

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.



SOMMAIRE. — Exposition de 1900 : Les locomotives à l'Exposition de 1900. Locomotive à grande vitesse « compound-tandem » construite par l'usine Poutiloff, à Saint-Petersbourg (*planche VI*), p. 85; F. BARBIER; — L'éclairage à l'Exposition de 1900 (*suite*), p. 89; H. GUÉRIN; — Groupe électrogène de 1400 chevaux, des Sociétés d'Augsbourg et Nuremberg réunies et de la Société d'électricité Lahmeyer, p. 92; Alfred BOUDON. — Variétés : Nouveau type de foyer fumivore, p. 96; — Brûleur pour combustibles liquides, p. 96;

— Pulvérisateur pour réfrigérants d'eau de condensation, p. 97; — Appareil de levage à double effet, système G. Kieffer, p. 97.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils (16 novembre 1900), p. 98; — Académie des Sciences (26 novembre 1900), p. 98. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 99; — Ouvrages récemment parus, p. 100.

*Planche VI : Locomotive à grande vitesse des chemins de fer de l'État russe.*

## EXPOSITION DE 1900

### LES LOCOMOTIVES A L'EXPOSITION DE 1900

Locomotive à grande vitesse « compound-tandem » construite par l'usine Poutiloff, à Saint-Petersbourg.

(*Planche VI.*)

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — En Russie, les chemins de fer sont exploités en majeure partie par l'État. Sur une longueur totale de

service, cette année, quarante-neuf locomotives pour voie normale russe, du type qui fait l'objet de cette description. L'importante Société des Usines Poutiloff a construit jusqu'à présent cent quinze machines du même modèle, destinées exclusivement à remorquer les trains express sur les lignes de l'État.

La locomotive II 49 (*fig. 1*), qui a figuré à l'Exposition de Vincennes, porte le n° 643 de fabrication. Elle a été étudiée sur les données de l'éminent professeur N. S. Pétroff, dont nous avons eu l'occasion d'analyser ici le savant mémoire, présenté à l'appui d'un avant-projet de la machine susmentionnée (1).

L'auteur se proposait de desservir les trains rapides, du poids de

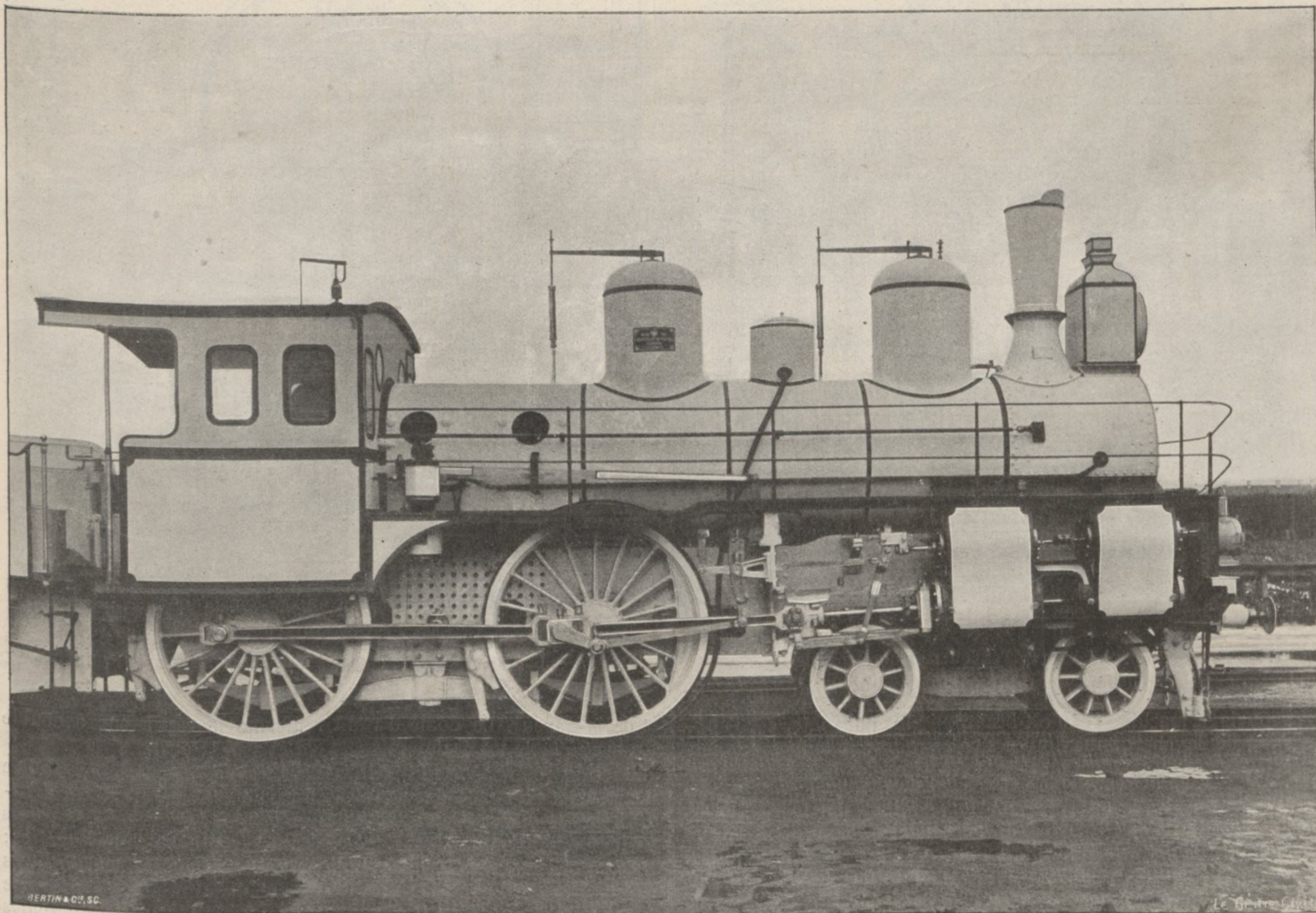


FIG. 1. — LOCOMOTIVE A GRANDE VITESSE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT RUSSE : Vue latérale.

