

cision que ne l'obtint jamais M. Augustin Normand, au Havre, lors de ses essais fameux et non renouvelés de l'année 1894, essais qu'il dut faire au point fixe en attelant un torpilleur à un dynamomètre.

On voit que le rendement $R = \frac{700 \times 14}{250 \times 75} = 0,52$ est excellent, surtout si l'on remarque qu'il comprend la transmission par engrenages.

Poussée des hélices. — Pour connaître à chaque instant la poussée des hélices, une disposition particulière a été réalisée et brevetée; la figure 7 en indique le principe.

L'arbre A de l'hélice est creux; il tourne dans des paliers à billes B

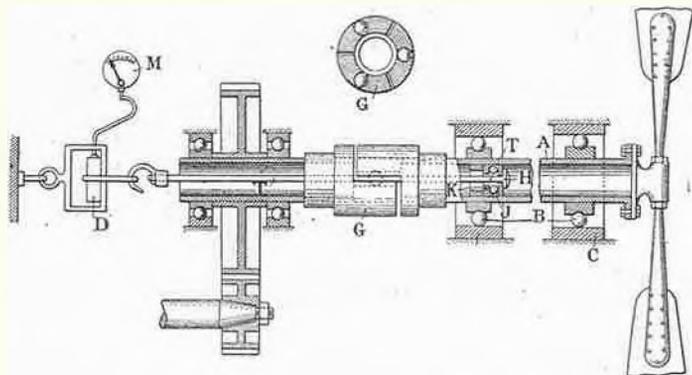


Fig. 7. — Dispositif de commande d'une hélice, permettant de mesurer à chaque instant la poussée.

qui roulent à l'intérieur des bagues cylindriques C, de manière à permettre sans aucune résistance des déplacements suivant l'axe; la rotation de cet arbre est commandée par des griffes d'embrayage à billes G qui transmettent l'effort du moteur. A l'intérieur de cet arbre, une tige T en acier, dont l'extrémité se termine par une sorte de champignon H, prenant appui sur des billes J qui roulent elles-mêmes sur un cône K intérieur à l'arbre, reçoit l'effort de traction de l'hélice et le transmet à un dynamomètre hydraulique Richard D. La pression est lue sur un manomètre M placé sous les yeux du pilote qui possède comme organe de contrôle un tambour enregistreur où toutes les poussées viennent s'inscrire automatiquement dès le départ de l'aérostat.

Ce bel aérostat fait honneur à son constructeur, M. A. Clément, et à son aide, M. l'ingénieur Sabattier. La rapidité avec laquelle ont été mises au point ses études, et la perfection des résultats obtenus, sont la preuve qu'il était nécessaire et suffisant qu'une bonne maison de construction, possédant l'outillage voulu, étudiat ces questions, pour que les conceptions aéronautiques émises par des personnalités diverses qui n'avaient jamais pu les poursuivre complètement, faute de moyens suffisants, entrassent définitivement dans le domaine de l'industrie.

A. RIESTER-PICARD.

CHEMINS DE FER

LES LOCOMOTIVES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES à l'Exposition de Bruxelles de 1910.

(Planche XXII. — Suite¹).

LOCOMOTIVES FRANÇAISES (suite). — Chemin de fer d'Orléans. — La locomotive *Pacific* n° 4600 (fig. 1) exposée par cette Compagnie est la dernière d'une série de trente machines qui sont destinées principalement à la traction des trains express lourds sur la ligne de Paris à Toulouse, qui comprend la section accidentée de Limoges à Montauban, où se rencontre une rampe de 10 millimètres d'inclinaison sur 40 kilom. de longueur. Ces machines peuvent aussi remorquer les trains rapides à forte charge de la ligne de Paris à Bordeaux. Elles dérivent directement du type 4000 de la Compagnie, décrit dans le *Génie Civil* (2).

Les dernières locomotives de la série sont munies d'un surchauffeur système Schmidt, du type « dans les tubes », essayé déjà sur le réseau et y ayant donné des résultats très satisfaisants. Les tubes à fumée des rangées supérieures sont remplacés par trois rangées de tubes de 125 millimètres étranglés à leur emmanchement dans la plaque tubulaire du foyer et évasés au contraire vers la boîte à fumée. Les tiroirs HP sont cylindriques, les tiroirs BP sont plans; les pistons

moteurs et les garnitures des tiges sont aussi du système Schmidt spécial pour la surchauffe; enfin un *by-pass*, mettant en communication les extrémités de chaque cylindre et y égalisant la pression, permet dans la marche à régulateur fermé de conserver le changement de marche dans la position de marche sous vapeur, pour éviter les coincements des pistons distributeurs dans une partie moins échauffée et moins dilatée de leurs cylindres, ce que pourrait provoquer l'allongement de la marche à fond de course.

Un pyromètre à indications bien précises est indispensable dans les machines à surchauffe pour régler le degré de cette dernière et, par suite, la marche du feu. L'appareil employé ici est du système Fourrier à tension de vapeur saturée, dont le mode de fonctionnement a été indiqué par le *Génie Civil* au moment où ces appareils, d'un emploi très général aujourd'hui, ont commencé à être utilisés (3).

