

LES LOCOMOTIVES DE L'ÉTAT BELGE A L'EXPOSITION DE LIÈGE,

Par F. MATTHEI,

INGÉNIEUR AUX CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE.

Fig. 1 à 35, p. 2577 à 2613.

SOMMAIRE.

	Pages.
CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES	2576
I. — <i>Locomotives à simple expansion et à vapeur saturée</i>	2577
§ 1. — Locomotive type 52	2577
§ 2. — Locomotive-tender type 15	2578
§ 5. — Locomotive type 18	2579
§ 4. — Locomotive-tender type 25	2581
II. — <i>Locomotives à simple expansion et à vapeur surchauffée</i>	2585
§ 1. — Locomotives types 52-15-18	2585
§ 2. — Locomotive type 55	2585
§ 5. — Locomotive n° 5505 à quatre cylindres égaux	2589
III. — <i>Locomotive compound à vapeur saturée</i>	2598
Locomotive type <i>Atlantic</i>	2598
IV. — <i>Locomotives compound à vapeur surchauffée</i>	2605
§ 1. — Locomotive type 19 ^{bis}	2605
2. — Locomotive type 19	2612

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Le chemin de fer de l'État belge fait actuellement figurer à l'Exposition de Liège treize types différents de locomotives; aussi, nous a-t-il paru intéressant, de les passer en revue, afin de faire ressortir leurs particularités principales, et de fixer leur importance dans l'effectif des moteurs en service sur le réseau belge. Certains types exposés appartiennent, en effet, à des séries comprenant un grand nombre de machines; d'autres, tout à fait récents, sont reproduits à un petit nombre d'exemplaires; enfin quelques-uns sont destinés à des expériences comparatives.

Pour expliquer la diversité des principes qui ont présidé à la construction des machines exposées, il nous est nécessaire d'insister quelque peu sur certains points de l'histoire du matériel de traction en Belgique pendant ces dernières années.

Jusqu'en 1896, toutes les locomotives construites pour le compte de l'État belge possédaient la grille Belpaire, laquelle rendit d'incontestables services en permettant l'emploi des charbons menus produits en grande quantité par les houillères belges. Mais, malgré une surface de près de 5 mètres carrés donnée à certaines grilles, il vint un moment où il fallut reconnaître que la production de vapeur n'était plus suffisante pour faire face à la puissance toujours croissante exigée des moteurs. De plus, l'alimentation continue de ces vastes grilles, avec du combustible menu, exigeait le travail de deux chauffeurs.

Ce fut vers cette époque qu'on décida de réserver la grille Belpaire aux locomotives à marchandises à allure lente, et qu'on adopta transitoirement, pour les nouvelles machines, le foyer profond muni d'une voûte longue et destiné à brûler des briquettes. Ce foyer a été conservé jusqu'à ce jour pour les locomotives express à quatre roues accouplées avec bogie. Mais, pour tous les autres types de machines, on a été amené, à la suite d'essais concluants, à adopter un foyer de profondeur moyenne avec courte voûte, alimenté, suivant la nature des services à assurer, avec du charbon menu et des briquettes ou avec celles-ci exclusivement. Tel est le cas notamment de toutes les puissantes locomotives à six roues accouplées avec bogie, construites depuis peu, et utilisant de la vapeur saturée ou surchauffée, en simple expansion ou en compound.

Ces derniers points méritent également quelques éclaircissements.

A plusieurs reprises, on fit en Belgique des essais avec des locomotives compound. Mais les résultats obtenus ne furent jamais suffisamment décisifs pour motiver l'abandon des moteurs à simple expansion alors en service.

Cependant l'accroissement continu des charges des trains directs et express exigeait des machines toujours plus puissantes. D'autre part, les générateurs des derniers types de locomotives avaient atteint sensiblement les dimensions maximums autorisées par les gabarits. Il fut par conséquent décidé d'augmenter dans la mesure

du possible le rendement des chaudières, et d'expérimenter sur une vaste échelle tous les systèmes susceptibles d'améliorer l'effet utile de la vapeur.

Dans ce but et sur les indications de M^r Bertrand, administrateur du service de la traction et du matériel, M^r l'inspecteur général Flamme entreprit l'étude d'une série de puissantes locomotives à simple expansion et compound avec plusieurs variantes, pour ces dernières, dans les dispositions relatives des cylindres H. P. et B. P. Chacune de ces catégories comprend en outre des modèles à vapeur saturée et à vapeur surchauffée.

Un spécimen de chaque type essentiel figure à l'Exposition de Liège et fera l'objet d'une description sommaire dans les lignes qui vont suivre.

I. — Locomotives à simple expansion et à vapeur saturée.

Ces machines sont représentées par cinq exemplaires comprenant quatre types différents. Nous les passerons brièvement en revue.

§ 1. — Locomotive type 32 (fig. 1).

Constructeur : Société anonyme des chantiers navals, ateliers et fonderies de Nicolaïef, à Bouffioulx.

Cette machine, à six roues accouplées de 1.52 mètre de diamètre, a été décrite dans le *Bulletin du Congrès des chemins de fer* du mois de septembre 1903.

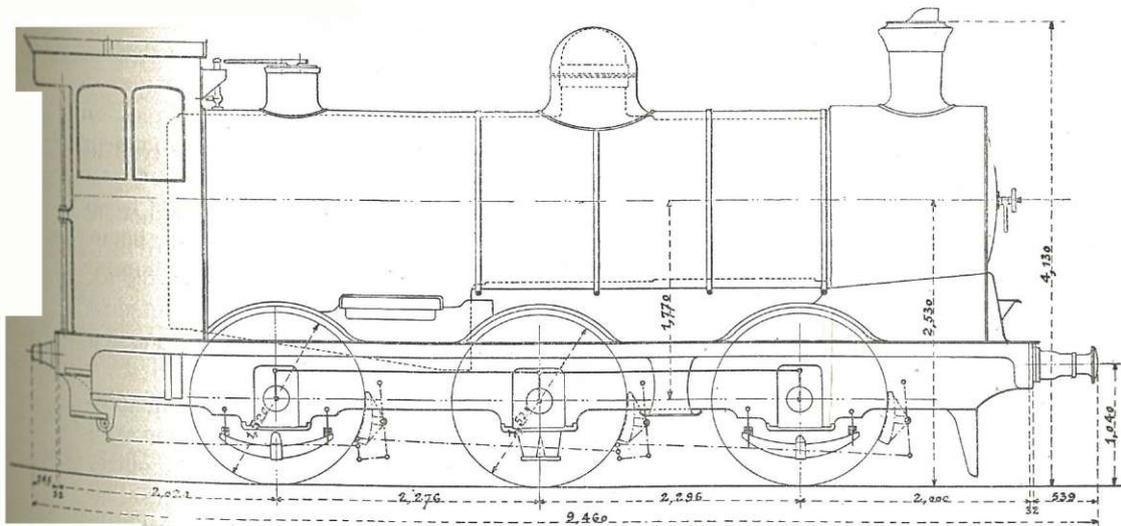


Fig 1. — Locomotive type 32 à vapeur saturée.

Le tableau ci-après en rappelle les données principales :

Cylindres : diamètre	470 millimètres.
— course	660 —
Pression de marche	13 atmosphères.
Diamètre des roues motrices	1.52 mètre.
Surface de chauffe intérieure dans les tubes	104.40 mètres carrés.
— dans le foyer	11.01 —
— totale	115.41 —
Surface de grille	2.52 —
Poids en ordre de marche : 1 ^{er} essieu	15,600 kilogrammes.
— — 2 ^e —	16,200 —
— — 3 ^e —	15,800 —
— — total	47,600 —
Effort théorique de traction $\frac{pd^2l}{D}$	12,866 —

L'État belge possède actuellement 264 locomotives de ce modèle, dont cinq à vapeur surchauffée.

Ces machines sont affectées à la remorque des trains de marchandises à allure accélérée, et dans certains dépôts à celle de trains de voyageurs à forte charge et à arrêts fréquents. Elles permettent alors la formation de roulements avantageux, comprenant des trains appartenant aux deux catégories susmentionnées.

La locomotive exposée est accompagnée d'un tender à trois essieux. La capacité des caisses à eau est de 13,000 litres et celle des soutes à charbon de 7,000 kilogrammes.

§ 2. — Locomotive-tender type 15.

Constructeur : Société anonyme des ateliers du Thiriau, à La Croÿère.

La figure 2 (page 2587), qui caractérise très complètement l'ensemble de ce type de locomotive, est relative à un spécimen à vapeur surchauffée.

Une machine type 15 figurait déjà à l'Exposition de Paris en 1900. Le modèle actuel diffère du premier surtout par son foyer, qui est de profondeur moyenne, avec une grille de 2.45 mètres carrés, tandis que le foyer primitif, très profond, était logé entre les deux essieux accouplés. L'allongement de la grille a été obtenu à l'aide du procédé classique en surélevant la chaudière et en franchissant l'essieu accouplé arrière avec le cadre du foyer.

Les fermes longitudinales de consolidation du ciel du foyer ont été remplacées par des tirants verticaux reliant directement le ciel au berceau de la boîte à feu extérieure et différentes parties du moteur ont été modifiées ou perfectionnées. En outre, les quatre roues du bogie ont été soumises à l'action du frein Westinghouse, au moyen du dispositif que nous avons décrit dans le *Bulletin du Congrès* du mois de juin 1903.

Soixante-cinq machines type 15 circulent actuellement sur les lignes de l'État belge. Elles sont employées à des services dont la diversité est favorisée par le diamètre moyen des roues et par le foyer mi-profond permettant, suivant le combustible utilisé, de donner au feu une activité très variable.

Nous indiquons ci-dessous les caractéristiques principales de la locomotive type 15.

Cylindres : diamètre	440 millimètres.
— course	610 —
Pression de marche.	12 atmosphères.
Diamètre des roues motrices	1.80 mètre.
Surface de chauffe dans le foyer	11.70 mètres carrés.
— intérieure dans les tubes	85.52 —
— totale	97.22 —
Surface de grille	2.52 —
Poids en ordre de marche : 1 ^{er} essieu	8,750 kilogrammes.
— — 2 ^e —	8,750 —
— — 3 ^e —	17,200 —
— — 4 ^e —	17,000 —
— — 5 ^e —	12,300 —
Poids total	64,000 —
Capacité des soutes à eau	6,500 litres.
Contenance des soutes à charbon	2,500 kilogrammes
Effort théorique de traction $\frac{pd^2l}{D}$	8,120 —

§ 3. — Locomotive type 18.

Constructeur : Société anonyme « La Métallurgique », à Tubize.

Cent et quarante machines de ce type sont actuellement en service sur le réseau belge, et jusqu'à ce jour elles ont permis d'assurer une bonne partie des trains express et directs circulant sur les lignes de niveau et à rampes moyennes.

Les figures (4 à 6) relatives au modèle à vapeur surchauffée et le tableau ci-dessous indiquent les principales données d'établissement des moteurs type 18.

Cylindres : diamètre	482 millimètres.
— course	660 —
Pression de marche	13 atmosphères.
Diamètre des roues motrices	1.98 mètre.
Surface de chauffe dans le foyer	12.17 mètres carrés.
— — intérieure dans les tubes	115.45 —
— — totale	127.62 —
— de grille	2.07 —

Poids en ordre de marche : 1 ^{er} essieu	8,700 kilogrammes.
— — 2 ^e —	8,350 —
— — 3 ^e —	18,300 —
— — 4 ^e —	18,000 —
— — total	53,350 —
Effort théorique de traction $\frac{pd^2l}{D}$	10,400 —

Le foyer profond, plongeant entre les deux essieux accouplés, a été conservé pour ce type de locomotive. La transformation en foyer de profondeur moyenne aurait pu être réalisée en allongeant la grille et en surélevant le générateur; mais, dans ce cas, on eût dépassé les charges limites actuellement admises pour les essieux moteurs sur le réseau belge.

Ce sont les bons résultats obtenus jusqu'à ce jour avec la locomotive type 18, simple, robuste et de poids faible par unité de puissance, qui ont limité en Belgique le développement des machines type *Atlantic* (4-4-2) et de celles avec bogie et six roues accouplées de grand diamètre (4-6-0), affectées aujourd'hui, par beaucoup de compagnies de chemins de fer, à la traction des trains express de fort tonnage. Comme on le verra plus loin, un certain nombre de moteurs de ces deux derniers modèles ont toutefois été récemment mis en service par l'Etat belge.

Une autre raison, qui a également contribué au maintien du type à quatre roues accouplées avec bogie (4-4-0) et à chaudière de puissance moyenne, c'est la configuration particulière du réseau belge. Sur celui-ci, les parcours des trains rapides excèdent rarement 120 kilomètres, le terminus de la plupart des lignes importantes étant au centre du pays. De plus, comme les grandes artères comportent toutes des points de ralentissement, il en résulte qu'on a rarement l'occasion de soutenir des vitesses très élevées sur des parcours importants.

La locomotive type 18 étant d'un modèle fort connu et très répandu, nous ne nous arrêterons pas à sa description. Dans de nombreuses parties sa construction est d'ailleurs basée sur les mêmes principes que celle de la machine type 35 décrite dans le *Bulletin du Congrès* du mois de mai 1904. C'est ainsi que, pour les deux moteurs, la boîte à feu est ronde et le ciel du foyer est consolidé par des tirants verticaux; les distributions sont du système Stephenson; les bogies, qui sont identiques, sont freinés suivant le même dispositif, etc., etc.

Malgré une surface de chauffe relativement peu étendue, on a parfois obtenu des résultats remarquables en ce qui concerne la vaporisation. Celle-ci a pu atteindre 77 kilogrammes d'eau par mètre carré de surface de chauffe totale, lors de la remorque d'un train de 325 tonnes sur la ligne de Bruxelles à Ostende; la vitesse soutenue en rampe de 2 millimètres a été de 86 kilomètres.

La machine exposée porte au sommet de la chaudière un groupe électrogène destiné à fournir l'électricité aux voitures munies de l'éclairage système Lhoest-Pieper.

L'avant de la machine est muni d'un feu formé de lampes à incandescence ; le mécanisme et l'abri sont également éclairés à l'électricité.

Le tender accouplé à la locomotive type 18 est à deux bogies ; sa capacité en eau est de 18,000 litres et il porte en moyenne 5,500 kilogrammes de charbon

§ 4. — Locomotive-tender type 23 (fig. 3).

Constructeurs : Société anonyme des ateliers de construction de et à Boussu (1^{er} exemplaire) ;
Société anonyme de Marcinelle et Couillet, à Couillet (2^e exemplaire).

Cette machine-tender est à huit roues accouplées de 1.262 mètre de diamètre.
Les principales conditions d'établissement figurent au tableau ci-dessous :

Cylindres : diamètre	480 millimètres.
— course	600 —
Pression de marche.	12 atmosphères.
Surface de chauffe dans le foyer	9.02 mètres carrés.
— — intérieure dans les tubes	116.38 —
— — totale	125.40 —
Tubes : longueur	3,500 mètres.
— diamètre extérieur	48 millimètres.
— nombre	264.
Surface de grille	2.23 mètres carrés.
Poids en ordre de marche : 1 ^{er} essieu	15,600 kilogrammes.
— — 2 ^e —	15,600 —
— — 3 ^e —	17,200 —
— — 4 ^e —	17,200 —
— — total	65,600 —
Effort théorique de traction $\frac{pd^2l}{D}$	13,550 kilogrammes.
Capacité des soutes à eau	7,000 litres.
Contenance des soutes à charbon	3,000 kilogrammes.