48 500 kilom. — sans compter les lignes à voie étroite — 14 800 kilom. seulement, soit 30 % environ, appartiennent à des Compagnies privées, lesquelles sont d'ailleurs soumises à la surveillance de l'Administration spéciale, qui forme l'une des sections du Ministère impérial des voies de communication.

Les chemins de fer de l'État russe sont divisés en vingt-deux réseaux; c'est sur celui de Pétersbourg-Varsovie qu'ont été mises en

250 tonnes, qui circulent sur la ligne de Saint-Petersbourg à Varsovie, à la vitesse moyenne de marche de 73 kilom.; sur les rampes de 0<sup>m</sup> 008, celle-ci devait être de 50 kilom., et sur les pentes de 0<sup>m</sup> 008, de 100 kilom. à l'heure. Les premiers essais, qui eurent lieu en 1898 entre Saint-Petersbourg et Pskow, sur une distance de 273 kilom.,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXII, n° 44, p. 235.



montrèrent que les conditions du programme se trouvaient largement réalisées, puisque la vitesse moyenne, dans ce parcours, atteignait 77<sup>km</sup> 68 avec la charge précitée. Une longue rampe de 6 millimètres fut franchie à la vitesse de 71<sup>km</sup> 47, et les pentes de même inclinaison, à 109<sup>km</sup> 7 à l'heure.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT. — La machine exposée par les établissements Poutiloff a de nombreux points de ressemblance avec la locomotive à grande vitesse que la Société Alsacienne de constructions mécaniques construisit dans ses ateliers de Belfort, en 1891, pour les chemins de fer du Sud-Ouest russe, d'après les plans de M. Borodine, Ingénieur de cette Compagnie. L'une et l'autre de ces deux locomotives compound reposent sur quatre essieux, dont deux accouplés, entre lesquels se trouve placé le foyer, et un bogie à l'avant; elles possèdent quatre cylindres placés deux à deux en tandem à l'extérieur des lon-

Course des pistons. . . . .	mètres.	0,610
Empattement total. . . . .	—	7,500
Longueur totale de la machine. . . . .	—	10,294
Poids utile pour l'adhérence. . . . .	tonnes.	30,000
Poids à vide. . . . .	—	51,500
Poids en ordre de marche	sur le 1 <sup>er</sup> essieu. . . . .	13,250
	— 2 <sup>e</sup> — . . . . .	13,250
	— 3 <sup>e</sup> — . . . . .	15,000
	— 4 <sup>e</sup> — . . . . .	15,000
	total. . . . .	56,500

CHAUDIÈRE. — Le corps cylindrique est formé de trois viroles en fer non télescopiques, de 15 millimètres d'épaisseur (fig. 1, pl. VI); les deux plus grandes ont été pourvues de poches de vidange avec obturateurs plans en bronze; elles sont surmontées de dômes réunis par un tuyau intérieur doublement coudé et munis d'appareils séparateurs de l'eau

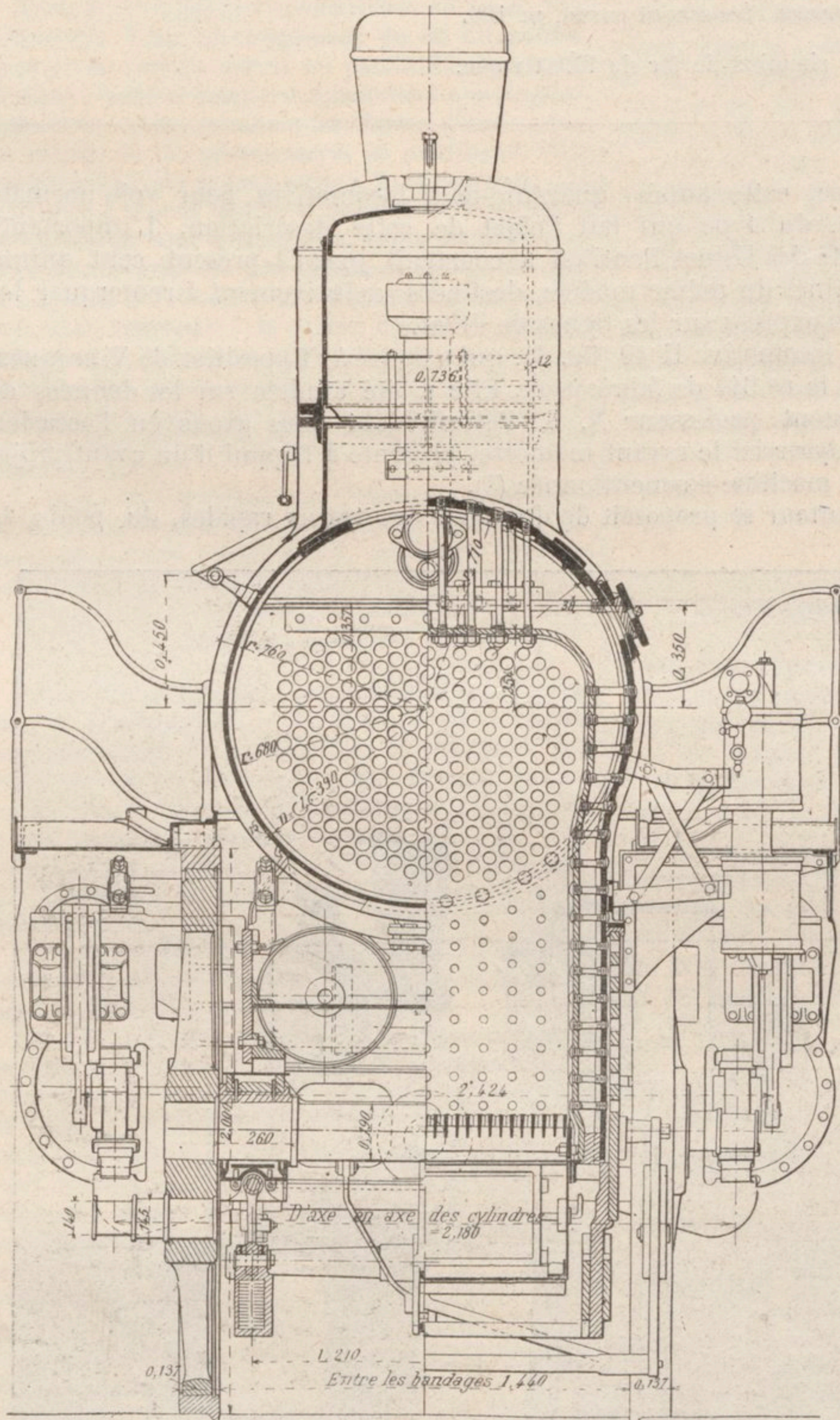


FIG. 2. — Coupes transversales par l'essieu moteur et par le foyer.