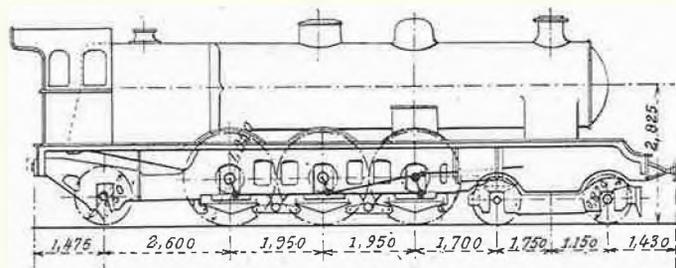


Fig. 1. — Locomotive compound du type *Pacific* à surchauffe, du Chemin de fer d'Orléans.

LOCOMOTIVE N° 6003 COMPOUND, A CINQ ESSIEUX COUPLÉS ET A SURCHAUFFE POUR LE SERVICE DES TRAINS DE MARCHANDISES A MARCHÉ ACCÉLÉRÉE. — La Compagnie du Chemin de fer d'Orléans expose une deuxième locomotive (fig. 2) qui est du type *Decapod* (comportant un bissel à l'avant et cinq essieux couplés), compound à quatre cylindres et à surchauffe. La Compagnie possède actuellement trente machines semblables, employées à la remorque de trains de marchandises de fort tonnage et à vitesse accélérée sur la grande ligne Paris-Bordeaux; c'est le type de locomotive à marchandises le plus puissant en service actuellement en Europe, la Belgique exceptée. Le tableau ci-après indique que son poids en ordre de marche est de 85 200 kilogrammes.

La boîte à feu est partiellement insérée entre les longerons et partiellement débordante comme dans les *Pacific*; les tubes à fumées ont lisses et en acier. On remarquera le faible rapport du volume des cylindres (2,25), particularité des locomotives à surchauffe. Tous les tiroirs sont cylindriques, à la haute comme à la basse pression; ils donnent de grands passages de vapeur, ce qui permet une vitesse élevée des pistons et une grande allure de marche avec des démarrages et mises en vitesse rapides. Pour la circulation en courbes, les coussinets des boîtes des essieux accouplés extrêmes et médian ont un jeu transversal de 26 millimètres entre les collets des fusées.

Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Cette Compagnie expose une locomotive à marchandises à quatre essieux couplés et bogie à l'avant, dont le *Génie Civil* a déjà donné la description (4). Ce type de machine, qui date de 1906, est déjà un peu ancien; la Compagnie a quelques types de locomotives plus récents, notamment la machine-tender, série 5500, à trois essieux couplés encadrés entre deux bogies, semblable à celle des Chemins de fer de l'Est, que le *Génie Civil* a aussi décrite (5), et les deux machines *Pacific* nos 6001 et 6101. Dans cette revue d'ensemble de la construction des locomotives en cette année 1910, nous croyons devoir décrire ces deux machines, qui ont été étudiées et construites dans les ateliers de la Compagnie en vue d'obtenir la grande puissance qui est nécessaire pour la traction des rapides sur la ligne de Paris à Marseille et Vintimille. Les machines de la série 2600, compound, à trois essieux et bogie à l'avant, qui remorquent actuellement ces trains, ont une surface de grille de 2^m 98 seulement, alors que les deux locomotives nouvelles ont 4^m 25, tous les autres éléments étant renforcés en conséquence.

Ces deux dernières machines ne sont d'ailleurs pas du même système. L'une, la 6001, est comme celles qui l'ont précédée, à quatre cylindres et du système compound, timbrée à 16 kilogr. L'autre, la 6101, est aussi à quatre cylindres, mais ces quatre cylindres reçoivent tous la vapeur directement de la chaudière après son passage dans un surchauffeur; elle fonctionne donc à simple expansion, et elle est timbrée seulement à 12 kilogr., pression reconnue la plus avantageuse avec ce mode de fonctionnement, qui ménage la chaudière, au contraire très fatiguée avec les pressions de 15 à 16 kilogr., utilisées habituellement dans le fonctionnement compound.

La comparaison en service de ces deux machines, qui ont été mises en marche pour remorquer les trains rapides en 1909, a permis de déter-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. LVII, n° 48, p. 329, et n° 49, p. 352.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. LV, n° 8, p. 145.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. L, n° 24, p. 442.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 44, p. 214.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. LVII, n° 48, p. 329.

miner celui des deux types qui est préférable aux divers points de vue de la puissance, de la dépense de combustible et de graissage, et des facilités de visite et d'entretien. C'est la machine 6101, à simple expansion et à surchauffe, qui a donné les meilleurs résultats d'ensemble; aussi la Compagnie P.-L.-M. vient-elle de commander 30 locomotives de ce type qui porteront les numéros 6102 à 6131.