Les deux locomotives exposées, qui dérivent d'un type déjà ancien, font partie d'une série de soixante-cinq machines. Celles-ci effectuent les manœuvres par la gravité dans certaines gares ; elles circulent dans les raccordements industriels à fortes rampes et font l'allège des trains sur les plans inclinés de Liège (rampe de 31 millimètres) ; enfin, on y a recours pour certains trains de marchandises, pour lesquels il est avantageux d'utiliser une machine-tender avec empattement réduit et pouvant développer un effort de traction considérable.

Nous indiquons ci-dessous quelques dispositions qui caractérisent le moteur type 23 (fig. 3).

Le foyer est d'une profondeur qui convient pour la combustion du charbon menu avec ou sans addition de briquettes concassées.

La boîte à feu extérieure est carrée avec armature de tirants verticaux.

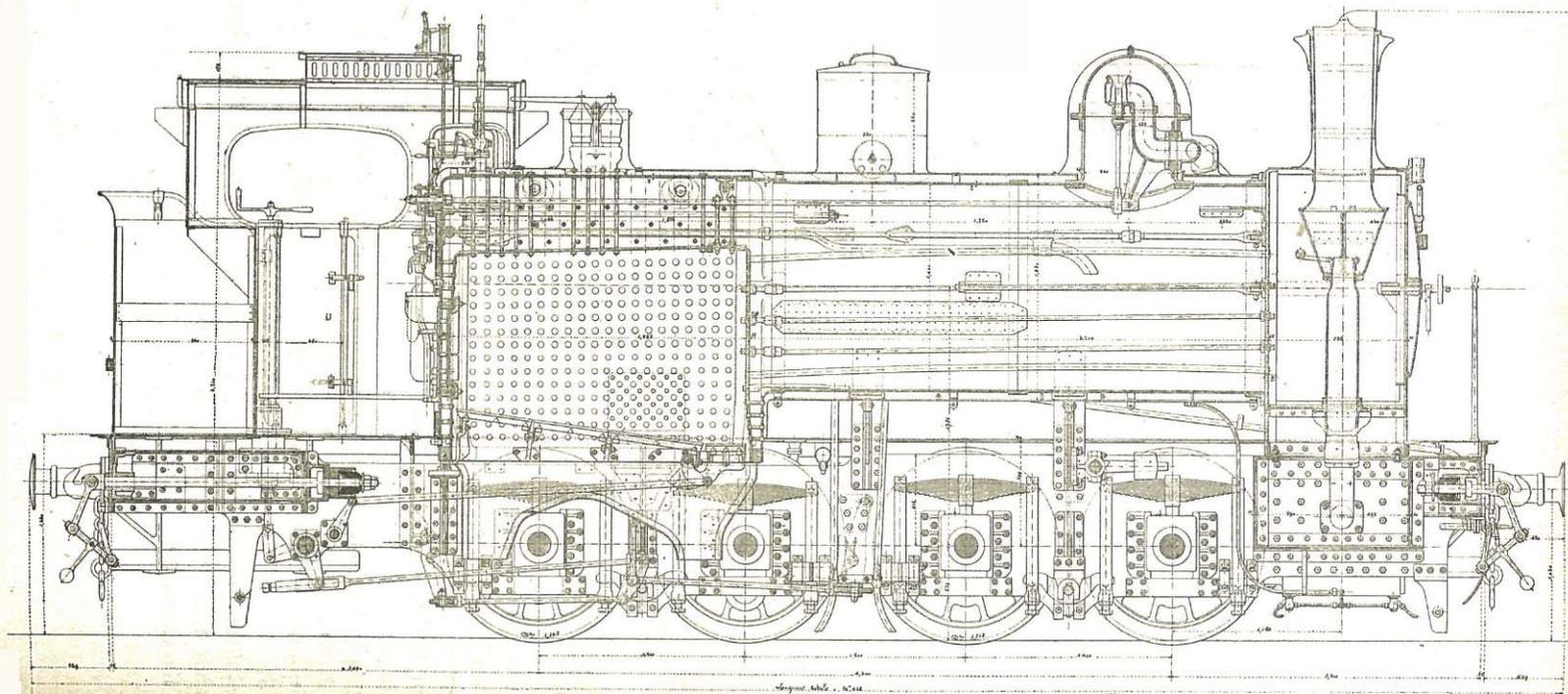


Fig. 3. — Locomotive-tender type 23 (coupe longitudinale).

Il a été fait usage de ressorts à flèche initiale nulle, car l'espace nécessaire pour assurer le fonctionnement de ressorts avec flèche de fabrication faisait défaut dans le voisinage du cadre du foyer. Les tiges de suspension, avec chape, sont réunies par des balanciers longitudinaux établis entre les essieux avant et arrière.

Les deux mécanismes de distribution, qui sont extérieurs, appartiennent au système Walschaert. Chaque tiroir plan est équilibré, suivant le procédé américain, par quatre barettes pressées contre une glace solidaire du couvercle de la boîte à vapeur; celle-ci est, par suite, munie d'un reniflard.

L'abri comprend des portes latérales et des barres de sûreté. Suivant la saison, les mécaniciens utilisent l'un ou l'autre dispositif. Un auvent surmontant le toit complète l'aérage.

Les deux essieux arrière sont freinés chacun par deux sabots actionnés par un cylindre à vapeur; la timonerie est également disposée de manière à permettre le serrage à la main.

Les deux locomotives exposées étaient complètement terminées, lorsqu'il fut décidé d'équiper au frein Westinghouse une série de machines type 23, afin de renforcer la puissance d'enraiment et de permettre leur accouplement aux rames de voitures lors de la manœuvre de celles-ci. Ce freinage est réalisé pour les deux essieux arrière au moyen de sabots pressant sur les bandages des roues; pour les deux essieux avant, par suite du faible empatement de la machine, il a fallu faire agir les blocs de frein sur des poulies calées sur ces essieux.

Les soutes à eau ont été reportées le plus possible vers l'avant, dans le but d'améliorer la répartition des charges sur les quatre essieux. L'arrière de chaque soute à eau est occupé par quatre compartiments formant coffres et destinés à renfermer les outils ainsi que les effets particuliers des mécaniciens et chauffeurs.

II. — Locomotives à simple expansion et à vapeur surchauffée.

§ 1.

Locomotive-tender type 15 (fig. 2).

Constructeur : Zimmerman-Hanrez & Cie, à Monceau-sur-Sambre.

Locomotive type 32 (fig. 1).

Constructeur : Société anonyme « Saint-Léonard », à Liège.

Locomotive type 18 (fig. 4 à 6).

Constructeur : Société anonyme des forges, usines et fonderies de et à Haine-Saint-Pierre.

Ces machines diffèrent des locomotives dénommées de la même manière au chapitre précédent, surtout par les modifications apportées aux générateurs en vue de surchauffer la vapeur. Ces transformations seront décrites au paragraphe 3.

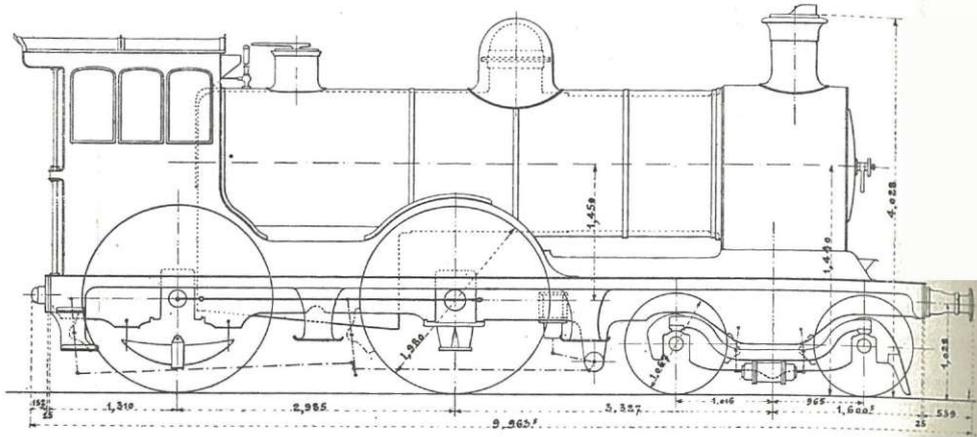


Fig. 4. — Élévation

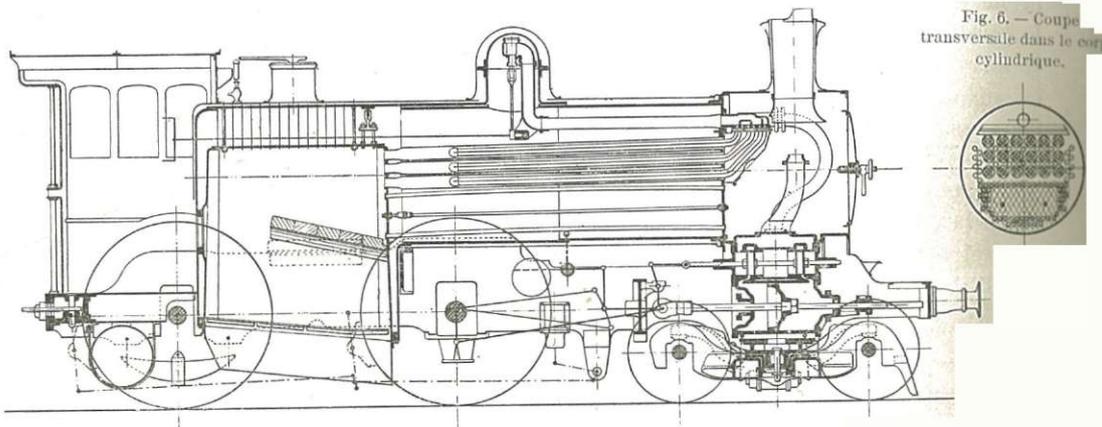


Fig. 5. — Coupe longitudinale.

Fig. 4 à 6. — Locomotive type 18 à vapeur surchauffée.

Une autre conséquence de l'utilisation de la vapeur surchauffée, pour les trois locomotives en question, est le remplacement des tiroirs plans, logés entre les cylindres, par des tiroirs cylindriques, installés au-dessus et mus par *rocking-shaft*.

Enfin, les diamètres des cylindres qui étaient de 440, 470 et 480 millimètres pour les machines type 15, 32 et 18 ont respectivement été portés à 470, 500 et 500 millimètres.

Cet accroissement est bien justifié. En effet, en surchauffant la vapeur, son cycle théorique est amélioré; ensuite, tout en maintenant la pression constante, son volume augmente proportionnellement à l'élévation de la température, tandis que

sa densité diminue; de plus, l'action refroidissante des parois des cylindres est considérablement atténuée. Il en résulte une réduction dans le poids de vapeur consommé, et dès lors, en vue de renforcer la puissance de traction des moteurs, les admissions de vapeur aux cylindres peuvent être allongées. Mais, pour éviter dans ce cas les pertes inhérentes aux machines à simple expansion et dues à la détente incomplète, il est rationnel de conserver à ces admissions leurs valeurs normales en accroissant les volumes des cylindres.

Les différents éléments constitutifs des trois locomotives sont ceux indiqués aux tableaux du chapitre I. Les modifications dues à la surchauffe sont mentionnées ci-dessous :

TYPE DE LOCOMOTIVES	13	52	18
Diamètre du cylindre	470 millimètres.	500 millimètres.	500 millimètres.
Surface de chauffe intérieure dans les tubes	69.15 mét. carrés.	85.10 mét. carrés.	89.90 mét. carrés.
— extérieure de surchauffe	16.98 —	21.51 —	24.51 —
Nombre de tubes de 127 millimètres de diamètre.	15	18	18
— — de 45 — —	132	154	153
Effort théorique de traction $\frac{pd^2l}{D}$	9,250 kilogrammes.	14,500 kilogrammes.	11,200 kilogrammes.

§ 2. — Locomotives type 35 à vapeur surchauffée.

Constructeurs : Société franco-belge, à La Croyère (1^{er} spécimen);
Société « Énergie », à Marcinelle (2^e spécimen). (Fig. 7.)

Les deux modèles figurant à l'exposition ne diffèrent que par le diamètre des roues motrices qui, pour le premier, est de 1.60 mètre et, pour le second, de 1.70 mètre.

Les principales conditions d'établissement de ce dernier type sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Cylindres : diamètre	520 millimètres.
— course	660 —
Pression de marche	14 atmosphères.
Diamètre des roues motrices	1.70 mètre.
— intérieur du corps cylindrique	1.60 —
Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2.75 mètres.
Tubes : longueur	4.130 —
— nombre et diamètre intérieur : 21 de 127 millimètres et 168 de 45 millimètres.	
Surface de chauffe intérieure dans les tubes	130.05 mètres carrés.
— — dans le foyer	14.91 —
— — totale	144.96 —
— extérieure de surchauffe	33.10 —
— de grille	2.84 —

Poids en ordre de marche : 1 ^{er} essieu	8,900 kilogrammes
— — — 2 ^e —	8,700 —
— — — 3 ^e —	18,000 —
— — — 4 ^e —	17,500 —
— — — 5 ^e —	17,120 —
Poids total en ordre de marche	70,220 —
— adhérent	52,620 —
— à vide	64,250 —
Effort théorique de traction $\frac{pd^2l}{D}$	15,200 —

Ces deux locomotives sont analogues à celle qui a été décrite dans le *Bulletin du Congrès des chemins de fer* du mois de mai 1904, sauf en ce qui concerne l'adjonction de la surchauffe de la vapeur. Celle-ci est réalisée au moyen du dispositif examiné au paragraphe suivant.

Il n'est donc pas nécessaire que nous nous étendions à nouveau sur les particularités présentées par les machines type 35. Rappelons que celles-ci forment la première série des puissants moteurs récemment mis en service en Belgique. Les éléments qui témoignent le mieux de cette puissance sont le diamètre de la chaudière (1.60 mètre), celui des cylindres (520 millimètres) et la pression de marche (14 atmosphères).

Les machines type 35 à vapeur saturée et à vapeur surchauffée ont les mêmes cylindres, car il eut été impossible de majorer le diamètre par suite de l'écartement des longerons. D'autre part, pour dépasser 520 millimètres il eut fallu donner des dimensions excessives à l'essieu coudé.

Le type primitif à roues de 1.60 mètre et à vapeur saturée a été sensiblement allégé; ce résultat a été obtenu surtout en donnant une très large extension à l'emploi de l'acier moulé, ce qui a permis de compenser l'accroissement de poids entraîné par l'adjonction de la surchauffe et l'augmentation du diamètre des roues.

Vingt moteurs à roues de 1.60 mètre et vingt à roues de 1.70 mètre sont actuellement en service; quinze d'entre eux utilisent la vapeur surchauffée. Ils sont affectés à la traction de trains de voyageurs à forte composition, directs et banlieue, sur des lignes à profils divers. Quelques machines à roues de 1.60 mètre assurent également la remorque des trains de marchandises à allure accélérée, sur des lignes accidentées.

De nombreux essais comparatifs, effectués avec des locomotives type 35 à vapeur saturée et à vapeur surchauffée, ont fait constater en faveur de ces dernières une économie de combustible atteignant en moyenne 12.5 p. c. et un accroissement de puissance d'environ 10 p. c. La locomotive à roues de 1.60 mètre peut, avec une charge de 375 tonnes, soutenir en rampe de 13 millimètres une vitesse de 40 kilomètres; la machine à roues de 1.70 mètre remorque 355 tonnes à 70 kilomètres à l'heure sur de longues rampes de 5 millimètres.