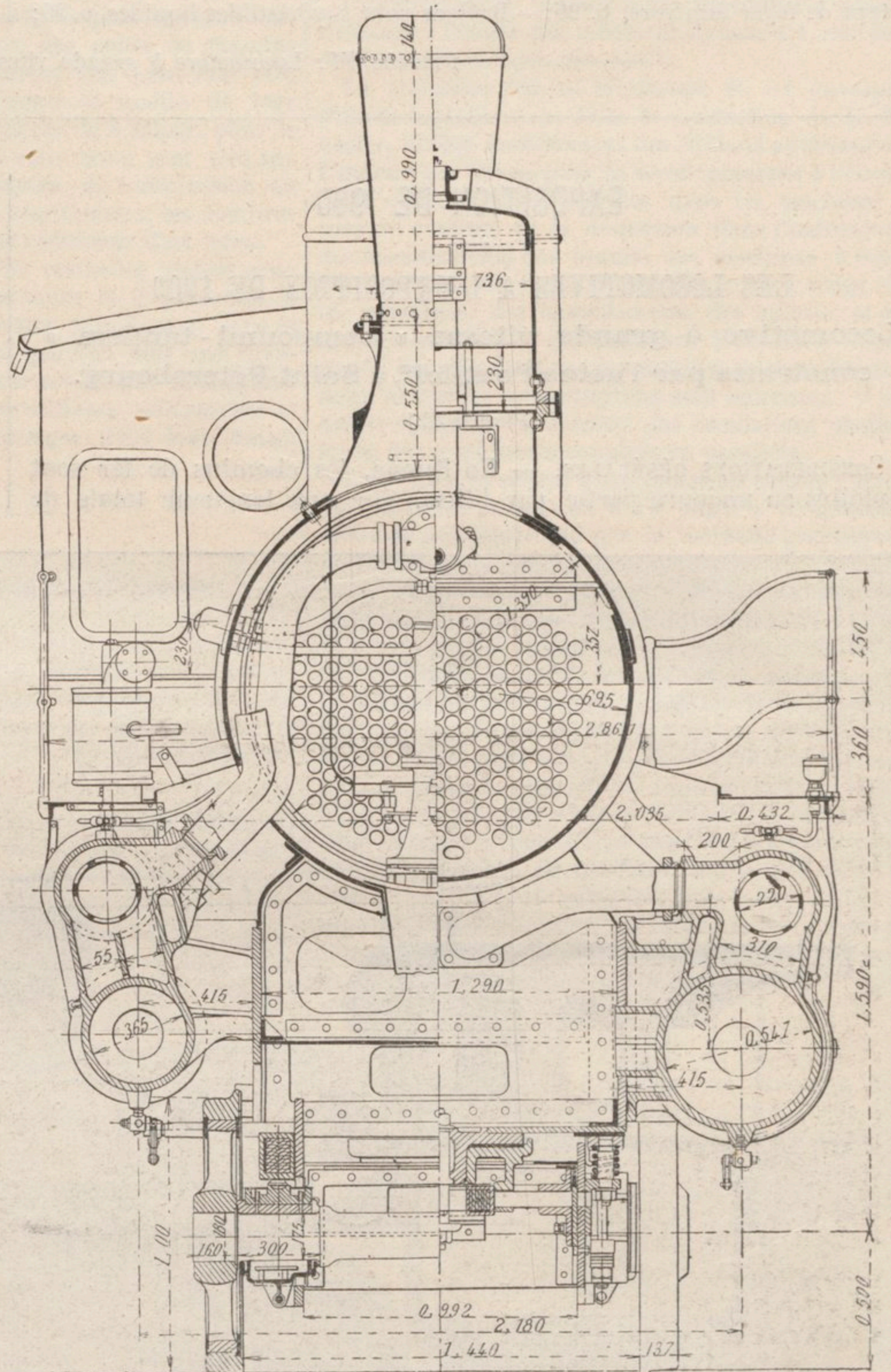


FIG. 3. — Coupes transversales par les petits et les grands cylindres.

gerons; mais la machine II 49 est beaucoup plus puissante, car l'augmentation de la charge maximum sur les rails (15 tonnes au lieu de 13) a permis de donner à cette locomotive des dimensions plus grandes et d'accroître la pression dans la chaudière (12 atmosphères au lieu de 11). Ses conditions d'établissement sont indiquées dans le tableau suivant :

Largeur intérieure de la voie. . . . .	mètre.	1,523
Timbre de la chaudière. . . . .	atmosph.	12
Surface de grille. . . . .	mètres carrés.	2,620
Diamètre intérieur moyen du corps cylindrique. . . . .	mètres.	1,390
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail. . . . .	—	2,500
Tubes à air chaud. . . . .	nombre. . . . .	216
	diamètre extérieur. . . . .	0,050
Surface de chauffe en contact avec l'eau . . . . .	longueur entre plaques tubulaires. . . . .	3,915
	du foyer. . . . .	mètres carrés. 13,680
Diamètre des roues au contact du bogie. . . . .	totale. . . . .	146,080
	motrices et accouplées. . . . .	mètres. 2,000
Diamètre des deux cylindres de haute pression. . . . .	du bogie. . . . .	1,000
	basse pression. . . . .	0,365
—	—	0,547

et de la vapeur. Le dôme d'avant renferme le régulateur à double tiroir et à table verticale.