Chaudière. — Le corps cylindrique de la chaudière, qui a son axe à 2^m 900 au-dessus des rails, comporte trois viroles assemblées à recouvrement, celle d'avant étant surmontée du dôme de vapeur. Les tubes à fumée sont lisses et au nombre de 133; leur diamètre extérieur est de 55 millimètres et leur longueur entre les plaques tubulaires de 6 mètres. Le boîte à feu est du système Crampton à dessus en ber-

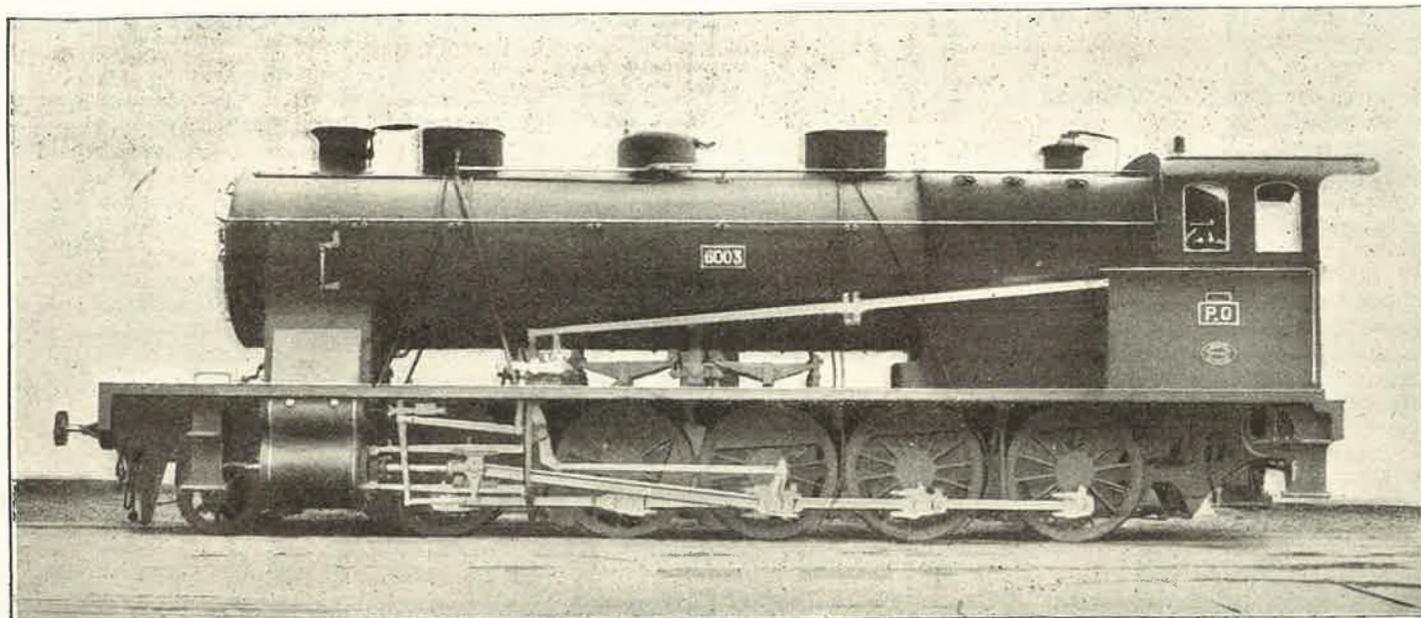


FIG. 2. — Locomotive compound à cinq essieux couplés et à surchauffe, du Chemin de fer d'Orléans.

LOCOMOTIVE PACIFIC N° 6101, A QUATRE CYLINDRES ÉGAUX ET A SURCHAUFFE (non exposée). — Voici les principales caractéristiques de cette machine (fig. 3) :

Timbre	kilogr. par cm ² .	12
Surface de grille	mètres carrés.	4,25
— chauffe du foyer	—	15,87
— des tubes	—	202,24
— chauffe totale	—	218,11
Surface de surchauffe	—	64,51
Volume d'eau de la chaudière avec 0 ^m 100 au-dessus du ciel	litres.	8 150
Volume de vapeur	—	3 670
— total	—	11 820

ceau, laissant au mécanicien une vue de la voie et des signaux plus dégagée que la boîte à feu Belpaire dont le dessus est plat; la face avant, en dessous du corps cylindrique, est fortement inclinée pour être dégagée des dernières roues couplées; celle d'arrière l'est aussi à partir du ciel de foyer pour réduire le poids de la boîte à feu. Les dimensions de la grille, qui débordé latéralement au-dessus des roues de l'essieu porteur, sont : longueur 2^m 125, largeur moyenne 2 mètres. Le surchauffeur est du système Schmidt dans les tubes.

Mécanisme. — Les cylindres extérieurs commandent l'essieu accouplé du milieu, et les cylindres intérieurs l'essieu avant, coudé. Les manivelles de chaque côté de l'axe longitudinal de la machine sont placées à 180 degrés l'une de l'autre pour équilibrer les mécanismes.