Notons ici que pour tous ces parcours, ainsi que pour ceux dont question plus loin, il a été fait usage des briquettes couramment employées en Belgique. Celles-ci

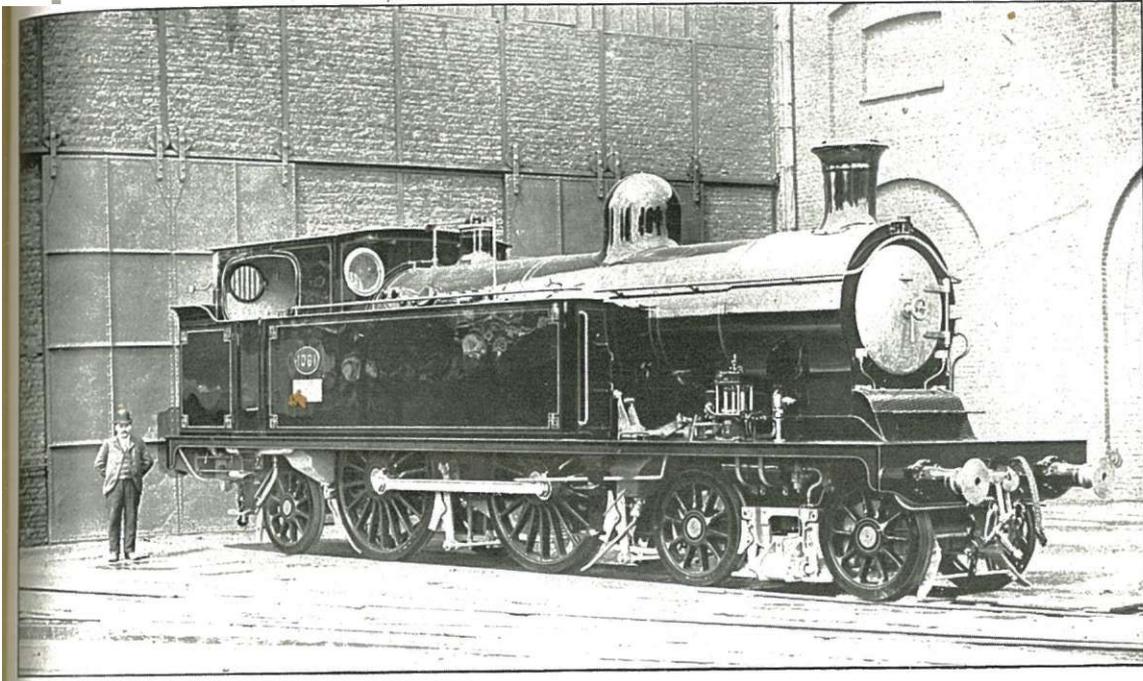


Fig. 2. — Locomotive-tender type 15 à vapeur surchauffée.

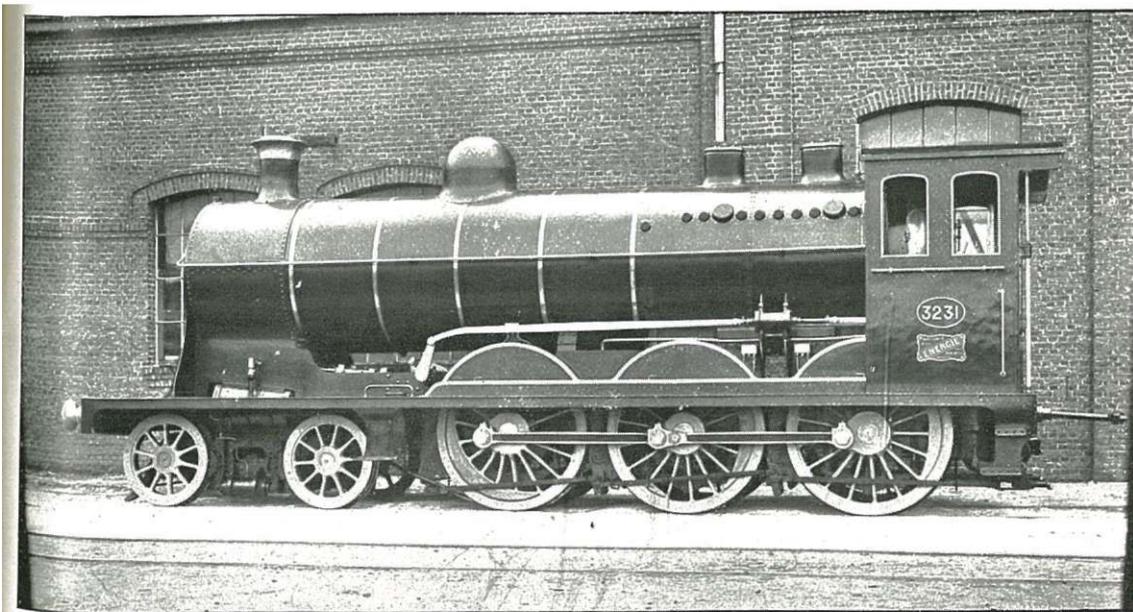


Fig. 7. — Locomotive type 35 (roues de 1.70 mètre) à vapeur surchauffée.

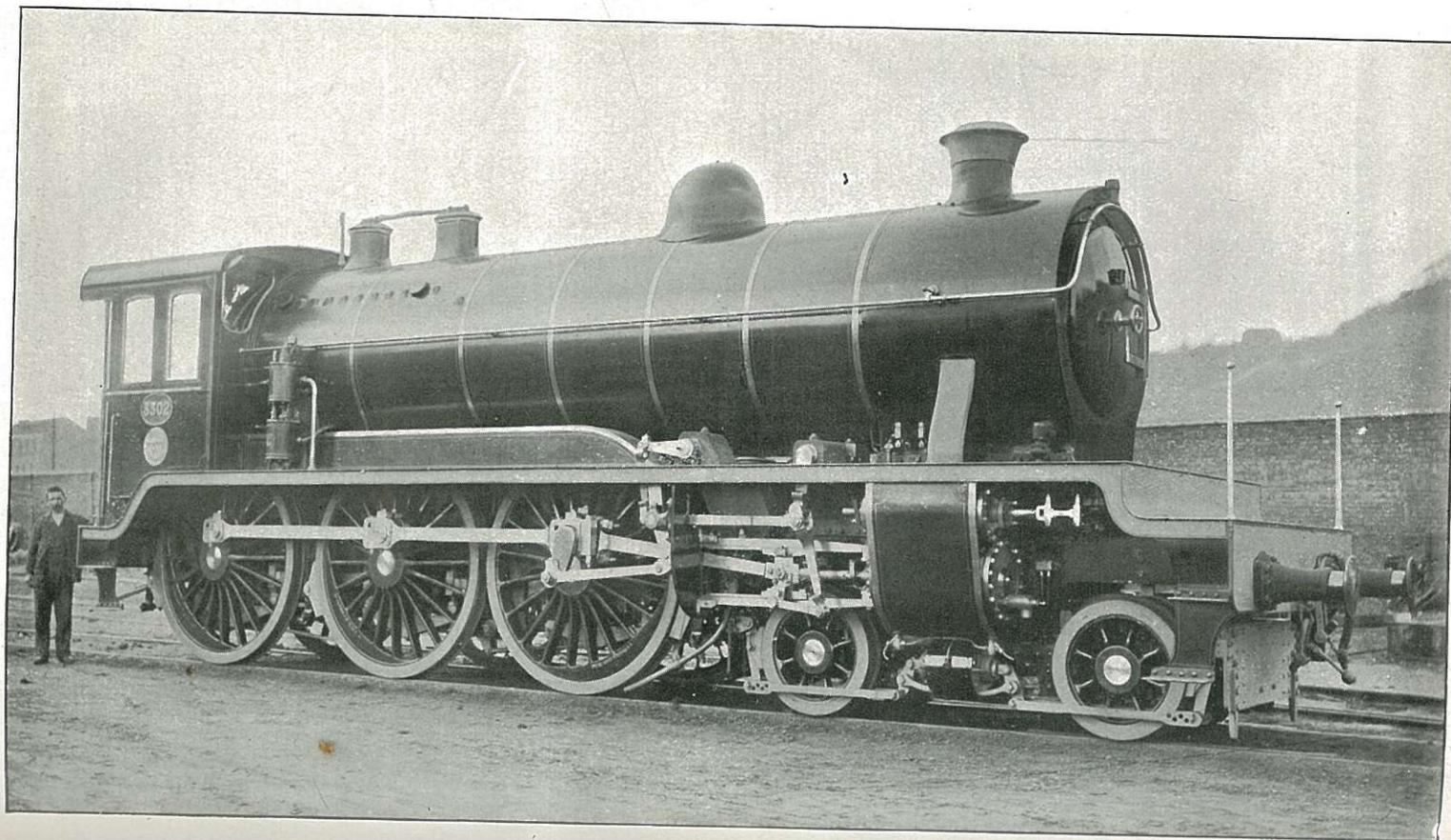


Fig. 8. — Locomotive n° 3302, à quatre cylindres égaux, à simple expansion et à vapeur saturée.

N. B. — La locomotive n° 3303, à quatre cylindres égaux, à simple expansion et à vapeur surchauffée, ne diffère pas, pour l'aspect extérieur, de la machine n° 3302.

quoique possédant une puissance calorifique élevée, ne permettent cependant pas une combustion aussi active que le charbon demi-gras en roche, souvent employé en Angleterre et en France pour la remorque des trains difficiles et avec lequel on peut brûler 700 à 800 kilogrammes par heure et par mètre carré de grille.

Le premier de ces moteurs est accouplé à un tender à trois essieux dont la capacité en eau est de 21,000 litres et dont le chargement de combustible atteint 6,000 kilogrammes.

Le second est également accompagné d'un tender à trois essieux, qui ne diffère du précédent que par la capacité des soutes à eau fixée à 20,000 litres. Cette réduction, qui provient d'une légère diminution de la longueur du tender, est due à la nécessité de pouvoir virer sur des plaques tournantes de 16.50 mètres de diamètre.

§ 3. — Locomotives n° 3303 à quatre cylindres égaux à simple expansion et à vapeur surchauffée (fig. 8 à 16).

Constructeur : Société anonyme « La Meuse », à Sclessin (Liège).

Dispositions générales.

Cette machine, d'un modèle nouveau, présente de nombreuses particularités méritant d'être signalées.

Les plans en ont été établis, sur les indications de M^r l'administrateur Bertrand, par M^r l'inspecteur général Flamme avec la collaboration de la Société « la Meuse. »

La locomotive n° 3303 comporte six roues accouplées de grand diamètre (1.98 mètre) avec bogie. On sait que l'emploi de ce type de moteur tend à se développer. Il présente, en effet, plusieurs des avantages du moteur *Atlantic*, tout en permettant, grâce à une adhérence supérieure, la remorque de trains express plus lourds sur des profils plus accidentés.

Les machines à générateur puissant et à quatre cylindres à simple expansion sont rarement utilisées. Elles possèdent cependant certains avantages dignes d'attention : les démarrages sont faciles et la tendance au patinage est faible; les manivelles des cylindres situés d'un même côté de l'axe longitudinal du moteur étant calées à 180° et les pièces à mouvement alternatif étant tout à fait semblables, il en résulte que celles-ci s'équilibrent parfaitement; enfin, avec des détentes prolongées, l'effort de traction atteint encore des valeurs considérables. Pour la machine qui nous occupe, la vapeur étant surchauffée, l'action refroidissante des parois est très atténuée et l'effet utile de la vapeur se trouve accru.

Les quatre cylindres de la locomotive n° 3303 ont 435 millimètres de diamètre et la course des pistons est de 610 millimètres; ils sont situés en ligne dans l'axe transversal du bogie et le premier essieu accouplé est seul attaqué. Cette disposition souvent employée en Allemagne, en Autriche et ailleurs permet la simplification de la distribution qui n'exige plus que deux mécanismes; à l'endroit des cylindres extérieurs, les longerons sont parfaitement entretoisés par le massif des cylindres

intérieurs; il est facile de visiter et de graisser en cours de route les grosses têtes des bielles motrices intérieures; enfin, comme les actions simultanées de la vapeur sur les quatre pistons s'équilibrent complètement, il en résulte que l'usure horizontale des coussinets et des boîtes de l'essieu moteur doit être quasi nulle.

Les principales conditions d'établissement de la locomotive n° 3303 sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Cylindres : diamètre	435 millimètres.
— course	610 —
Pression de marche	14 atmosphères.
Diamètre des roues motrices	1.98 mètre.
— — du bogie	0.90 —
Diamètre intérieur du corps cylindrique	1.65 —
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail	2.80 mètres.
Tubes : longueur	4.00 —
— nombre et diamètre extérieur : 25 de 127 millimètres et 180 de 50 millimètres.	
Surface de chauffe intérieure dans les tubes	138.87 mètres carrés.
— — dans le foyer	16.88 —
— — totale	155.75 —
— extérieure de surchauffe.	38.95 —
— de grille.	3.01 —
Poids à vide	76,000 kilogrammes.
Effort théorique de traction : $2 \times \frac{pd^2l}{D}$	16,850 —

Pour établir avec plus de certitude la valeur réelle de la machine n° 3303, celle-ci sera comparée à une locomotive compound à vapeur surchauffée, dénommée type 19, possédant les mêmes roues et un générateur identique, mais avec une pression de marche de 15.5 atmosphères. Cette machine est décrite plus loin (IV, § 2).

Un autre moteur à quatre cylindres égaux, n° 3302 (fig. 8), est actuellement en service; il ne diffère de la machine n° 3303 que parce qu'il utilise de la vapeur non surchauffée; aussi le diamètre des cylindres est de 420 millimètres au lieu de 435 millimètres.

Nous passerons successivement en revue les parties essentielles de la locomotive n° 3303.

Chaudière. — La boîte à feu est à berceau cylindrique, consolidé au moyen de tirants transversaux, de fers T rivés sur les côtés et de tirants verticaux supportant directement le ciel du foyer.

Le corps cylindrique, de forme télescopique, comporte trois viroles en tôle d'acier de 18 millimètres d'épaisseur; le plus grand diamètre intérieur est de 1.650 mètre. Les rivures longitudinales sont à double couvre-joints avec rivets de 23 millimètres de diamètre.

Quatre tirants de consolidation relient la face arrière de la chaudière à la tôle

tubulaire de la boîte à fumée (fig. 9 et 10); de plus, cette dernière tôle est raidie par des barres rattachées à l'intérieur du corps cylindrique.

Les tubes à fumée sont au nombre de 205, dont 25 en fer, de 127 millimètres de diamètre extérieur, et 180 en laiton, de 50 millimètres.

Chacun des vingt-cinq gros tubes renferme deux tuyaux en fer, recourbés en forme de U, destinés à la circulation de la vapeur à surchauffer au contact des gaz et flammes traversant la partie supérieure du faisceau tubulaire (fig. 9 à 13). Ces tuyaux aboutissent à un collecteur logé au sommet de la boîte à fumée, d'où partent les deux tuyaux de livraison aux cylindres. L'ensemble du système, permettant d'obtenir de la vapeur dont la température varie de 300 à 350° C., est dû à W. Schmidt de Wilhelmshöhe.

Un clapet sert à obturer les vingt-cinq gros tubes, lorsque la vapeur ne circule pas dans les tuyaux de surchauffe. Ce clapet, installé dans la boîte à fumée, est manœuvré par un levier établi dans l'abri du mécanicien; là se trouve également un cadran indiquant la température mesurée par un pyromètre à mercure, placé à l'entrée des tuyaux de livraison.