Le corps cylindrique est relié à une boîte à feu Crampton, de 2<sup>m</sup> 600 de longueur et de 1<sup>m</sup> 258 de largeur à sa partie inférieure, qui est encadrée par les deux essieux accouplés et par les longerons. Les parois ont une épaisseur de 15 millimètres, sauf le ciel qui a 22 millimètres; elles sont entretoisées latéralement par quatre tirants de 38 millimètres de diamètre; la plaque d'arrière est renforcée par une armature formée d'un fer à U, d'une tôle et d'une cornière. Les rivures longitudinales sont toutes à double couvre-joint. La boîte à feu possède, à la hauteur du ciel de foyer, quatre grands tampons de lavage de chaque côté, indépendamment de ceux de moindre dimension qui se trouvent à l'arrière et à la partie inférieure. La chaudière contient 4<sup>m</sup> 65 d'eau (avec 0<sup>m</sup> 10 au-dessus du ciel de foyer), et 2<sup>m</sup> 48 de vapeur.

Le foyer est profond et d'une grande capacité; il peut brûler du bois. Ses parois, en cuivre rouge, ont 14 millimètres d'épaisseur, excepté le ciel qui a 16 millimètres. La plaque tubulaire, à l'endroit des tubes, a 25 millimètres. Le cadre de 60 millimètres d'épaisseur, est en fer; sa distance au ciel de foyer est de 1<sup>m</sup> 834. Celui-ci est



suspendu par des tirants verticaux dont la première rangée d'avant est à libre dilatation. Les entretoises, amincies dans leur partie moyenne, n'ont que 22 millimètres de diamètre et sont écartées de 100 millimètres d'axe en axe. En face de chacune d'elles, les longerons et l'enveloppe de la chaudière ont été perforés. On a cherché à faciliter la circulation de l'eau qui entoure le foyer en augmentant l'espace compris entre ses parois et celles de la boîte à feu (fig. 2).

La grille en fonte, à quatre travées, est horizontale ; aucune de ses parties n'a été rendue mobile pour constituer un jette-feu. Elle a une grande surface : ses dimensions sont  $2^m 422 \times 1^m 080$ . La section de passage de l'air à travers les barreaux est de  $0^m^2 930$ .

Le cendrier est muni de portes à l'avant et à l'arrière ; des toiles métalliques garnissent les orifices d'entrée d'air et empêchent la projection sur la voie d'escarbilles ou de flammèches. Celles-ci peuvent d'ailleurs, le cas échéant, être noyées à l'aide de jets d'eau lancés dans le cendrier par deux petits tuyaux branchés sur les conduites de raccordement avec le tender.

Le faisceau tubulaire est formé de tubes lisses en fer de  $2^{mm} 5$  d'épaisseur, raboutis en cuivre rouge ; ils sont rivés du côté du foyer et fixés dans la plaque tubulaire de boîte à fumée par simple

comme sur les machines américaines, un énorme falot qui repose sur la boîte à fumée.

Parmi les appareils accessoires de la chaudière nous mentionnerons les deux soupapes de sûreté à levier qui surmontent chacun des dômes, les deux injecteurs verticaux Friedmann n° 9, le sifflet qui peut être actionné par le conducteur du train, enfin le mode de commande du régulateur par un levier, qu'on fixe invariablement dans chacune de ses positions au moyen d'un verrou pénétrant dans l'une des encoches d'un secteur denté, appliqué sur la paroi postérieure de la boîte à feu.

CYLINDRES ET MÉCANISMES DE PROPULSION. — La machine est à quatre cylindres, du système compound-tandem, extérieurs par rapport au châssis ; ceux de haute pression se trouvent en avant des cylindres de basse pression. Le rapport de leurs volumes est de 2,25 ; les espaces morts sont respectivement de 8 et de 6,5 % de la capacité des petits et des grands cylindres. Ils sont reliés entre eux par une entretoise en fonte, faisant corps avec les plateaux des grands cylindres (fig. 2, pl. VI). Les évidements ménagés dans cette pièce permettent la visite et le démontage des garnitures de la tige des pistons. Ceux-ci sont