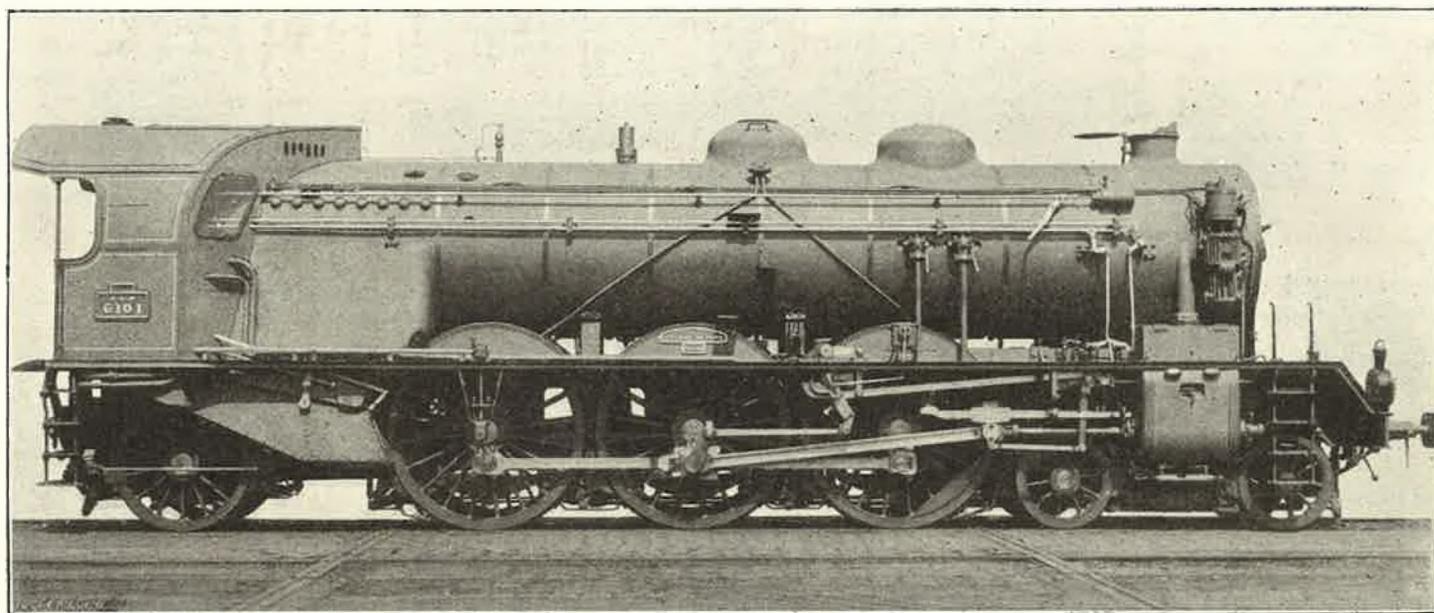


FIG. 3. — Locomotive Pacific n° 6101 à quatre cylindres égaux et à surchauffe, des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Diamètre des quatre cylindres	mètres.	0,480
Course des pistons	—	0,650
Diamètre des roues couplées	—	2,000
Empattement total	—	11,230
Poids de la locomotive à vide	tonnes.	83,940
— en ordre de marche	—	93,520
Poids adhérent	—	55,500
Contenance des caisses à eau du tender	—	28,000
— soutes à charbon	—	5,000

Les tiroirs sont cylindriques et du système Schmidt pour la surchauffe; le mouvement de distribution, du système Walschaerts, est extérieur aux longerons : il agit directement sur les tiroirs des cylindres extérieurs et indirectement, au moyen d'un levier de renvoi, sur les tiroirs des cylindres intérieurs.

Châssis. — Les ressorts de suspension des roues couplées sont disposés en dessous des boîtes à huile et conjugués par des balanciers

longitudinaux; la charge sur chaque essieu couplé atteint 18^t5. Le bogie est du type P.-L.-M. à rotule sphérique d'appui; il peut se déplacer latéralement de 60 millimètres de chaque côté de l'axe. L'essieu bissel arrière est chargé par des ressorts spirale; sa rotule peut se déplacer latéralement de 66 millimètres pour l'inscription en courbe.

Toutes les roues de la locomotive sont freinées, celles de l'essieu porteur arrière au moyen de deux sabots chacune.

La sablière est placée sur la virole médiane du corps cylindrique; le sable peut être conduit sous les roues du premier essieu couplé pour la marche normale, ou sous celles du troisième essieu pour la marche arrière.

D'après les résultats donnés par la machine 6101, quand les nouvelles locomotives seront toutes livrées, on pourra augmenter très sensiblement la charge des trains rapides de Paris-Marseille et gagner encore une demi-heure environ sur le parcours.

**

Comme on le voit par ce qui précède et par le tableau suivant qui donne l'ensemble des caractéristiques principales des locomotives françaises, nos Compagnies de chemins de fer sont fort bien représentées à l'Exposition de Bruxelles.

égaux et munies d'un surchauffeur, système Schmidt du type « dans les tubes ». Nous ne décrivons que les trois plus intéressantes de ces locomotives, les types 9, 10 et 36. Leurs caractéristiques principales sont données dans le tableau de la page 375 ainsi que celles de la locomotive type 32.

LOCOMOTIVE A VOYAGEURS, TYPE 9, SYSTÈME FLAMME. — *Mécanisme.* — Dans la machine du type 9, les quatre cylindres sont placés sur une même ligne, dans l'axe transversal du bogie (fig. 4, du texte, et fig. 1 à 3, pl. XXII), et ils commandent le même essieu, qui est le premier essieu couplé avant et a la forme en Z, avec plateaux manivelles circulaires frettés. Les manivelles d'un même côté sont disposées à 180 degrés, de sorte que les mécanismes, de même poids, s'équilibrent parfaitement et que les roues n'ont que de faibles contrepoids; de la combinaison des deux couples de lacets des deux paires de cylindres, dont la périodicité diffère de 90 degrés, il résulte (notice de J.-B. Flamme sur *Certains types récents de locomotives*), que la locomotive présente une stabilité remarquable, même aux plus grandes vitesses.