Le mécanicien se tient à gauche de l'abri; cet emplacement est celui adopté pour toutes les locomotives avec chaudières volumineuses construites depuis quelques années.

L'élévation de l'axe du générateur et l'obligation de respecter les gabarits ont imposé la nécessité de réduire à 598 millimètres la hauteur du dôme de prise de vapeur. Pour éviter les entraînements d'eau, ce dôme est muni d'un diaphragme traversé par deux tuyaux en col de cygne amenant la vapeur. L'un d'eux (fig. 9) est prolongé dans la chambre de vapeur et est crépiné sur une longueur de 1.80 mètre. Le régulateur à soupapes est du type usuel, mais à proportions renforcées.

Comme c'est le cas pour toutes les locomotives belges construites depuis quelques années, la chaudière est enveloppée d'un matelas en amiante recouvert de feuilles en tôle de fer.

Les appareils de sûreté dont est garni le générateur comprennent principalement quatre soupapes, installées au sommet du berceau de la boîte à feu, et deux tubes de niveau d'eau, placés à l'arrière et munis de protecteurs formés de glaces épaisses enchâssées dans une armature de laiton.

Chassis, suspension, bogie. — Les longerons, intérieurs aux roues, ont 26 millimètres d'épaisseur au droit du bogie; ils sont légèrement pliés vers l'intérieur.

Les boîtes à huile sont en acier moulé, avec coussinets en bronze garnis de métal blanc sur les portées en contact avec les fusées. Les ressorts à lames sont placés sous les boîtes et réunis par des balanciers longitudinaux à bras égaux (fig. 9).

Les tiges des ressorts sont guidées par des prolongements dans des étriers fixés aux longerons. Comme ces tiges travaillent à la compression, et que le ressort fléchi a une tendance à écarter de la verticale l'axe de la bride, celle-ci est reliée au-dessous de la boîte par un dispositif comprenant deux butées latérales.

Fig. 9. — Coupe longitudinale.

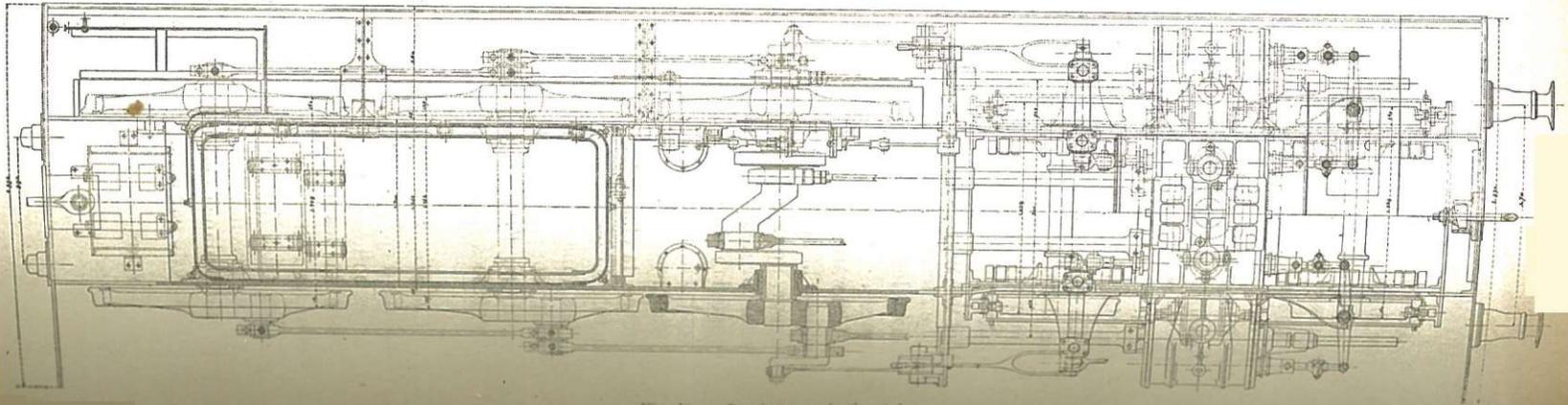
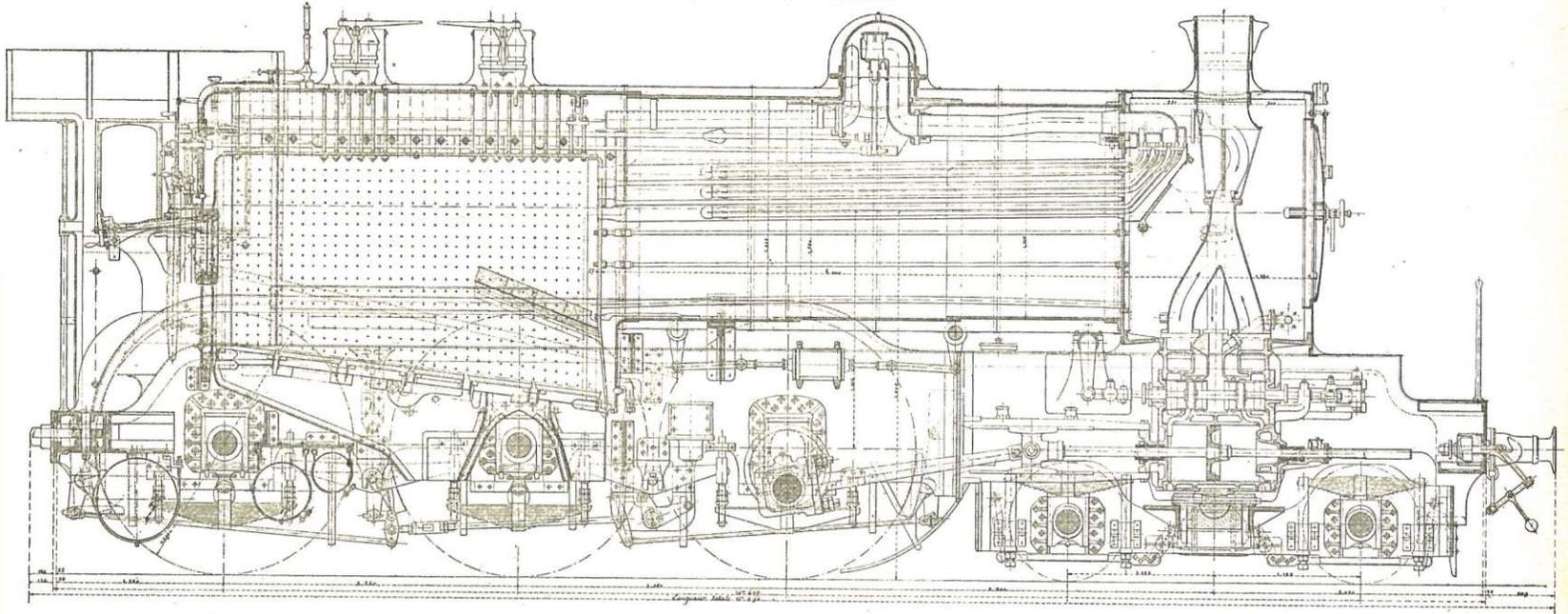


Fig. 10. — Demi-coupes horizontales.

Fig. 9 et 10. — Locomotive n° 3303 à quatre cylindres égaux, à simple expansion et à vapeur surchauffée.

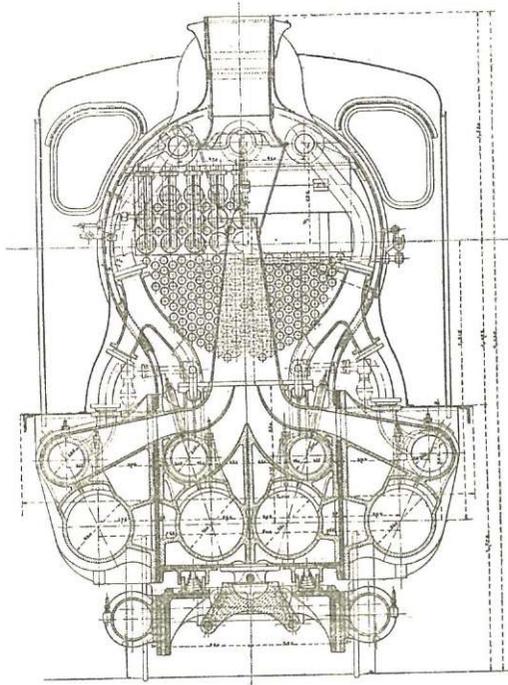


Fig. 11. — Coupe transversale dans la boîte à fumée.

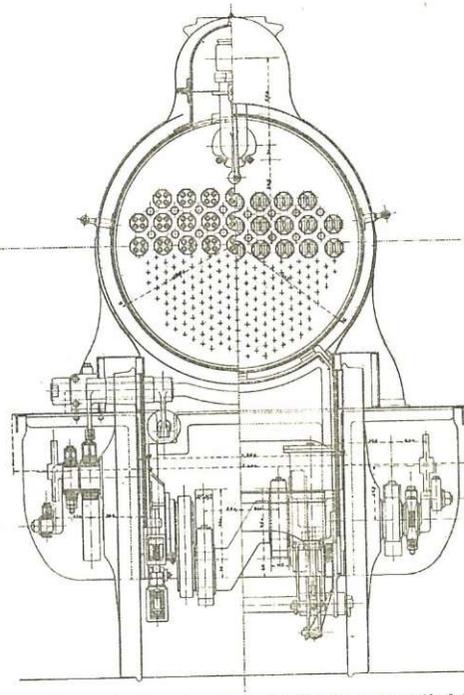


Fig. 12. — Demi-coupes transversales dans le corps cylindrique.

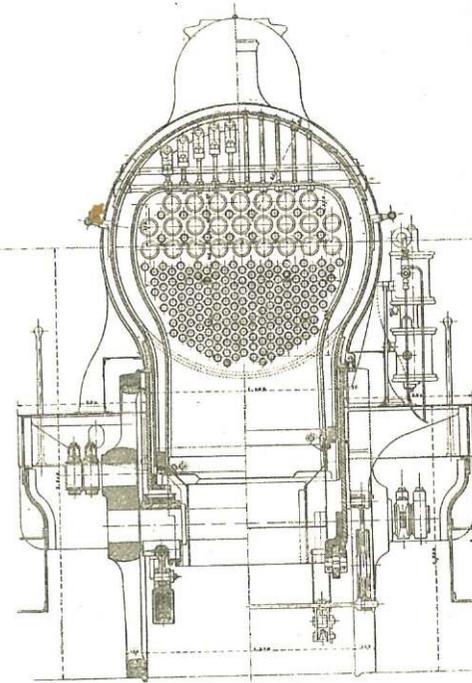


Fig. 13. — Demi-coupes transversales dans le foyer.

Fig. 11 à 13. — Locomotive n° 3303 à quatre cylindres égaux, à simple expansion et à vapeur surchauffée.

Le bogie, dont un modèle se trouve exposé dans la galerie du matériel de transport, est à longerons intérieurs avec quatre ressorts indépendants placés au-dessus des boîtes.

Il est chargé en son centre de rotation par l'intermédiaire d'un pivot sphérique (fig. 11). Deux buttoirs limitent éventuellement les oscillations de la machine autour de son axe longitudinal. Ces buttoirs compriment deux ressorts hélicoïdaux logés dans deux godets susceptibles de se mouvoir librement dans le sens horizontal sur la traverse du bogie.

Le déplacement latéral autorisé dans chaque sens est de 55 millimètres. Le rappel est produit par la gravité à l'aide de menottes inclinées, articulées à leur partie supérieure à la traverse dansante du bogie et à leur partie inférieure à la crapaudine. Ce système de rappel, simple, peu coûteux d'établissement et d'entretien, présente l'avantage d'être d'un fonctionnement toujours certain. Une broche de sécurité traverse le pivot sphérique et permet en cas de déraillement le soulèvement simultané du bogie et de la machine.

Mouvement. — Comme il y a quatre cylindres à simple expansion, il a été nécessaire de bifurquer les deux tuyaux de livraison. Ceux-ci sont en fer, car lorsque la vapeur est surchauffée, on évite, dans la mesure du possible, tout contact de celle-ci avec des pièces en cuivre, laiton ou bronze. Les tuyaux réservés à l'échappement convergent à la hauteur du centre du faisceau tubulaire où se trouve la tuyère à ouverture fixe (fig. 11).

Les quatre tiroirs de distribution sont cylindriques avec admission de vapeur au milieu. Cette disposition présente l'avantage de séparer complètement les conduits d'échappement des parois en contact avec la vapeur surchauffée; de plus, elle permet de remplacer les garnitures métalliques des tiges de tiroir par des fourreaux en bronze avec rainures circulaires pour la lubrification. L'étanchéité de chaque tiroir-piston est obtenue au moyen de trois cercles en fonte de forme appropriée, la pression de la vapeur agissant à l'intérieur du segment principal.

Les pistons sont munis de contre-tiges; les bourrages en métal blanc sont pressés par un ressort logé dans une boîte en fonte et permettent de légers déplacements latéraux aux tiges et contre-tiges; chaque piston comporte deux cercles rainurés sur tout leur pourtour.

Les deux mécanismes de distribution, qui sont extérieurs, sont du système Walschaerts; ils possèdent quelques organes supplémentaires nécessités par la présence de quatre cylindres et par l'emploi simultané de la distribution Walschaerts et de tiroirs cylindriques avec admission de vapeur entre les deux pistons conjugués. Dans ce dernier cas, en effet, les recouvrements sont changés de côté et les ouvertures des lumières d'admission sont produites par les bords intérieurs; il en résulte que les mouvements des distributeurs doivent être inverses de ceux qui se produisent lorsque les admissions se font par les bords extérieurs des tiroirs.

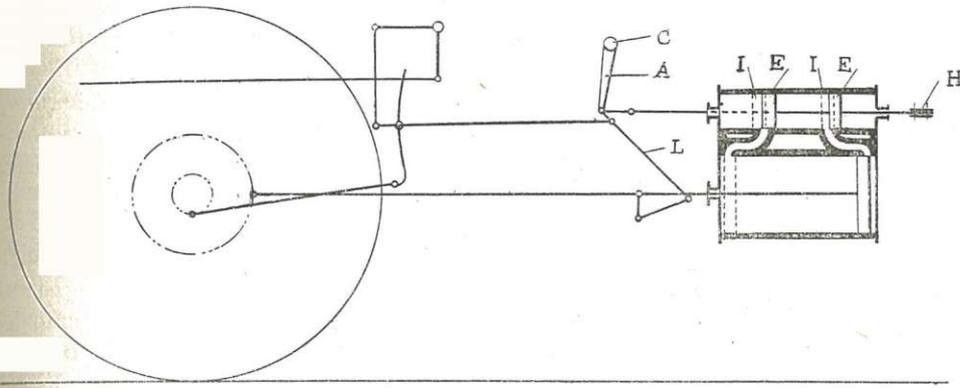


Fig. 14. — Élévation.