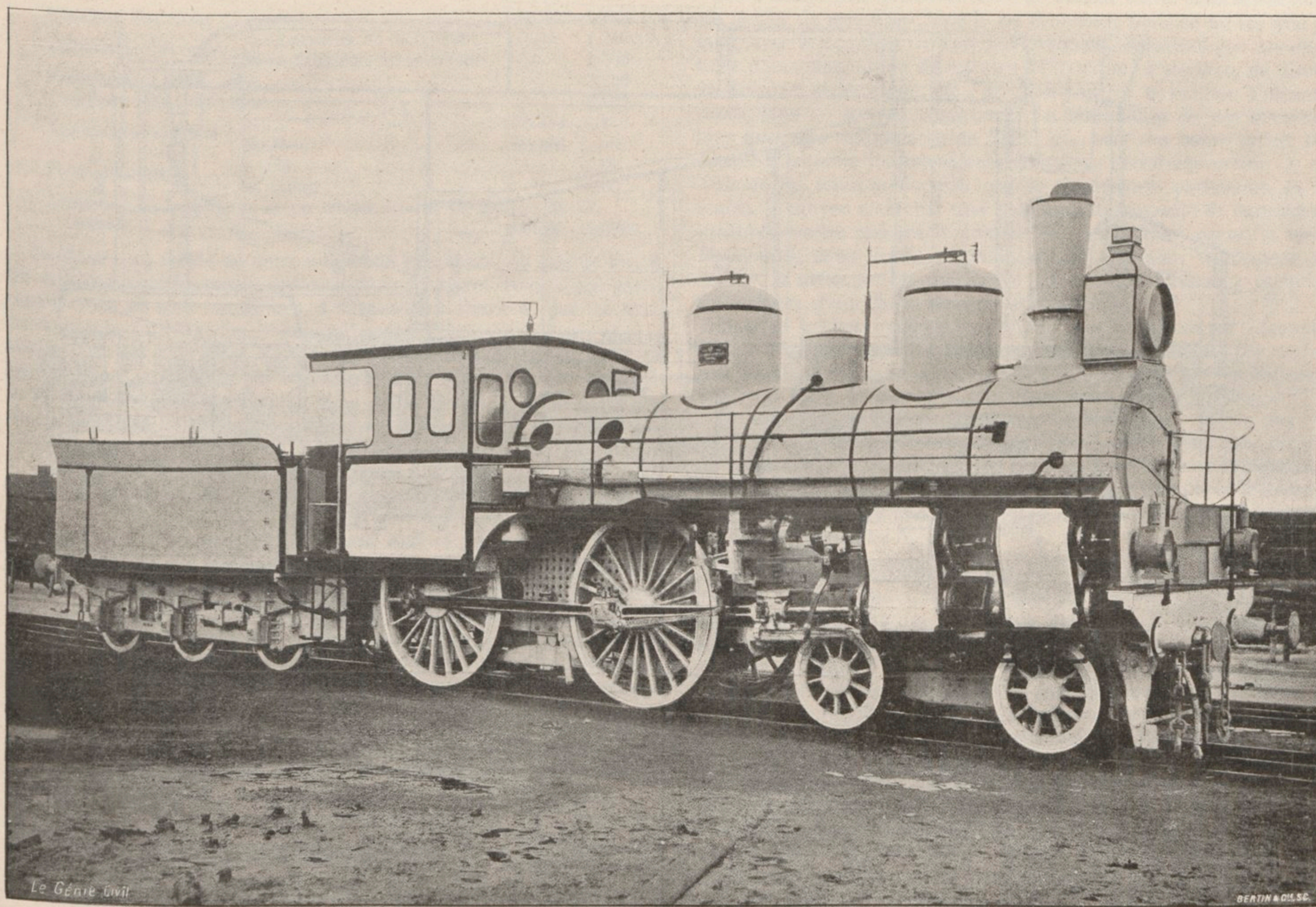


FIG. 4. — LOCOMOTIVE A GRANDE VITESSE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT RUSSE : Vue générale de la machine et du tender.

mandrinage. Cette dernière plaque est formée par un disque en fer embouti ; elle a 22 millimètres d'épaisseur ; à sa partie supérieure, elle a été raidie au moyen d'une tôle horizontale et de deux cornières.

La boîte à fumée a  $1^m 400$  de longueur et un diamètre intérieur plus grand que celui de la virole adjacente du corps cylindrique, à laquelle elle est réunie par l'intermédiaire d'une fourrure circulaire de 55 millimètres d'épaisseur (fig. 1, pl. VI). L'échappement est muni d'une tuyère fixe. Faisons remarquer, entre parenthèses, qu'outre la colonne d'échappement, la boîte à fumée est encombrée d'une grille à flammèches volumineuse, ainsi que de nombreux tuyaux et appareils accessoires, ce qui doit rendre assez difficile le nettoyage et les réparations des tubes. Une trémie, fermée par un clapet, permet la vidange des cendres à l'avant de la machine. Dans la boîte à fumée se trouve aussi un tuyau d'arrosage destiné, le cas échéant à l'extinction des escarbilles incandescentes.

La cheminée, de forme tronconique, repose sur un socle en fonte largement évasé à sa base. Son diamètre intérieur est de 380 millimètres, dans la section la plus faible, et de 637 millimètres à la partie supérieure. Elle possède une visière de 140 millimètres de hauteur. Le souffleur en couronne, en cuivre rouge, se trouve suspendu dans l'intérieur de la cheminée. A l'avant de celle-ci, a été placé,

en acier et les segments, en fonte. Les tuyaux d'admission de vapeur ont 90 millimètres de diamètre intérieur ; les conduits de communication des petits et des grands cylindres, qui constituent en même temps le réservoir intermédiaire sous forme de tuyauterie logée dans la boîte à fumée, ont 110 millimètres ; enfin, les tuyaux d'échappement des cylindres BP ont 145 millimètres de diamètre intérieur.

Pour faciliter les démarrages on peut, à l'aide d'un robinet, introduire directement dans le réservoir intermédiaire la vapeur de la chaudière, par un tuyau de faible diamètre qui réduit la pression de cette vapeur à son entrée dans les grands cylindres.

La lubrification des cylindres s'opère au moyen d'un graisseur à condensation à départs multiples et à débit visible.

La disposition en tandem, critiquable à certains points de vue, notamment pour les machines à grande vitesse, a cependant l'avantage de ne nécessiter que deux mécanismes de propulsion pour quatre cylindres. La tige commune aux deux pistons d'un même côté est inclinée de  $1/20$  sur l'horizontale ; elle attaque, par une crosse guidée entre deux glissières, le troisième essieu. Celui-ci est accouplé à l'essieu d'arrière par des bielles de 3 mètres de longueur en forme de I comme les bielles motrices. Les tourillons des crosses, de même que les têtes



de bielles, sont munis de coussinets en bronze garnis de métal blanc. Toutes les pièces des mécanismes de propulsion sont en acier.

**DISTRIBUTION.** — Les boîtes à vapeur, placées au-dessus des cylindres, sont de grandes dimensions (fig. 3); elles renferment des tiroirs cylindriques de 248 millimètres de diamètre extérieur. Les lumières d'admission ont respectivement, pour les cylindres HP et BP, 46 et 42 millimètres de largeur et celles d'échappement, 80 et 86 millimètres. Les recouvrements extérieurs des tiroirs sont de 28 millimètres, ceux intérieurs de — 5 millimètres pour la haute pression et 0 pour la basse pression.

La distribution se fait de telle façon que la vapeur évacuée du compartiment antérieur du petit cylindre se rend, après avoir traversé le receiver, à l'arrière du grand, tandis que la vapeur qui s'échappe du compartiment postérieur du premier cylindre est dirigée à l'avant du second. Le fonctionnement de cette locomotive est analogue à celui d'une machine Woolf; toutefois, comme elle possède un réservoir intermédiaire, elle peut être classée parmi les locomotives compound proprement dites.