Les tiroirs sont cylindriques et disposés horizontalement au-dessus des cylindres; ceux des cylindres extérieurs sont commandés par des mécanismes de Walschaerts, et leurs tiges actionnent les tiroirs intérieurs par des balanciers. Les conduits de vapeur ont été tracés de

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES LOCOMOTIVES EXPOSÉES A BRUXELLES PAR LES COMPAGNIES FRANÇAISES DE CHEMINS DE FER.

Compagnies	ÉTAT	NORD			ORLÉANS		EST	MIDI	P. L. M.
		2741	3526	TBV	4000	0021			
Numéros des locomotives	231-011	2741	3526	TBV	4000	0021	3166	3051	4887
Type des locomotives	<i>Pacific</i>	2 ess. coupl. et 2 bogies	<i>Ten Wheel</i>	1 essieu mot. 1 porteur	<i>Pacific</i>	<i>Decapod</i>	<i>Ten Wheel</i>	<i>Pacific</i>	<i>Mastodon</i>
Notation (d'après Demoulin)	B3P	B2B	B3	1P	B3P	P5	B3	B3P	B4
Constructeurs	Compagn. de Fives-Lille	Le Creusot	Ateliers de la Compagnie	Buffaud et Robatel	Anciens Établ. Cail	Société Alsacienne	Ateliers de la Compagnie	Société Alsacienne	Société des Batignolles
<i>Chaudière.</i>									
Timbre kg par cm ² .	46	48	46	44	46	46	46	46	46
Surface de grille mètres carrés.	4,00	3,54	2,76	0,722	4,27	3,80	3,16	4,02	3,08
Nombre de tubes vaporisateurs	283	136	126	90	170	170	21+24+57	145 + 24	146
Genre	lisses	à ailettes	à ailettes	à ailettes	lisses	lisses	Servo-lisses	lisses	à ailettes
Longueur entre plaques mètres.	6,300	4,300	4,300	»	5,900	5,250	4,400	6,000	4,250
Nombre de tubes surchauffeurs	»	(à eau) 502	»	»	24 quadruples	24 quadruples	40 + 11	24 quadruples	»
Diamètre intérieur mètres.	»	0,025-0,030	»	»	0,029	0,029	0,042-0,047	0,029	»
Surface de chauffe du foyer mètres carrés.	43,95	96,00	15,74	2,99	15,37	15,10	16,24	15,95	15,90
— — des tubes	282,43	220,51	204,29	50,16	195,70	186,10	140,47	198,62	234,28
— — de surchauffe	»	»	»	»	62,60	55,40	35,26	64,43	»
— — totale	296,38	346,51	220,03	53,15	273,67	256,60	181,67	279,00	247,18
Volume d'eau mètres cubes.	8,660	6,160	5,330	4,160	8,620	7,800	5,840	8,180	5,590
— de vapeur	3,600	2,490	2,720	0,740	3,800	3,300	3,005	3,790	3,471
— total	12,260	8,650	8,050	4,900	12,420	11,100	8,845	11,970	9,061
<i>Mouvement.</i>									
Diamètre des cylindres HP mètres.	0,380	0,340	0,350	0,250	0,420	0,460	0,390	0,400	0,380
— — BP	0,600	0,560	0,550	»	0,640	0,660	0,590	0,620	0,600
Course des pistons	0,640	0,640	0,640	0,320	0,650	HP 0,620 BP 0,630	0,680	0,650	0,650
Rapport des volumes $\frac{BP}{HP}$	2,49	2,71	2,48	»	2,32	2,25	2,30	2,40	2,49
<i>Châssis.</i>									
Écartement des longerons mètres.	1,250	1,240	1,240	1,225	1,240	1,240	1,246	1,240 (moyenne)	1,234
Épaisseur	0,030	0,028	0,028	0,028	0,030	0,030	0,027	0,030	0,028
Diamètre des roues couplées	1,850	2,040	1,750	1,040	1,850	1,400	2,090	1,940	1,500
— — des bogies	0,950	0,900	0,800	»	0,970	»	0,920	0,900	1,000
— — porteuses	1,230	»	»	0,855	1,150	0,070	»	1,230	»
Écartement des essieux couplés	3,950	2,150	4,300	»	3,900	6,400	4,950	4,100	5,500
Empattement total	10,750	9,960	8,450	4,800	10,500	8,650	8,890	10,700	9,250
<i>Poids.</i>									
A vide kilogrammes.	84 000	70 380	61 640	21 800	82 000	76 600	73 540	81 750	69 930
En ordre de marche	91 000	77 190	67 500	26 940	92 250	85 200	78 980	91 300	75 820
Adhérent	53 400	34 680	48 000	15 615	52 650	77 700	53 112	54 000	59 760

LOCOMOTIVES ÉTRANGÈRES. — *Locomotives belges.* — Les locomotives belges pour voie normale exposées ont toutes été construites pour les Chemins de fer de l'État; au nombre de 12, elles appartiennent à cinq types (4 *Ten Wheel*, 2 *Pacific*, 4 *Decapod*, une machine à trois essieux couplés à adhérence totale et une machine-tender à quatre essieux couplés) dénommés types 9, 10, 36, 32 et 13. Les locomotives des types 9, 10 et 36 sont à quatre cylindres

manière à réduire les résistances supplémentaires et les pertes de charge dues aux frottements et aux changements de vitesse, et on a cherché à cet effet à obtenir en chaque point une section de passage proportionnelle au volume de vapeur à évacuer.