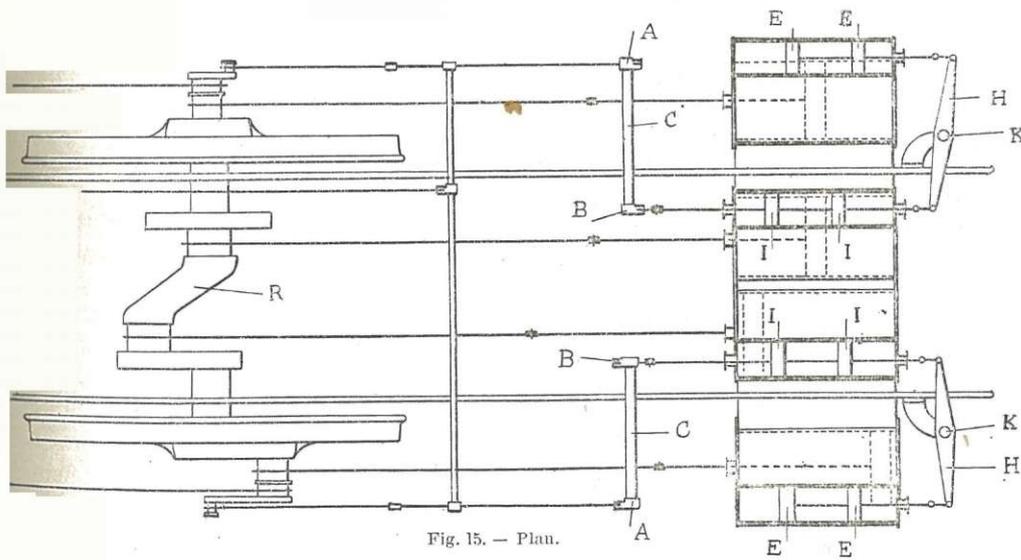


Fig. 15. — Plan.

Fig. 14 et 15. — Ensemble du mouvement de la locomotive n° 3303 à quatre cylindres égaux, à simple expansion et à vapeur surchauffée.

Avec une distribution Stephenson, il suffit pour obtenir ce résultat, de donner aux excentriques un calage diamétralement opposé au calage normal, ou bien d'utiliser un rocking-shaft de renvoi comme on l'a fait pour les locomotives type 35 (chap. II, § 2).

Dans le cas d'une distribution système Walschaerts, le décalage de l'excentrique ne

suffit pas, car ce décalage reste sans effet sur les avances qui sont produites par une extrémité du levier dont l'autre est menée par la crosse du piston. Il faut donc avoir recours à une disposition supplémentaire ou bien adopter une solution différente.

Celle qui a été choisie pour la machine 3303 consiste à faire conduire les tiroirs I des cylindres intérieurs par les leviers d'avance L des cylindres extérieurs au moyen des leviers A et B calés sur les arbres horizontaux C (fig. 14 et 15). Les tiroirs I des cylindres intérieurs mènent à leur tour les tiroirs E des cylindres extérieurs par l'intermédiaire des deux balanciers H articulés en K. On voit ainsi, comme les manivelles des cylindres extérieurs et intérieurs sont calées à 180°, que le but poursuivi est atteint, c'est-à-dire que chaque tiroir piston est animé de tous les mouvements inverses de ceux qu'il aurait s'il admettait la vapeur par les bords extérieurs.

Les pièces du mécanisme ont reçu des sections et des formes qui contribuent à les alléger dans la mesure du possible.

L'arbre de relevage (fig. 12) commandé par un servo-moteur à vapeur possède une courbure formant contrepoids et facilitant la manœuvre.

L'essieu coudé est à plateaux circulaires avec pièce oblique R réunissant les deux tourillons (fig. 15).

Le graissage des cylindres et des chapelles s'opère par deux graisseurs télescopiques à huit départs chacun ; le lubrifiant utilisé est une huile minérale à point d'inflammabilité élevé.

L'emploi de tiroirs cylindriques qui ne peuvent se soulever, entraîne la nécessité de munir les fonds de cylindres de soupapes de sûreté ; de plus, des reniflards sont placés sur les conduits d'admission de vapeur.

Le tender de la machine, qui n'est pas exposé, est à trois essieux. La contenance des caisses à eau est de 20,000 litres et les soutes à charbon peuvent recevoir 6,000 kilogrammes de combustible. Un tender de ce modèle est d'ailleurs accouplé à toutes les locomotives de grande puissance récemment construites.

Résultats d'essais. — Quelques voyages d'essai ont été effectués avec la locomotive n° 3303, avant son entrée à l'Exposition. Ces expériences ont révélé le bon fonctionnement et la puissance du nouveau moteur.

Le diagramme (fig. 16) est relatif à la remorque d'un train de 327,5 tonnes sur la ligne de Bruxelles-Nord à Liège. Il indique le profil de cette ligne, les vitesses moyennes entre les différentes bornes kilométriques et les températures correspondantes de la vapeur surchauffée.

III. — Locomotive compound à vapeur saturée.

Locomotive type « Atlantic » (fig. 17).

Constructeur : Société anonyme J. Cockerill, à Seraing.

Cette machine est, en principe, analogue à celles du même type actuellement utilisées par plusieurs compagnies françaises. La description en a été faite dans la plupart des revues périodiques s'occupant des questions relatives aux chemins de fer. Les derniers renseignements parus concernent les nouveaux moteurs de la Compagnie Paris-Orléans.

L'État belge ne possède que quelques locomotives compound du modèle *Atlantic*, mais cette administration vient de mettre en service un grand nombre de machines à six roues accouplées de 1.80 mètre et avec bogie, dénommées type 8, qui ne diffèrent des locomotives *Atlantic* que par les roues. Il a déjà été dit précédemment que sur le réseau belge il n'est pas possible de soutenir des vitesses très élevées sur des parcours de grande longueur, tandis qu'il circule quotidiennement un nombre considérable de trains directs de très fort tonnage.

Les dimensions principales de la machine compound *Atlantic* sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Cylindres : diamètre H. P.	360 millimètres.
— — B. P.	620 —
Course des pistons	640 —
Pression de marche.	15.5 atmosphères.
Diamètre des roues motrices	1.98 mètre.
— — du bogie.	0.90 —
— — porteuses	1.42 —
— intérieur du corps cylindrique	1.488 —
Tubes : longueur	4.400 mètres
— diamètre extérieur	0.070 mètre.
— nombre	139.
Surface de chauffe dans les tubes Serve	223.23 mètres carrés.
— — dans le foyer	16.17 —
— — totale	239.40 —
— de grille	3.08 —
Poids total en ordre de marche : 1 ^{er} essieu	10,380 kilogrammes.
— — — 2 ^e —	10,150 —
— — — 3 ^e —	17,400 —
— — — 4 ^e —	18,640 —
— — — 5 ^e —	16,580 —
Poids total en ordre de marche	73,150 —
— adhérent	36,040 —
— à vide	67,420 —
Effort théorique de traction : $\frac{1.5 \text{ pd}^1}{D}$	10,050 —

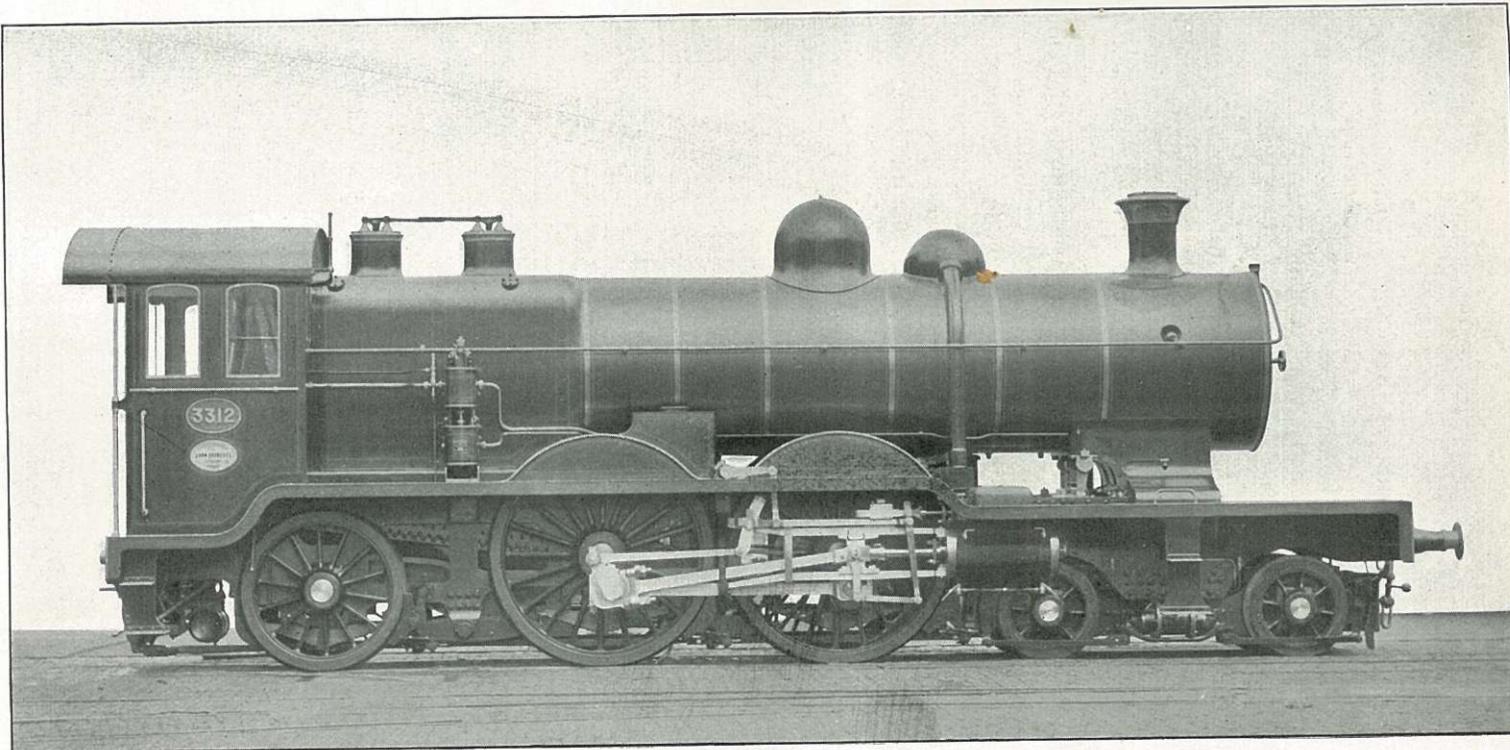


Fig. 17. — Locomotive type *Atlantic* compound à quatre cylindres.

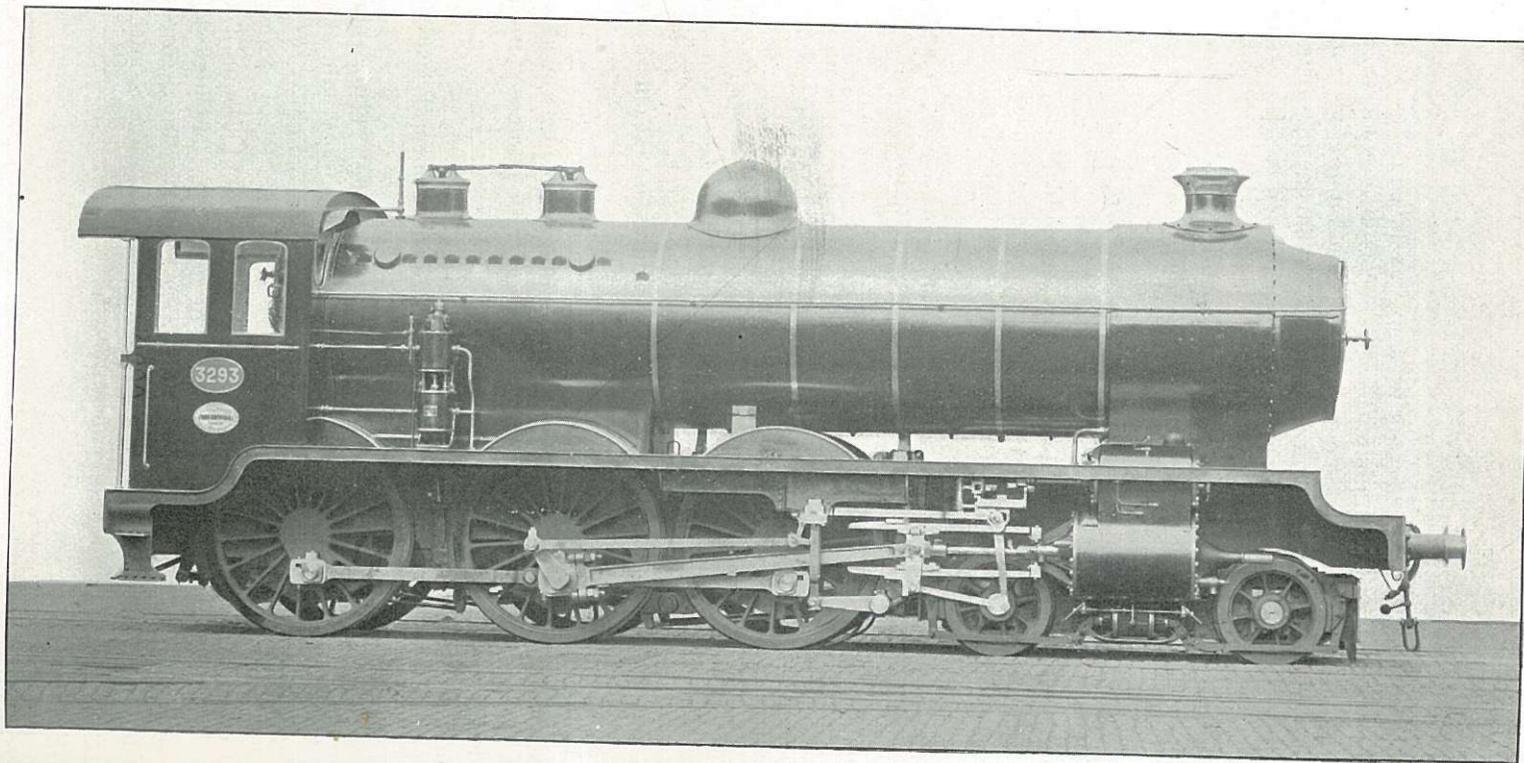


Fig. 25. — Locomotive type 19bis compound à quatre cylindres et à vapeur surchauffée.

La plupart des dispositions caractérisant les nouveaux moteurs des Compagnies du Nord, Paris-Orléans, etc., sont appliquées à la locomotive exposée : les deux cylindres H. P. extérieurs actionnent le deuxième essieu accouplé et les deux cylindres B. P. intérieurs attaquent le premier essieu ; les mécanismes de distribution, du système Walschaerts, sont au nombre de quatre et peuvent être liés ou rendus indépendants ; les appareils de démarrage comprennent un robinet d'injection de vapeur vive dans le receiver et un obturateur, lequel manœuvré par un servo-moteur à air comprimé, envoie directement dans l'atmosphère la vapeur sortant des cylindres H. P., etc.

Les principales particularités distinguant la machine exposée sont examinées ci-dessous :

Le bogie avec pivot sphérique, et rappel par bielles est semblable à celui décrit au chapitre II, § 3, à propos de la locomotive n° 3303 à quatre cylindres égaux. Les ressorts interposés entre les buttoirs latéraux et la traverse inférieure du bogie ont toutefois été supprimés.

Les différents éléments de ce modèle de bogie ont été agencés à la suite d'études entreprises par la direction de la Traction ; il a été appliqué à tous les nouveaux types de locomotives.

Le caisson entretoisant les cylindres extérieurs H. P. a reçu une forme qui permet, lors des stationnements sur voie ordinaire, la visite et le graissage des excentriques et des grosses têtes des bielles des cylindres intérieurs B. P.

Les boîtes à huile, les ressorts, les tiges de suspension, les têtes de bielles et d'autres organes sont semblables aux modèles adoptés pour les locomotives de grande puissance récemment construites pour le chemin de fer de l'État belge.

Il en est de même des appareils de sûreté et d'observation dont est munie la chaudière.