Les tiroirs d'un même côté sont mus par une tige unique, inclinée

Les ressorts de suspension des roues de bogie sont indépendants; ceux des roues accouplées sont conjugués par des balanciers longitudinaux. Les premiers se trouvent au-dessus des essieux et les seconds au-dessous. Les ressorts du truck ont été établis sans flèche de fabrication. Le tableau suivant résume les données principales relatives à tous ces ressorts.

	Roues du bogie	Roues accouplées
Corde de fabrication . . . . . mètres.	0,905	1,126
Flèche . . . . . —	0	0,111
Nombre de lames . . . . .	10	14
Section des lames . . . . . millim.	$90 \times 12,7$	$90 \times 12,7$
Flexibilité par tonne . . . . . —	7	11

Toutes les roues, en acier moulé, sont à l'extérieur des longerons. La fixation des bandages des roues du bogie est faite par deux contre-plaques rivées et celle des bandages des roues accouplées, par un talon à l'extérieur et une agrafe du côté du boudin.

Les boîtes à huile sont en acier moulé; elles sont munies de coussinets en bronze avec garniture en métal blanc. Les contre-coussinets

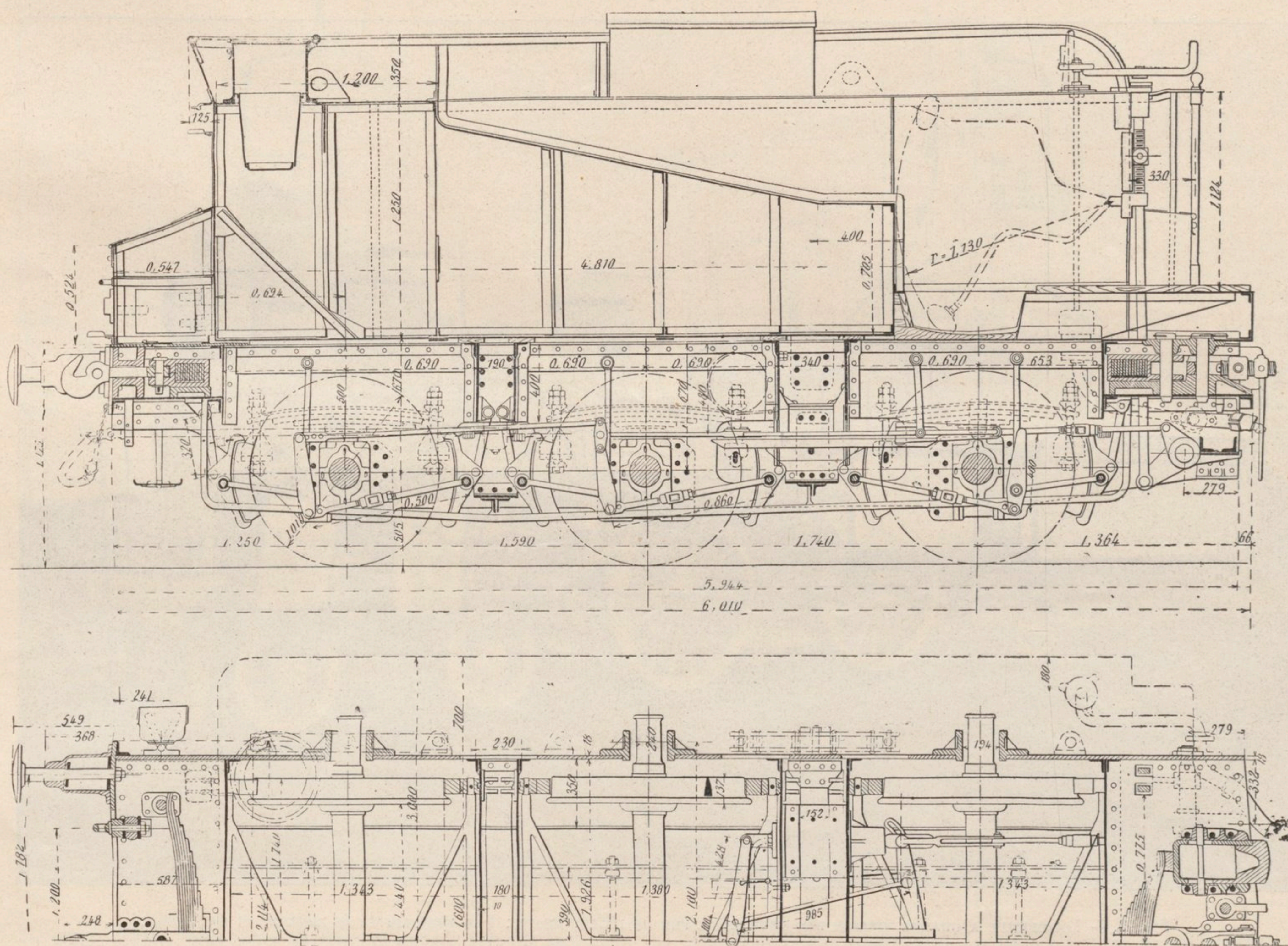


Fig. 5 et 6. — Coupe longitudinale et demi-vue en plan du châssis du tender.

sur l'horizontale comme celle des cylindres, et actionnée par un mécanisme extérieur Walschaert donnant, à tous les crans d'admission, une avance constante de 9 millimètres pour les deux tiroirs. L'introduction maximum est de 75 % de la course des pistons de haute et de basse pression. Le mécanisme de changement de marche n'est pas plus compliqué que celui d'une machine à deux cylindres; il est mû par une manivelle. L'arbre de relevage est cintré afin de permettre son passage sous la chaudière; il commande le déplacement du coulisseau par un point d'attache situé en arrière de la coulisse (fig. 4).