Les cylindres moteurs sont munis sur chacun de leurs fonds d'une soupape de sûreté de 100 millimètres de diamètre, et les conduits d'admission sont pourvus de reniflards destinés à éviter l'aspiration

des gaz de la boîte à fumée par les pistons dans la marche à régulateur fermé. Chaque cylindre possède en outre un conduit et un robinet *by-pass* manœuvré par le mécanicien lors de la fermeture du régulateur; ce dispositif égalise sensiblement la pression des deux côtés du piston et permet de laisser, dans les parcours effectués de la sorte, l'appareil de changement de marche à sa position de marche sous vapeur. On sait que dans les locomotives ordinaires le changement de marche doit être alors poussé à fond de course pour éviter

actionné par un servo-moteur à vapeur très simple et très ingénieux; l'arbre de relevage est courbé entre ses portées et forme ainsi contrepoids pour équilibrer les pièces mobiles du mécanisme.

Chaudière. — La chaudière des locomotives des types 9, 10 et 36 (fig. 4, 4 et 7, pl. XXII) est du type « Flamme » caractérisé par une boîte à feu à berceau cylindrique, consolidée au moyen de tirants transversaux et de fers à T rivés sur les côtés; le dessus de boîte à feu a une épaisseur de 30 millimètres et supporte le ciel de foyer par des tirants, dont les deux rangées voisines de la plaque tubulaire sont articulées pour permettre à cette plaque de se dilater plus librement et sans grande fatigue pour l'assemblage du ciel de la boîte à feu.

Le foyer, mi-profond, est compris dans le type 9, entre les longerons; on peut y brûler, soit séparément, soit simultanément, des combustibles divers: menus, gaillettes ou agglomérés.

Le corps cylindrique est formé de trois viroles de 17 millimètres d'épaisseur assemblées à la façon télescopique. Le dôme, disposé sur la virole du milieu, n'a que 600 millimètres de hauteur, le gabarit ne permettant pas de lui en donner davantage; il renferme le régulateur, qui est du type à soupapes équilibrées. La chaudière, fixée au châssis par sa boîte à fumée, repose vers l'arrière sur une traverse et sur les longerons, sur lesquels elle glisse par l'intermédiaire de patins rivés au corps cylindrique et au foyer.

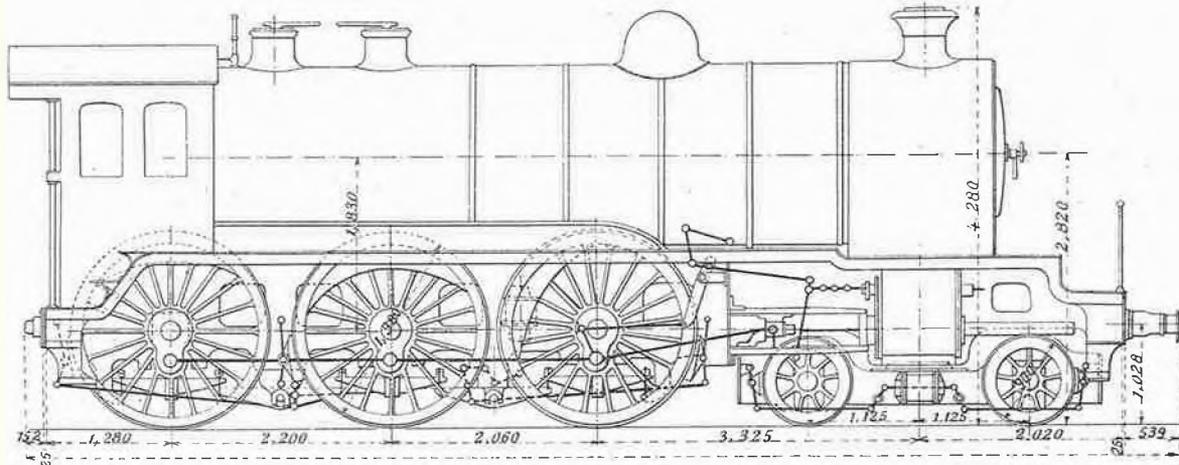


Fig. 4. — Locomotive à voyageurs, type 9, système Flamme, des Chemins de fer de l'État belge (1).

l'échauffement des pistons et tiroirs par une compression excessive produisant un sifflement caractéristique et empêchant encore la machine de *courir*.