Enfin, le changement de marche à vapeur, du système Flamme-Rongy, est d'un modèle nouveau. Il a été étudié surtout pour être appliqué aux locomotives 4-6-0, semblables à la machine *Atlantic* et appelées à remorquer de nombreux trains de voyageurs à démarrages fréquents.

Nous donnons ci-dessous la description complète de cet appareil.

Les principaux organes nécessaires pour réaliser le changement de marche des pistons B. P. seront examinés en premier lieu.

Ainsi que l'indiquent le plan (fig. 18 à 20) et le schéma (fig. 21), un robinet à trois voies V alimente de vapeur par les tuyaux Y et Z un cylindre W dont le piston actionne la barre de relevage R ; celle-ci est fixée en C au levier de renvoi T solidaire du levier de changement de marche C (B. P.)

Le robinet V est mû au moyen du levier de manœuvre A, dont le point d'attache et de rotation B est fixé au levier de changement de marche C. La tringle de commande D du robinet V est assemblée au levier A par le pivot E ; celui-ci correspond à l'axe d'articulation F du levier C. La douille de F est fixée à la tôle S, attachée au longeron et servant de support à tout l'appareil.

Fig. 18. — Élévation.

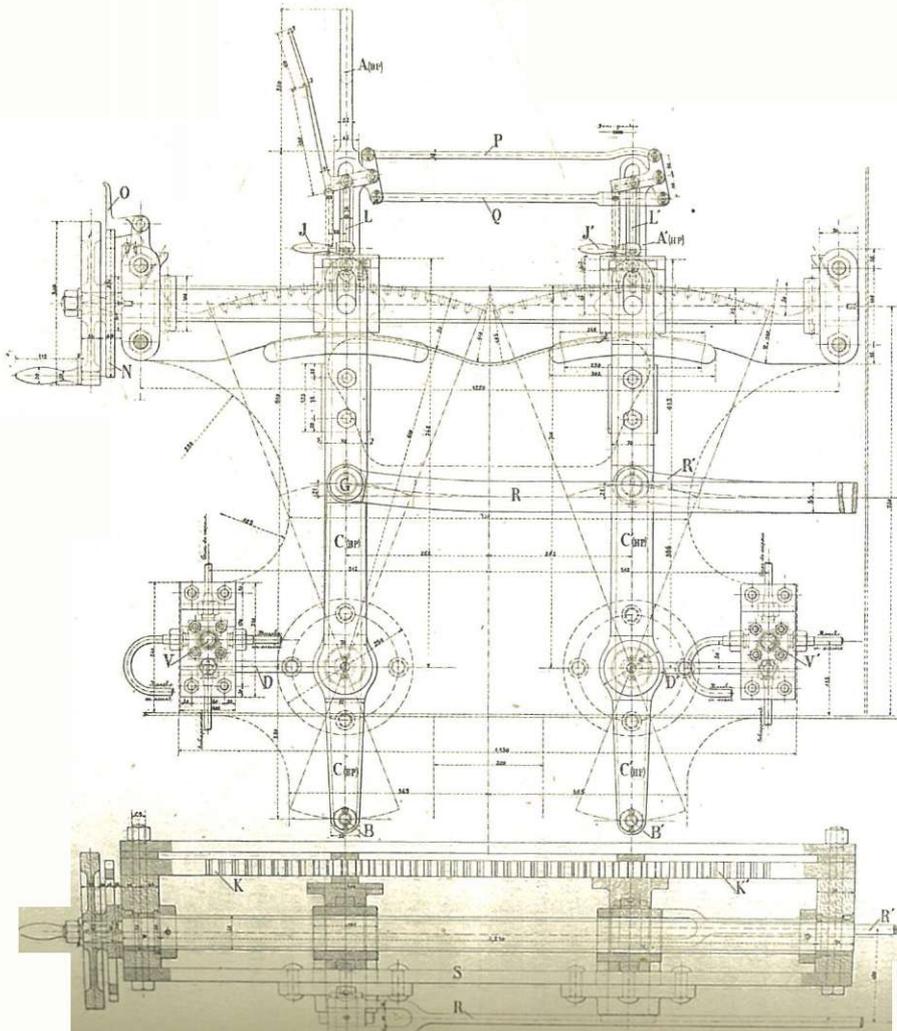


Fig. 19. — Coupe transversale par le changement de marche B. P.

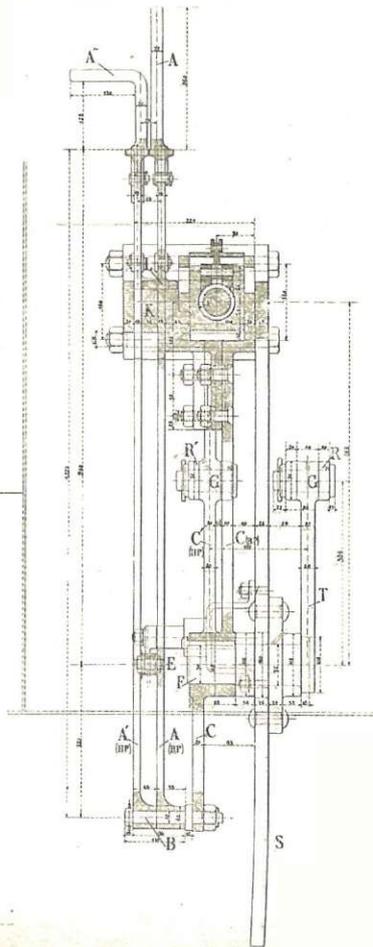


Fig. 20. — Coupe horizontale.

Fig. 18 à 20. — Changement de marche à vapeur, système Flamme-Rougy, de la locomotive compound type Atlantic.

Dès que le mécanicien manœuvre le robinet V en poussant à la main le levier A, il amène le déplacement du pivot E, et en même temps la vapeur s'introduit, suivant le sens de la rotation, par les tuyaux Y ou Z dans le cylindre W du servo-moteur (fig. 21); aussitôt, par l'action du piston sur la barre R et sur le levier C, il se fait que les pivots E et F se trouvent ramenés à leur position correspondante, et le robinet V à celle produisant la fermeture de l'admission de vapeur et par suite l'immobilisation du levier C. Au contraire, tant que par suite de la poussée exercée à la main sur A, les leviers A et C occuperont les positions respectives indiquées (fig. 22), le mouvement de C continuera à se produire dans le sens indiqué par la flèche.

Nous mentionnons ci-dessous les organes supplémentaires nécessaires pour obtenir le changement de marche des pistons H. P. et pour pouvoir manœuvrer simultanément ou séparément les arbres de relevage des mécanismes H. P. et B. P. Ces organes comprennent notamment des pièces semblables à la plupart de celles énumérées à propos du changement de marche B. P. Ainsi que l'indiquent les figures 18 à 24, il y a un levier de manœuvre A', un levier de changement de marche C', une barre de relevage R', un robinet à trois voies V', un cylindre à vapeur W' coulé d'une pièce avec le cylindre W, etc., etc.

Afin de mettre à la portée du mécanicien les deux leviers de manœuvre A (B. P.) et A' (H. P.), ce dernier est doublé en A''; les deux leviers A' et A'' sont réunis par les tringles P et Q.

La figure 21 indique les positions des différents leviers pour une marche où l'admission de vapeur dans les cylindres H. P. est inférieure à celle dans les cylindres B. P.

L'appareil est complété par la disposition classique de la vis avec volant de manœuvre. Il y a deux demi-écrous avec manettes de débrayage J et J' (fig. 18 et 19). Pour les déplacements des leviers C et C' nécessités par le réglage de la détente, le mécanicien utilise la vis; les servo-moteurs interviennent alors pour rendre extrêmement aisé le mouvement de rotation du volant de commande. Le déplacement à l'aide de la vis de l'un des leviers C ou C', indépendamment de l'autre, nécessite le débrayage du demi-écrou correspondant à ce dernier. Les deux peignes sont évidemment relevés lorsqu'il s'agit de renverser la marche ou de réaliser une manœuvre très rapide des leviers C et C'.

Deux secteurs dentés K et K' et deux verrous à ressort, actionnés par des manettes, servent à fixer les leviers C et C' dans les positions correspondant aux degrés d'admission que l'on désire réaliser. Le verrou L' du levier C' (fig. 18 à 20) se manœuvre à l'aide d'une manette portée par la poignée de A'' et par l'intermédiaire des tringles P et Q.

Enfin, la roue à encoches N et le verrou O sont utilisés lorsqu'on désire obtenir pour les leviers C et C' des positions intermédiaires entre deux crans successifs des secteurs.

Malgré une certaine complication apparente, tous les mouvements des leviers,

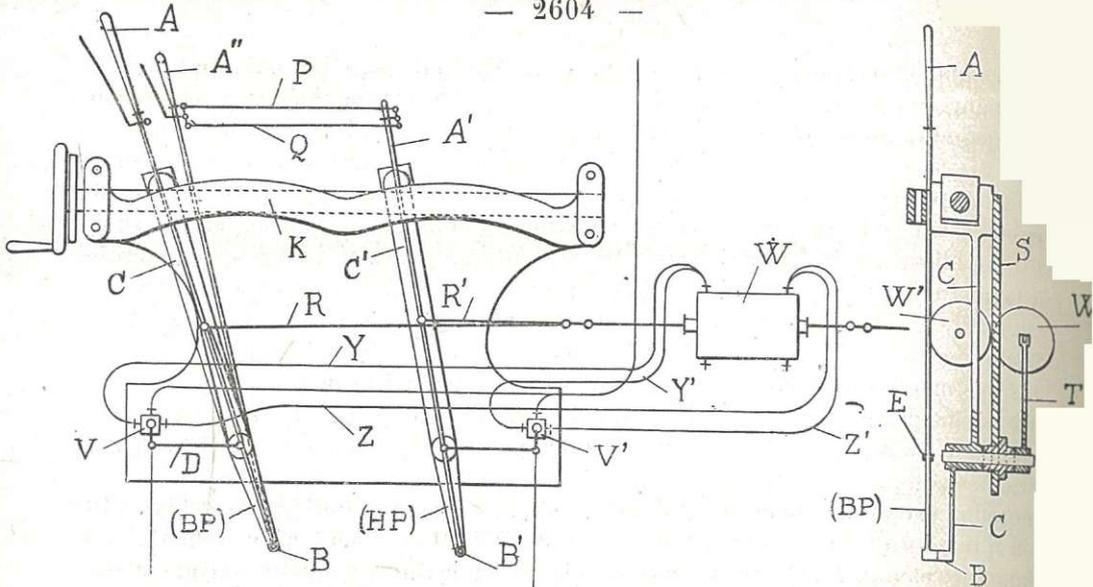


Fig. 21. — Schéma montrant les positions des leviers pour une marche avec admission dans les cylindres H. P. inférieure à celle dans les cylindres B. P.

Fig. 23. — Coupe transversale par le changement de marche B. P.

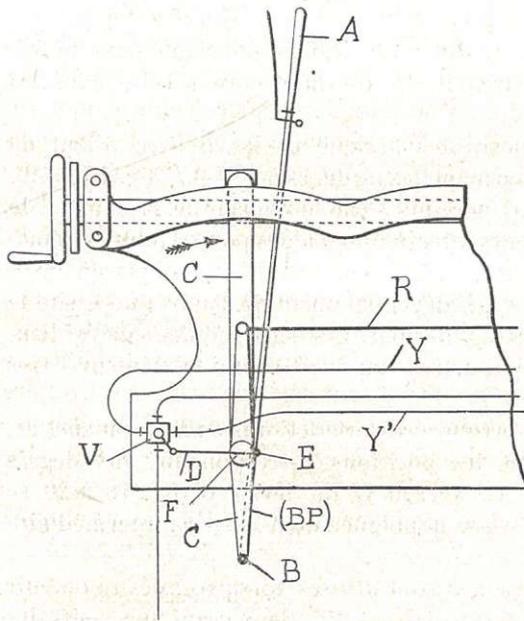


Fig. 22. — Schéma montrant les positions des leviers lorsque le servo-moteur est en action pour changer le sens de la marche des pistons B. P.

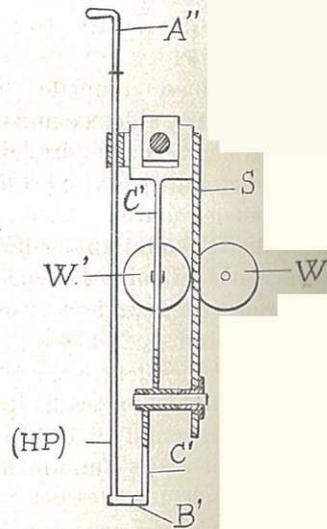


Fig. 24. — Coupe transversale par le changement de marche H. P.

Fig. 21 à 24. — Changement de marche à vapeur, système Flamme-Rongy, de la locomotive type *Atlantic*.

tant pour le renversement du sens de la marche que pour les variations dans le degré de détente des cylindres H. P. et B. P., s'effectuent rapidement, avec aisance, et sans le moindre effort.

IV. — Locomotives compound et à vapeur surchauffée.

1^o Locomotive type 19^{bis} (fig. 25, page 2600; fig. 26 et 27, page 2606).

Constructeur : Société anonyme J. Cockerill, à Seraing.

Dispositions générales.

Cette machine étudiée d'après les données de M^r l'administrateur Bertrand par M^r l'inspecteur général Flamme, avec la collaboration de la Société Cockerill, est remarquable surtout parce qu'elle est à la fois compound à quatre cylindres et à vapeur surchauffée.

Les moteurs de cette série, qui seront au nombre de 8, comportent six roues accouplées de 1.80 mètre avec bogie. Ils appartiennent donc à une catégorie de locomotives dont l'emploi se développe tous les jours sur les lignes de l'État belge, par suite surtout de l'accroissement incessant du tonnage des trains de voyageurs, directs ou non. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que la Belgique est un pays où la population est excessivement dense; de plus, les déplacements y sont très favorisés par un ensemble de combinaisons fort avantageuses pour les voyageurs.

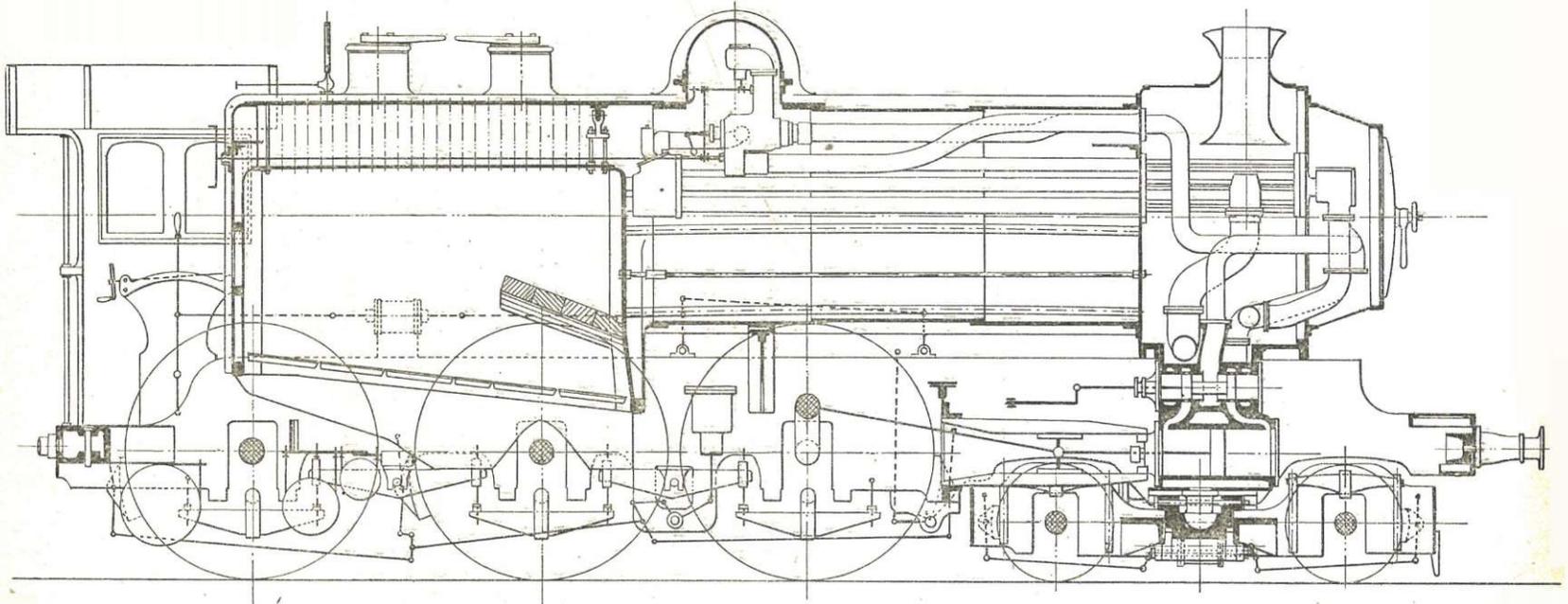
Les quatre cylindres de la locomotive type 19^{bis} sont disposés de la manière suivante : les deux cylindres H. P., qui sont intérieurs, devancent légèrement l'axe transversal du bogie et attaquent le premier essieu accouplé; les cylindres B. P., qui sont extérieurs, sont placés dans l'axe du bogie et actionnent le deuxième essieu.