**CHÂSSIS ET ROUES.** — Le bâti se compose de deux longerons en fer, intérieurs aux roues, de 30 millimètres d'épaisseur, entretoisés par les traverses et, à l'endroit des cylindres, par deux forts caissonnements en tôles et cornières (fig. 2, pl. VI). Le châssis principal repose sur la traverse centrale du bogie, par un pivot à large surface d'appui et par deux butées élastiques latérales (fig. 3). Le pivot et la crapaudine sont en acier moulé; une plaque de bronze est interposée entre ces deux pièces. L'avant-train a un déplacement latéral contrôlé par deux ressorts de rappel à lames.

sont en fonte. Le graissage des fusées s'effectue à la fois par capillarité à la partie supérieure et par un tampon inférieur. Les glissières de plaques de garde des essieux accouplés, munies de rappiques en bronze et d'un coin de rattrapage de jeu, sont formées par des arcades en acier moulé, destinées en même temps à renforcer les longerons.

Les essieux sont en acier forgé; leurs dimensions principales sont indiquées ci-après :

	Essieux porteurs	Essieux accouplés
Écartement d'axe en axe . . . . . mètres.	2,10	3,00
Diamètre au milieu du corps . . . . . —	0,165	0,190
Diamètre des fusées . . . . . —	0,175	0,195
Longueur . . . . . —	0,300	0,260

Les tabliers latéraux, situés au-dessus des boîtes à vapeur et des roues motrices, sont très élevés. Ils sont munis, ainsi que le tablier d'avant, d'une balustrade qui règne tout autour de la machine: cette disposition est réglementaire en Russie.

**ABRI.** — La cabine-abri est large; elle est éclairée par six grandes



fenêtres rectangulaires et par les deux lunettes d'écran. La toiture est revêtue intérieurement de bois. Pour accéder aux tabliers latéraux depuis la plate-forme d'arrière, on a ménagé, sur la paroi antérieure de la cabine, une porte située du côté du chauffeur. Les agents de la machine ont à leur disposition deux strapontins mobiles; celui du mécanicien est en forme de selle de bicyclette, reposant sur un fort ressort à boudin. Signalons aussi le plancher en bois, supporté par des ressorts, qui recouvre la plate-forme.

**FREIN, ACCESSOIRES.** — La machine est équipée du frein Westinghouse. Le cylindre à frein horizontal placé dans l'axe de la machine (fig. 2, pl. VI) actionne la timonerie qui attaque les deux roues accouplées par quatre sabots entretoisés dans le sens transversal.

L'attelage avec le tender se fait au moyen d'un tendeur à vis et de deux biellettes articulées. Le crochet d'attelage et les tampons d'avant sont munis de ressorts en spirale. La locomotive est pourvue d'une sablière ordinaire à l'avant des roues motrices. Le réservoir à sable surmonte la deuxième virole de la chaudière.

La machine est peinte en brun-rouge; l'enveloppe du générateur est cerclée de bandes de laiton poli.

**TENDER.** — Le tender est à trois essieux (fig. 4 et 5). Ses conditions principales d'établissement figurent dans le tableau ci-après :

Diamètre des roues au contact. . . . .	mètres.	1,010
Écartement des essieux	du premier au deuxième. . .	1,740
	du deuxième au troisième. . .	1,590
Empattement total. . . . .		3,330
Longueur totale du tender. . . . .		6,630
Approvisionnement	eau. . . . .	mét. cubes. 14
	charbon. . . . .	tonnes. 5
Poids du tender	à vide. . . . .	16
	en charge. . . . .	35
Longueur de la machine et du tender attelés, de tampon en tampon. . . . .	mètres.	16,924

Le châssis est formé de deux longerons très hauts, en tôle de fer, de 18 millimètres d'épaisseur, armés de deux cornières rivées à leur partie supérieure; ils sont entretoisés, à l'avant et à l'arrière, par les caissonnements d'attelage (fig. 6) et dans leur partie moyenne, entre chaque essieu, par des poutrelles doubles, composées de tôles et cornières. La caisse repose sur le bâti par des semelles en bois. L'eau est emmagasinée dans la bâche d'arrière et dans deux bâches latérales entre lesquelles se place le combustible. Deux ouvertures pour le remplissage, munies de paniers-filtres, ont été ménagées à l'arrière du tender.

Les tampons de connexion et le crochet d'attelage sont munis d'un ressort à lames horizontal et les tampons de choc, de ressorts en spirale.

Les roues, intérieures aux longerons, sont en acier moulé; les bandages ont 1<sup>m</sup> 010 au roulement et sont fixés au moyen de talons et de cercles de retenue. Le diamètre des fusées est de 130 millimètres et leur longueur 240 millimètres; elles sont complètement entourées par les boîtes à huile, garnies de coussinets en bronze. Les ressorts de suspension sont au-dessus des boîtes; ils ont été construits sans flèche initiale. Le tender a été équipé d'un frein à main et du frein Westinghouse qui attaquent les six roues par douze sabots.

F. BARBIER,  
Ingénieur des Arts et Manufactures.

## L'ÉCLAIRAGE A L'EXPOSITION DE 1900

(Suite<sup>1</sup>.)

**V. Éclairage au gaz de houille.** — Avant de faire connaître les nouvelles dispositions prises par la Compagnie parisienne du Gaz pour produire cet éclairage brillant que l'on remarquait à l'Exposition, il est intéressant de passer rapidement en revue les différentes étapes que l'on a dû traverser, depuis 1889, pour arriver à d'aussi considérables améliorations.