Dans le même but, les purgeurs des cylindres s'ouvrent automatiquement sous l'action de ressorts lorsque les cylindres ne renferment plus de vapeur; lors du rétablissement de l'admission, le mécanicien ferme ces purgeurs avec l'aide d'un petit servo-moteur à air comprimé. L'appareil de changement de marche, du système Rongny, est

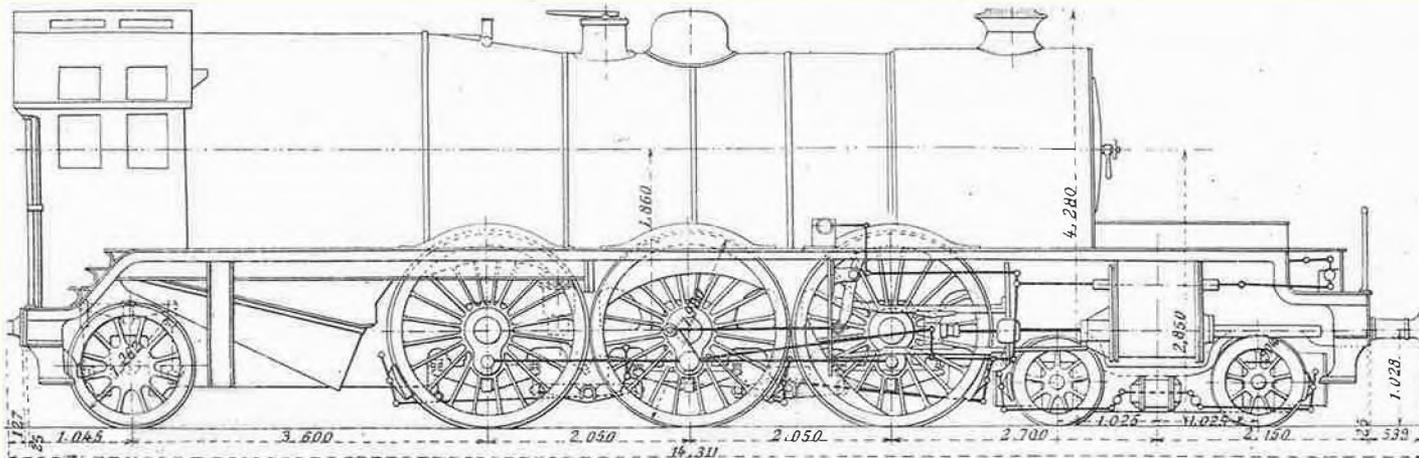


Fig. 5. — Locomotive à voyageurs, type 10, système Flamme, des Chemins de fer de l'État belge.

CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPALES LOCOMOTIVES BELGES EXPOSÉES A BRUXELLES.

Numéro de série des locomotives . . .	4000	4500	4300	4400
Type de l'état belge	9	10	32	36
Notation	B. 3 (Ten Wheel)	B. 3 P (Pacific)	3 T. (6 tonnes complètes)	P. 5 (Decapod)
Timbre . . . kilogr. par cm ² .	14	14	13	14
Surface de grille. . . mètres carrés.	3,18	5	2,52	3,40
Surface de chauffe du foyer: —	16,44	20	96,70	18,95
— — des tubes. —	138,87	220		220
— surchauffe. . . —	37,80	62	23	62
— totale	193,11	302	119,70	300,95
Diamètre des cylindres. millim.	443	500	500	500
Course des pistons. . . —	640	660	660	660
Empattement total. . . mètres.	8,910	10,400	»	10,115
Poids à vide. kilogr.	74 000	92 000	47 500	93 900
— en ordre de marche . . . —	81 300	102 000	51 900	104 200
— adhérent —	53 300	57 000	51 900	87 800
Contenance en eau du tender . . —	20 000	24 000	»	24 000
— en charbon du tender. —	7 000	7 000	»	7 000

Les tubes à fumée renfermant les tubes surchauffeurs sont en acier, les autres sont en laiton. Ces derniers sont montés avec une flèche de pose et tous orientés vers le bas, afin de pouvoir prendre facilement au moment de l'allumage une certaine courbure sans fatiguer ni faire bomber la plaque tubulaire du foyer.

Surchauffeur. — Le surchauffeur est du système Schmidt dans les tubes. Dans chacun des gros tubes à fumée, qui sont au nombre de 25, on a logé quatre tubes surchauffeurs réunis deux à deux du côté du foyer par un raccord en acier dans lequel ils sont vissés. Chaque boucle ainsi formée met en communication les deux compartiments d'un collecteur de vapeur placé à la partie supérieure de la boîte à fumée, contre la plaque tubulaire; l'un des compartiments reçoit de la vapeur saturée venant du régulateur, l'autre fournit de la vapeur surchauffée aux quatre cylindres moteurs. Lorsque le régulateur est fermé, un volet, actionné automatiquement, vient se placer devant les gros tubes à fumée et empêche les gaz d'y circuler, mettant ainsi les tubes surchauffeurs à l'abri d'une température trop élevée. Le mécanicien peut, d'autre part, modifier dans une certaine mesure l'ouverture du volet dans la marche à régulateur ouvert, pour régler la surchauffe d'après les indications d'un pyromètre Fournier.

(1) Les figures 4, 5 et 6 sont à la même échelle.