Cette disposition présente tous les avantages préconisés en faveur de la division des efforts au point de vue des essieux et des bielles d'accouplement. D'autre part, il devient possible de réduire à deux le nombre des mécanismes de distribution, et de créer pour la visite et le graissage, un accès facile aux têtes de bielle des cylindres intérieurs H. P.; de plus, ceux-ci constituent le caissonnement naturel du châssis à l'endroit des cylindres B. P. extérieurs, chacun de ceux-ci étant coulé d'une pièce avec le cylindre H. P. correspondant.

Les principales conditions d'établissement de la machine type 19^{bis} sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Cylindres HP : diamètre	360 millimètres.
— BP —	620 —
Course des pistons	680 —
Pression de marche	15.5 atmosphères.

Fig. 26. — Coupe longitudinale.



2000

Fig. 27. — Demi-coupe horizontale.

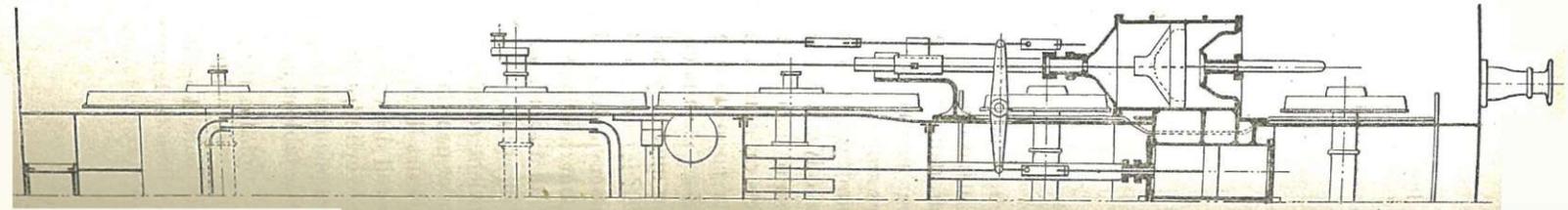


Fig. 26 et 27. — Locomotive type 19bis, compound à quatre cylindres et à vapeur surchauffée.

N. B. — Le schéma (fig. 26 et 27) est relatif à une machine projetée, entièrement semblable à la locomotive type 19^{bis}, mais à roues de 1^m08 au lieu de 1^m50.

Diamètre des roues motrices	1.80 mètre.
— du bogie	0.90 —
— intérieur du corps cylindrique	1.65 —
Tubes : longueur	4.00 mètres.
— nombre et diamètre extérieur : 30 de 107 millimètres et 219 de 50 millimètres.	
Surface de chauffe intérieure dans les tubes	157.62 mètres carrés.
— — dans le foyer	18.35 —
— — totale	175.97 —
— extérieure de surchauffe	41.50 —
— de la grille	3.01 —
Poids à vide	74,000 kilogrammes.
Effort théorique de traction $\frac{1.5 p d^{2.7}}{D}$	11,700 —

Chaudière. — Le générateur est dans ses lignes principales semblable à celui décrit à propos de la machine à quatre cylindres égaux (chap. II, § 3). Il présente les mêmes dispositions en ce qui concerne la boîte à feu extérieure, le corps cylindrique, le foyer, etc.

Les dimensions fondamentales des deux chaudières sont également les mêmes, à l'exception du foyer qui par suite de la réduction du diamètre des roues motrices, a pu être approfondi de 20 centimètres, l'axe de la chaudière étant maintenu à 2.80 mètres du rail.

De plus, le timbre a été porté à 15.5 atmosphères. Cette pression élevée dans un générateur de 1.65 mètre de diamètre, oblige à soigner tout particulièrement la confection des rivures.

En ce qui concerne la surchauffe de la vapeur, les dispositifs employés diffèrent complètement pour les deux moteurs.

Nous indiquons ci-dessous les parties essentielles, et le fonctionnement du surchauffeur qui a été étudié par la Société Cockerill. Cet appareil actuellement en service sur une machine identique à celle figurant à l'Exposition est exclusivement destiné à rechercher expérimentalement s'il est avantageux, avec une locomotive compound à quatre cylindres, de surchauffer la vapeur à l'entrée des cylindres H. P. et B. P. ou à celle des cylindres B. P. seulement.

Le surchauffeur proprement dit se compose essentiellement d'une série de trente gros tubes à flammes renfermant chacun trois tuyaux destinés à la circulation de la vapeur à surchauffer (fig. 28 à 30). Le rôle des compartiments C et H logés dans le corps cylindrique et des collecteurs J et D installés dans la boîte à fumée est exposé plus loin. En B se trouve une valve à trois pistons destinée à diriger la vapeur venant du régulateur vers le compartiment C ou dans le tuyau L, suivant que le mécanicien désire réaliser la surchauffe H. P. et B. P. ou BP seulement. Les mouvements de la valve B sont automatiquement répétés par une valve identique, logée en B', grâce à la vapeur emplissant le tuyau L.

La destination des différents conduits est indiquée ci-après, à propos de l'explication du fonctionnement de l'appareil.

Locomotive type 19bis, compound à quatre cylindres et à vapeur surchauffée.

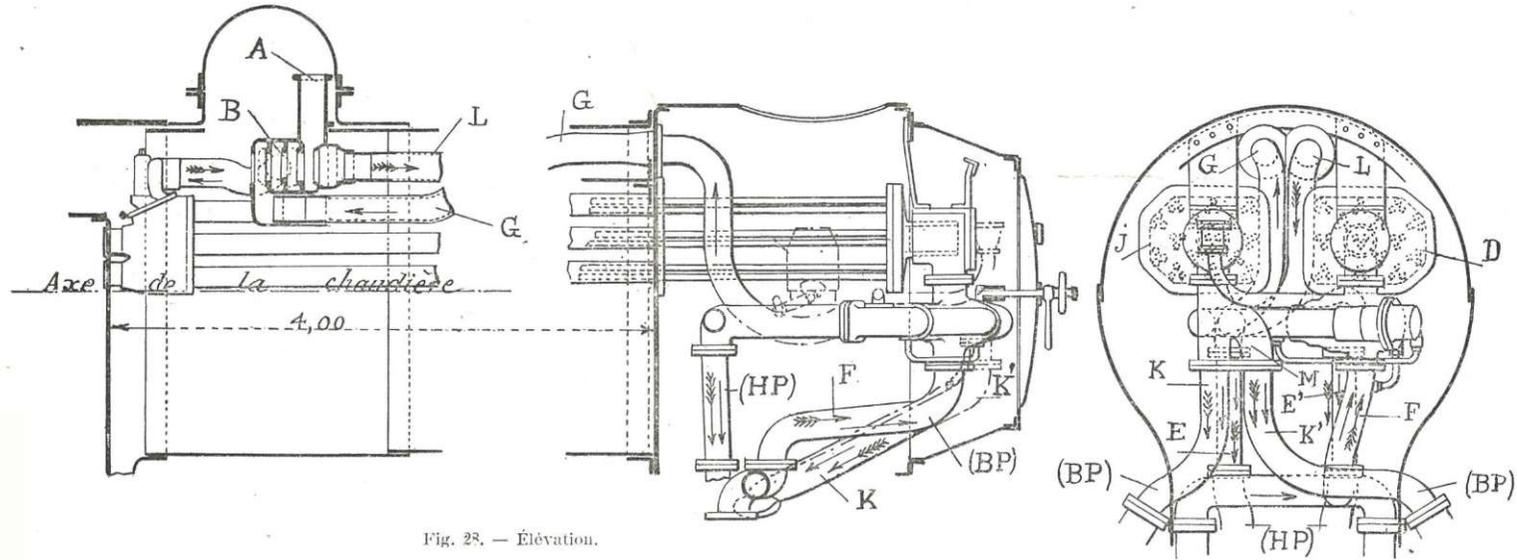


Fig. 28. — Élévation.

Fig. 29. — Vue d'avant.

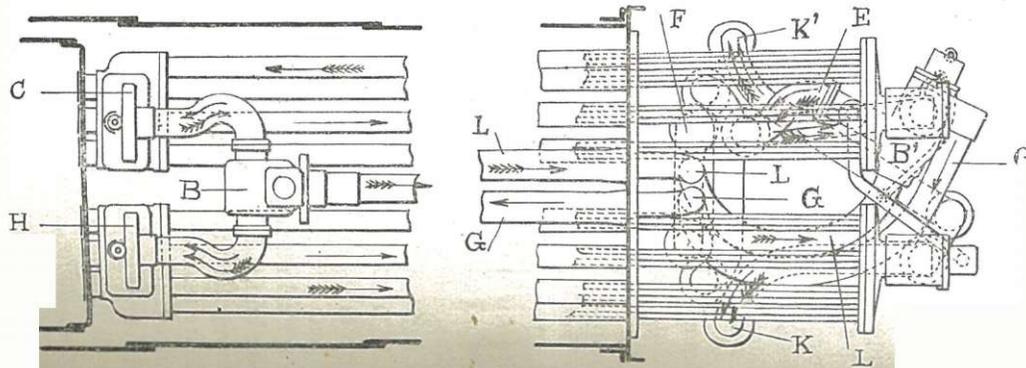


Fig. 30. — Plan.

Fig. 28 à 30. — Surchauffeur, système Cockerill, destiné aux expériences comparatives entre la surchauffe à l'entrée des cylindres H. P. et B. P. et celle à l'entrée des cylindres B. P. seulement.

Supposons que l'on veuille réaliser la surchauffe à l'entrée des cylindres H. P. et B. P. (trajet de la vapeur indiqué [fig. 28 à 30] à l'aide des flèches non barbelées).

Dans cette première hypothèse, la vapeur sortant du régulateur A se dirige en passant par la valve B vers le compartiment C. Ensuite, elle traverse le faisceau gauche des tuyaux de surchauffe et aboutit au collecteur D, d'où elle se rend aux cylindres H. P. en passant par la valve B' et les tuyaux E.

La vapeur surchauffée après détente dans les cylindres H. P., en sort par le conduit F, traverse la valve B', puis le tuyau G logé en partie dans le corps cylindrique pour aboutir au compartiment H. De là la vapeur se rend dans les tubes de surchauffe du faisceau droit et arrive au collecteur C, d'où elle est dirigée par les tuyaux K vers les cylindres B. P.

Dans la deuxième hypothèse, lorsque tout l'appareil est utilisé à réaliser la surchauffe à l'entrée des cylindres B. P. seulement (trajet de la vapeur indiqué [fig. 28 à 30] à l'aide des flèches barbelées), il faut que le mécanicien place la valve B dans la position qui dirige la vapeur directement du modérateur A dans le tuyau L; elle se rend alors aux cylindres H. P. après avoir traversé la valve B' et les tuyaux de livraison E et E'.

À la sortie des cylindres H. P., la vapeur traverse le conduit F, la valve B' et entre dans le collecteur D. De là elle parcourt d'avant en arrière le faisceau gauche des tuyaux de surchauffe et aboutit dans le compartiment C. De celui-ci elle passe par la valve B dans le compartiment H et traverse le faisceau surchauffeur droit; elle se rend ensuite dans le collecteur J, et de là, par les tuyaux de livraison K et K' dans les cylindres B. P.

On voit par la description ci-dessus que ce surchauffeur présente l'inconvénient de nécessiter une valve à l'intérieur du générateur et une volumineuse tuyauterie dans la boîte à fumée. Nous croyons donc utile de rappeler encore que cet appareil est construit uniquement afin de pouvoir expérimenter sur un même moteur la surchauffe dans les quatre cylindres et celle dans les cylindres de détente seulement.

Les prochaines machines de la série 49^{bis} seront munies de surchauffeurs débarassés des deux valves et de plusieurs tuyaux. La simplification sera surtout importante si la surchauffe B. P. est définitivement adoptée. Dans ce dernier cas, il est probable qu'on pourra supprimer le caisson tronconique formant l'avant de la boîte à fumée.

L'appareil permettant de surchauffer la vapeur à l'entrée des cylindres de détente seulement est décrit au paragraphe suivant, à propos de la locomotive type 49. Les deux premières locomotives type 49^{bis} qui seront mises en service après le moteur de ce modèle destiné aux expériences seront également pourvues de ce dernier système de surchauffeur.

Châssis, suspension, bogie. — Toutes les particularités relatives à ces différentes parties et signalées à propos de la locomotive n° 3303 à quatre cylindres égaux (II, § 3), se retrouvent sur la machine type 49^{bis}. Il est donc inutile d'y revenir.

Mouvement. — Le rapport entre les volumes des cylindres B. P. et H. P. atteint 2.91; ce chiffre élevé tend à abaisser la contre-pression sur les pistons B. P.

Les mécanismes de distribution, du système Walschaerts, sont au nombre de deux pour les quatre cylindres; ils sont établis de manière à rendre sensiblement les mêmes les admissions simultanées dans les cylindres H. P. et B. P.; il n'y a en effet qu'une avance constante de 2 à 3 p. c. en faveur des cylindres de détente.

Le degré d'admission maximum dans les cylindres H. P. atteint 90 p. c., ce qui est très avantageux pour les démarrages.

Ceux-ci sont d'ailleurs facilités par une injection de vapeur vive à 6 atmosphères dans les cylindres B. P. Cette opération se fait automatiquement, à l'aide d'une valve à pistons différentiels, logée dans la boîte à fumée, et distribuant la vapeur vive aux cylindres B. P., tant que la pression à l'admission n'y atteint pas 6 atmosphères.

Le fonctionnement de la valve de démarrage est arrêté à l'aide d'un levier manœuvré par le mécanicien.

L'emploi de cette valve et les admissions prolongées dans les cylindres H. P., correspondant aux positions extrêmes des coulisseaux dans les coulisses, dispensent de l'installation du mécanisme permettant l'échappement direct dans l'atmosphère des cylindres H. P.