**BECS ORDINAIRES ET BECS A RÉCUPÉRATION.** — Depuis les premiers essais d'éclairage électrique entrepris par M. Jablochkoff dans l'avenue de l'Opéra, en 1877, la Compagnie parisienne, soucieuse de faire produire à la flamme du gaz une intensité lumineuse pouvant rivaliser avec celle des foyers électriques, créa le *bec du Quatre-septembre*, consommant 1 400 litres et donnant une puissance lumineuse de 13 carcelles. Ce bec n'était, en réalité, qu'une conjugaison d'un grand nombre de becs, brûlant à l'air libre dans deux coupes de cristal où s'établissait un double courant d'air; le tirage était obtenu par la lanterne elle-même. Mais ces appareils n'étaient pas économiques; ils furent bientôt remplacés par les *becs à récupération*, c'est-à-dire, fondés sur ce principe que le rendement lumineux augmente avec la température de la flamme et, par suite, avec la température de l'air servant à la combustion. Celui-ci est, en conséquence, dirigé de façon à récu-

pérer une partie de la chaleur des gaz brûlés; tels sont le bec Parisien ou bec Schulke modifié, le bec Industriel, le bec Moderne, le bec Martimer-Sterling et le bec Guibaut-Giroud, qui figuraient en partie à l'Exposition de 1889. Le résultat obtenu était déjà appréciable, puisqu'on obtenait la carcel à raison de 50 à 90 litres de gaz au lieu de 105.

Au même moment apparaissaient une série de variantes de la *lampe Wenham*, à flamme renversée et à récupération; mais ce genre de bec tend à disparaître, car, outre son prix d'achat élevé, il consomme encore de 80 à 100 litres de gaz par carcel-heure.

**BECS A INCANDESCENCE.** — Dans tous ces brûleurs, la lumière est due aux particules de carbone en suspension dans la flamme, qui se trouvent rendues incandescentes. Mais cette incandescence ne subsiste que pendant un temps très court pour chaque particule de carbone, et il est nécessaire de ne produire qu'une combustion incomplète pour ne pas faire disparaître cette incandescence en amenant la flamme bleue. Si, au contraire, sans se préoccuper des particules contenues dans la flamme, on cherche à obtenir une flamme chauffante, il faudra employer un brûleur Bunsen et rendre incandescente une matière solide et réfractaire s'échauffant très rapidement à blanc et ne se détériorant qu'après un très long usage.

On a essayé une mèche en toile de platine iridiée dans le *bec Sellon*, un panier de magnésie dans le *bec Clamond*; mais ce ne fut que plus tard, avec le *manchon de Auer von Welsbach*, constitué par des oxydes tirés d'une dissolution de nitrates de thorium, d'yttrium, de zircon, de didyme, de lanthane, etc., que l'on parvint à réaliser l'incandescence dans de bonnes conditions. La fabrication de ces manchons, bien que déjà commencée en 1889, n'a pris son essor qu'en 1891, époque à laquelle ils furent accueillis pour l'éclairage privé.

Ce ne fut enfin qu'en 1893 que la Compagnie parisienne du Gaz étudia le moyen d'obtenir une plus grande intensité de lumière sans multiplier outre mesure le nombre des becs. Alors parut le *brûleur Denayrouse*, dans lequel on produisait, à l'aide d'un ventilateur malaxeur, le mélange très intime du gaz et de l'air, ce qui permettait d'améliorer d'une façon notable le rendement.

Mais ce brûleur exigeant un moteur spécial, monté sur la canalisation, a été abandonné par M. Denayrouse, qui a établi un nouveau bec fonctionnant sans surpression de gaz. Ce nouveau bec consomme 160 litres pour 12 carcelles et 270 litres pour 18 à 20 carcelles.

De son côté, la Société française d'Incandescence par le gaz (*système Auer*) faisait paraître, en juin 1897, un nouveau bec, dit n° 3, ne consommant que 155 litres de gaz pour une intensité lumineuse de 12 carcelles 5. C'est à partir de cette époque que furent définitivement admis les becs à incandescence Auer et Denayrouse pour l'éclairage de la ville de Paris.

Pour obtenir les résultats que l'on a constatés dans l'éclairage intensif de l'Exposition, la Compagnie parisienne a cherché, en même temps que le maximum d'éclat par manchon, le minimum de consommation par carcel-heure, et elle l'a obtenu en employant, pour un certain nombre de becs, la surpression du gaz avec deux types de brûleurs : les becs Denayrouse, réservés aux parcs du Trocadéro, et le dernier type présenté par la Société Auer sous la dénomination de *bec Bandsept D* <sup>(1)</sup>, dont la consommation horaire est de 300 litres pour une intensité lumineuse de 25 carcelles, sous une pression de 200 millimètres d'eau. Cette surpression (la pression maximum du gaz étant à Paris de 100 millimètres) a été obtenue, comme l'a récemment indiqué le *Génie Civil* <sup>(2)</sup>, au moyen de deux ventilateurs Farcot aspirants et soufflants de 1<sup>m</sup> 200 de diamètre, tournant à raison de 1 050 tours par minute et pouvant débiter, à l'heure, 700 à 800 mètres cubes de gaz sous une pression de 250 millimètres. En réalité, la pression à l'origine de la canalisation était de 220 millimètres et se réduisait à 200 millimètres à l'extrémité.

Pour rechercher le meilleur régime d'un bec Auer, il faut considérer, en même temps que la pression du gaz, le débit, l'intensité lumineuse et le rendement par carcel-heure. C'est ainsi que, pour le brûleur n° 3 (muni d'un verre), on a trouvé, pour un débit de 160 litres sous une pression de 55 millimètres, une intensité de 12 carcelles avec une dépense de 14 à 15 litres par carcel-heure, tandis que la dépense minimum correspond à une pression de 40 à 45 millimètres, l'intensité maximum étant atteinte avec une pression de 55 à 60 millimètres. On voit que, pratiquement, il y a presque coïncidence entre le maximum d'éclat et le rendement économique. C'est donc en faisant varier le débit des becs sous différentes pressions que l'on arrive à trouver le meilleur régime à leur donner.

Les essais faits par la Compagnie parisienne du Gaz avec le bec Denayrouse de 270 litres et avec le bec Auer, brûleur Bandsept D, de 300 litres, essais que résumant deux tableaux qui ont été récemment publiés dans le *Génie Civil* <sup>(3)</sup>, montrent que le rendement économique et lumineux s'améliore avec l'augmentation de pression; mais,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 25, p. 409.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 2, p. 23.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 2, p. 25.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 5, p. 72.