux tenders à trois essieux de même capacité de l'Etat belge et possède avec ceux-ci un certain nombre de pièces communes, notamment les trains de roues, les boîtes à huile et les ressorts de suspension.

Les crochets de traction et leurs ressorts, les tendeurs d'attelage, les tampons de choc et les chaînes de sûreté ont été

exécutés d'après les dessins de l'Administration.

Lors des essais préliminaires, une de ces locomotives a remorqué sans difficulté un train de 1,001 tonnes sur une rampe presque continue de 5 millimètres par mètre d'inclinaison et de 40 kilomètres de longueur, réalisant même une accélération sensible; la vitesse qui était de 24 kilomètres à l'heure au pied de la rampe, atteignait 42 kilomètres à l'heure au sommet. Le train de 1,001 tonnes était composé de 61 véhicules, comprenant 127 essieux, la machine et le tender non compris.

On a pu constater aussi que la stabilité est parfaite à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure et même au delà, les machines remorquant parfois des trains de voyageurs.

En terminant cette note, il nous paraît intéressant de signaler les délais remarquablement courts dans lesquels les constructeurs américains ont achevé les machines. La commande, passée le 13 décembre 1919 à l'« American Locomotive Sales Corporation », comportait la fourniture de 150 locomotives semblables avec tenders à construire dans les usines de l'« American Locomotive Company » et dans celles de la firme Baldwin, qui devaient les avoir terminées, le tiers fin mars, le tiers fin avril et le tiers fin mai 1920. Ces délais ont été respectés. Le 1^{er} mars 1920 une machine était entièrement construite et montée en Amérique. Les locomotives ont été embarquées complètement démontées, le remontage devant s'effectuer dans les ateliers de l'Etat belge. La première machine a pu remorquer son premier train le 6 juillet dernier, soit moins de sept mois après la commande.