Les espaces morts des petits cylindres ont été largement assurés, de manière à éviter toute compression excessive. C'est cette précaution qui explique la forme des conduits d'admission aboutissant aux lumières circulaires des chapelles cylindriques (fig. 26). L'influence nuisible de ces espaces morts est d'ailleurs réduite lorsque la vapeur est surchauffée à l'entrée des cylindres H. P.

Les quatre tiroirs de distribution reçoivent la vapeur vive entre les pistons conjugués. Il a été dit à propos de la locomotive n° 3303 à quatre cylindres égaux (chap. II, § 3) que, dans ce cas, les déplacements des distributeurs doivent être inverses de ceux qui se produisent lorsque les admissions se font par les bords extérieurs. C'est pourquoi les deux contre-manivelles de la machine type 19^{bis} ont reçu un calage diamétralement opposé au calage normal.

Quant à la question des avances, elle a été résolue pour chacun des deux mécanismes de distribution, en reportant en A, à l'extrémité supérieure du levier d'avance (fig. 31) le point d'attaque de la bielle de coulisseau C, et en articulant la tige du tiroir extérieur correspondant E, immédiatement en dessous en B; cette articulation est réalisée à l'aide du pivot B et de la pièce D qui sert en même temps, ainsi que la glissière F, à guider la tige du tiroir E.

Les tiroirs intérieurs I (fig. 32) sont mus par les tiroirs extérieurs E au moyen des deux balanciers transversaux H oscillant autour des axes K. Le guidage de chaque tiroir I nécessite une glissière G.

Le schéma (fig. 31 et 32) montre également que les manivelles de chaque groupe de cylindres sont calées à 90° l'une de l'autre, et que celles des cylindres de détente sont à 180° de celles des cylindres H. P.

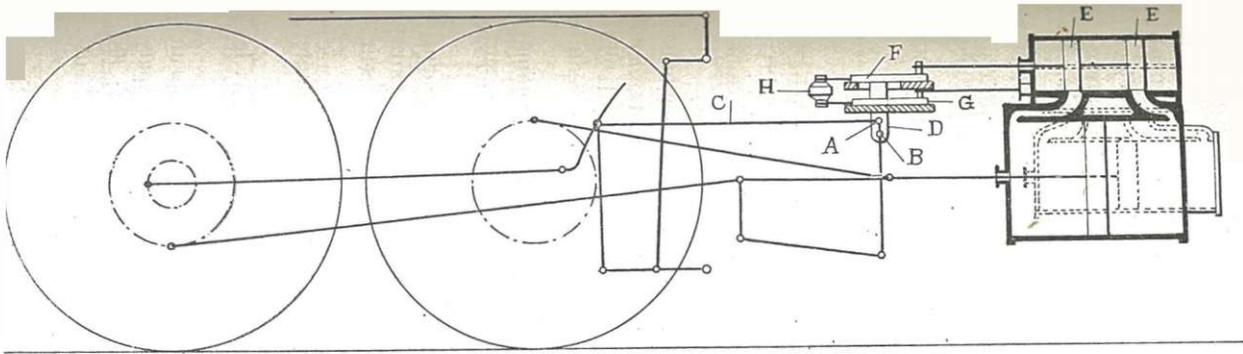


Fig. 31. — Élévation.

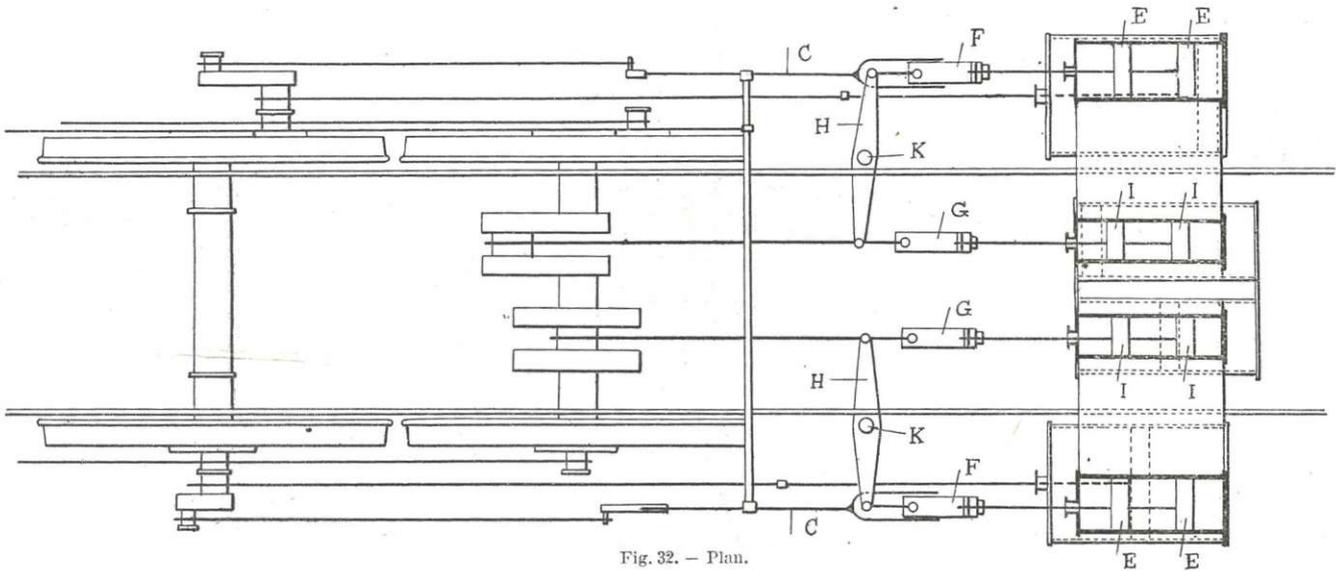


Fig. 32. — Plan.

Fig. 31 et 32. — Ensemble du mouvement de la locomotive type 19bis compound à quatre cylindres et à vapeur surchauffée.

Les tiroirs étant cylindriques, les fonds des cylindres sont munis de soupapes de sûreté, et des reniflards sont montés sur les conduits d'admission aux cylindres H. P. et sur les réservoirs intermédiaires.

On remarque que les couvercles des cylindres extérieurs B. P. sont fortement bombés (fig. 26 et 27). Cette forme, adoptée afin de ne pas devoir dépasser 3 mètres pour la longueur des bielles motrices extérieures, évite en même temps tout porte-à-faux exagéré des tiges de piston. D'autre part, c'est pour avoir des bielles motrices intérieures suffisamment longues que les cylindres H. P. ont été légèrement reculés au delà de l'axe transversal du bogie.

Un tender de 20,000 litres, semblable à celui cité à propos des machines type 35 et n° 3303 est destiné à être accouplé à chaque locomotive type 19^{bis}.

§ 2. — Locomotive type 19.

Constructeur : Société anonyme J. Cockerill, à Seraing.

Cette locomotive ne diffère de la machine type 19^{bis}, décrite au paragraphe précédent, que par les deux points suivants :

- 1° Elle est munie de roues de 1.98 mètre au lieu de 1.80 mètre de diamètre;
- 2° Les cylindres H. P. intérieurs et les cylindres B. P. extérieurs, disposés tous les quatre dans l'axe transversal du bogie, actionnent exclusivement le premier essieu accouplé ;
- 3° La vapeur est surchauffée à l'entrée des cylindres B. P. seulement.

L'accroissement du diamètre des roues assigne plus particulièrement comme sphère d'action aux machines type 19, la remorque des trains express lourds, sur lignes de niveau et à inclinaisons moyennes.

Les modifications dans la position des cylindres et l'attaque des essieux amènent naturellement une série de différences entre les organes du mouvement des moteurs 19 et 19^{bis}; cependant, en principe, les distributions des deux locomotives demeurent complètement semblables.

L'appareil destiné à surchauffer la vapeur à l'entrée des cylindres de détente seulement est représenté figures 33 à 35.

Ainsi que l'indiquent les flèches, la vapeur passe du modérateur A dans le conduit L et de là par les tuyaux de livraison E et E' aux cylindres H. P.

L'échappement s'effectue dans les tuyaux F aboutissant au collecteur D; la vapeur traverse alors successivement le faisceau gauche des tubes de surchauffe, les compartiments C et H et le faisceau droit du surchauffeur aboutissant au collecteur J; de celui-ci la vapeur surchauffée est menée par les tuyaux de livraison K et K' aux cylindres de détente.

Ainsi qu'il a déjà été dit, la locomotive exposée est plus particulièrement destinée à être comparée à la machine n° 3303 à quatre cylindres égaux et à vapeur surchauffée (chap. II, § 3).

Locomotive type 19, compound à quatre cylindres et à vapeur surchauffée.

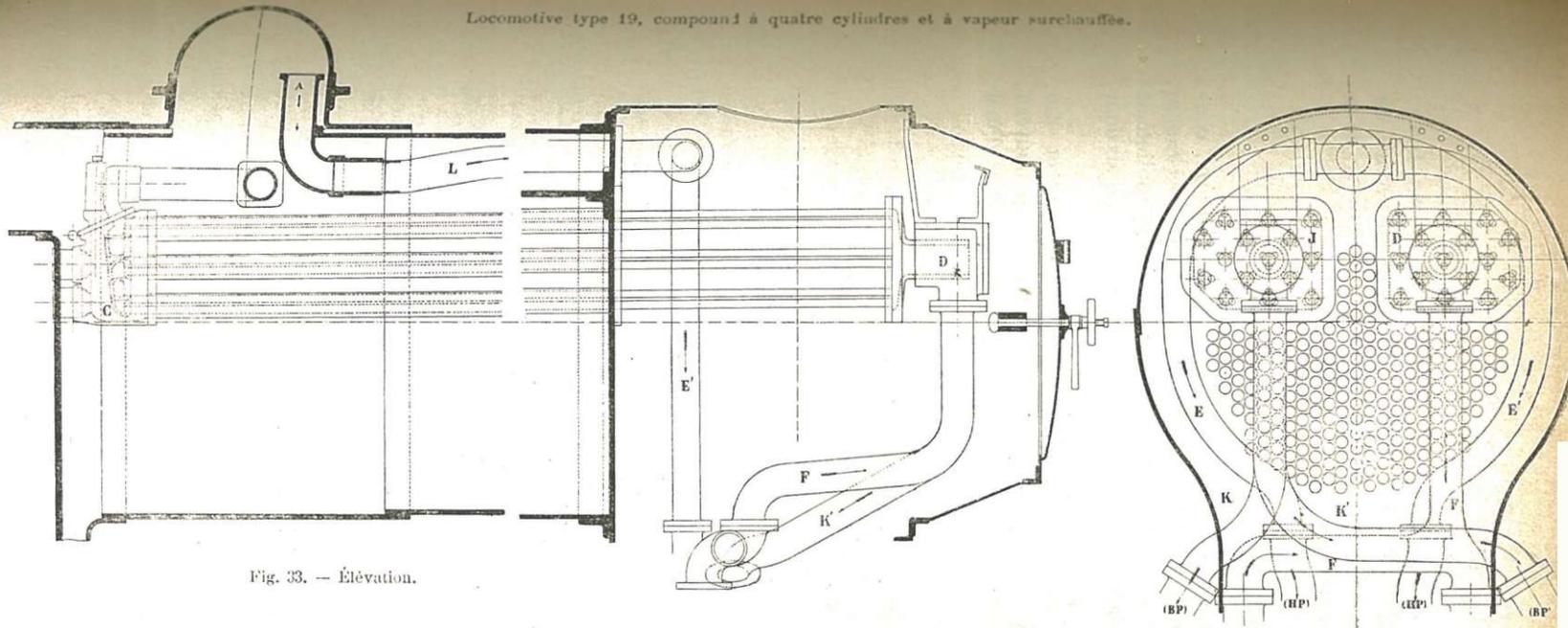


Fig. 33. — Élévation.

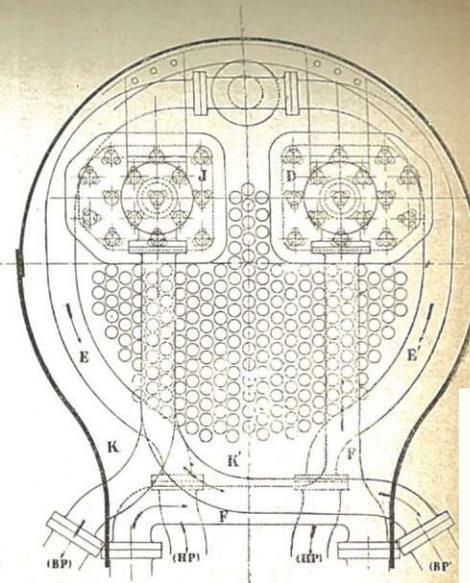


Fig. 34. — Vue d'avant.

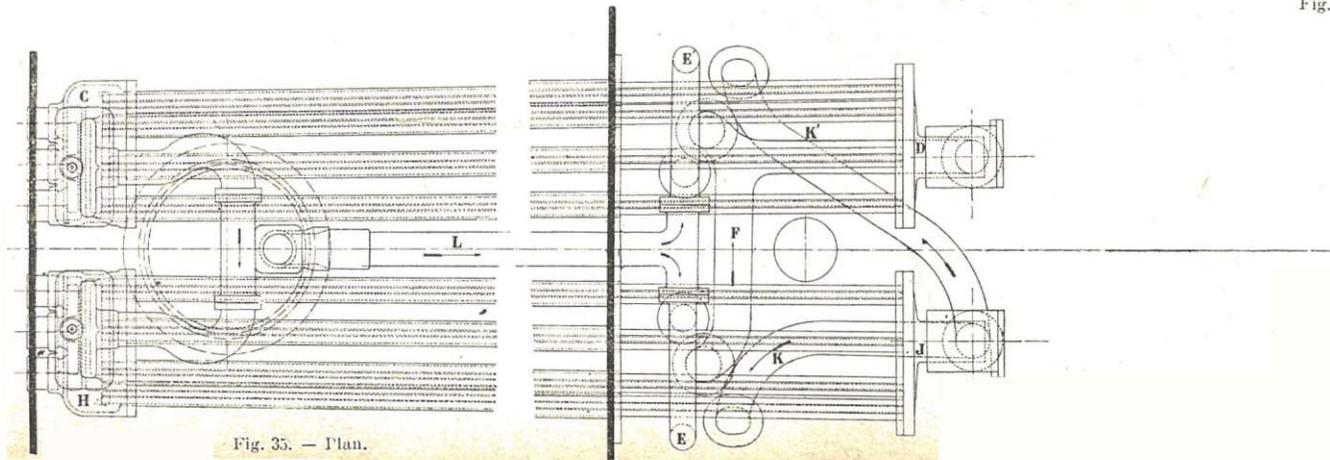


Fig. 35. — Plan.

Fig. 33 à 35. — Surchauffeur, système Cockeril, pour surchauffe à l'entrée des cylindres B. P.

De plus, un moteur type 19, mais à vapeur saturée, actuellement en service, est mis en parallèle avec la locomotive à quatre cylindres égaux, non pourvue de la surchauffe, dont question au chapitre II, § 3.

* * *

Les nombreuses locomotives appartenant à l'Etat belge et exposées à Liège, constituent un témoignage probant des multiples efforts accomplis ces dernières années en Belgique, pour relever la puissance de la locomotive à vapeur, en lui appliquant tous les perfectionnements consacrés par l'expérience ou encore à l'étude, mais dont l'efficacité semble chaque jour devenir plus certainè.

Les expériences comparatives entre ces différentes machines pourront être organisées d'une façon tout à fait scientifique, lorsqu'on disposera du nouveau wagon-dynamomètre figurant actuellement à l'exposition et faisant l'objet d'une étude très documentée dans le présent numéro du *Bulletin du Congrès*.