Châssis. — Le châssis est formé de deux longerons en acier de 26 millimètres d'épaisseur, légèrement resserrés au droit du bogie pour que les cylindres extérieurs ne sortent pas du gabarit, et entretoisés par les traverses d'avant et d'arrière, le massif des cylindres intérieurs et une traverse en acier moulé servant d'appui aux glissières. Les boîtes à huile des fusées d'essieux sont en acier moulé, du système Raymond et Henrard à trois coussinets recevant : le coussinet supérieur le poids de la machine, et les coussinets latéraux — qui descendent notablement au-dessous de l'axe de la fusée — l'effort des bielles; ces coussinets latéraux, grâce à leur grande surface d'appui, prennent ainsi peu de jeu, leur frottement étant d'autre part amélioré par un garnissage de métal antifric tion.

Les ressorts de suspension des roues accouplées, disposés en dessous

d'eau et 6 à 7 tonnes de charbon; il est relié à la locomotive par une barre centrale d'attelage et par deux chaînes de sûreté.

LOCOMOTIVE A VOYAGEURS, TYPE 10, SYSTEME FLAMME. — La machine *Pacific*, type 10 (fig. 5, du texte, et fig. 4, 5 et 6, pl. XXII), a été créée pour remorquer les trains de voyageurs lourds de la ligne du Luxembourg, qui présente de longues et nombreuses rampes de 16 millimètres d'inclinaison par mètre. Avec une grille de 5 mètres carrés et ses quatre cylindres de 0^m 50, c'est la plus puissante locomotive à voyageurs d'Europe; elle exerce un effort de traction de plus de 15 000 kilogr., et, dans les essais auxquels la première machine de ce type a été soumise, elle a développé un travail de 2 200 chevaux, soutenu aussi longtemps que l'horaire du train l'a permis.

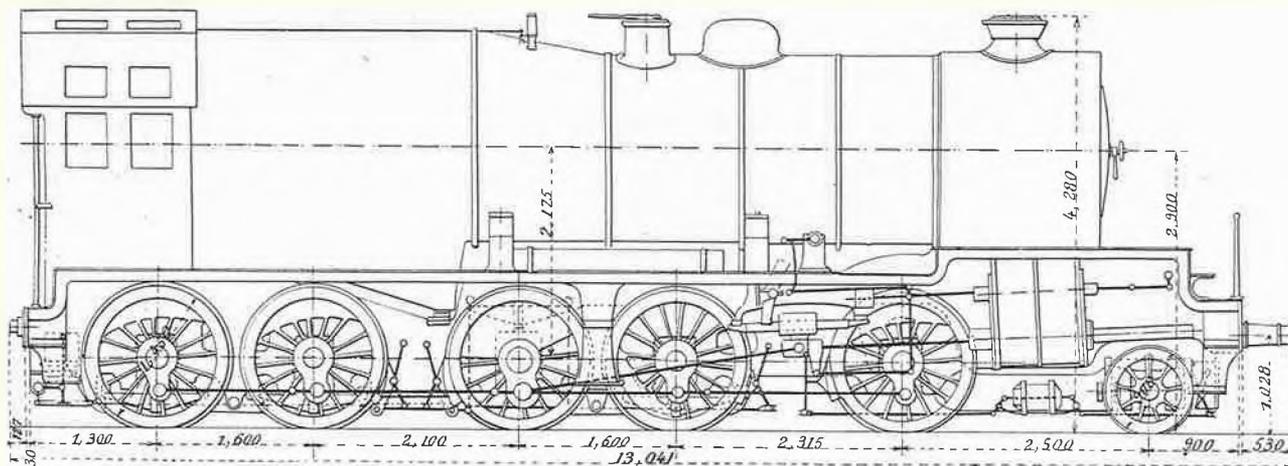


FIG. 6. — Locomotive type 36, système Flamme, à quatre cylindres égaux et à surchauffe, des Chemins de fer de l'État belge.

des boîtes, sont reliés deux à deux par des balanciers longitudinaux assurant l'invariabilité de la charge.

Le bogie, du système Flamme, est à longerons intérieurs de 26 millimètres d'épaisseur et à ressorts de suspension indépendants. Il reçoit en son centre la charge de l'avant de la machine par l'intermédiaire d'une rotule sphérique fixée au châssis principal et venant reposer sur une crapaudine en acier moulé, suspendue sur la traverse centrale du bogie au moyen de quatre menottes inclinées. Le bogie est suffisamment libre sous la machine et l'appui sphérique lui permet de suivre sans difficulté les dénivellations de la voie : une broche horizontale

Chaudière. — Le foyer est du genre débordant et a toute la largeur, 2 mètres, compatible avec le gabarit; il est muni de deux portes de chargement. Le nombre des gros tubes à fumée renfermant les tubes surchauffeurs est ici de trente et un. La virole raccordée à la boîte à feu est conique dans sa partie supérieure, dans le but d'abaisser l'avant de la chaudière de manière à ramener dans le gabarit le dôme de vapeur et la cheminée.

Mécanisme. — Le mécanisme diffère de celui de la locomotive type 9 en ce que les cylindres commandent deux essieux distincts pour

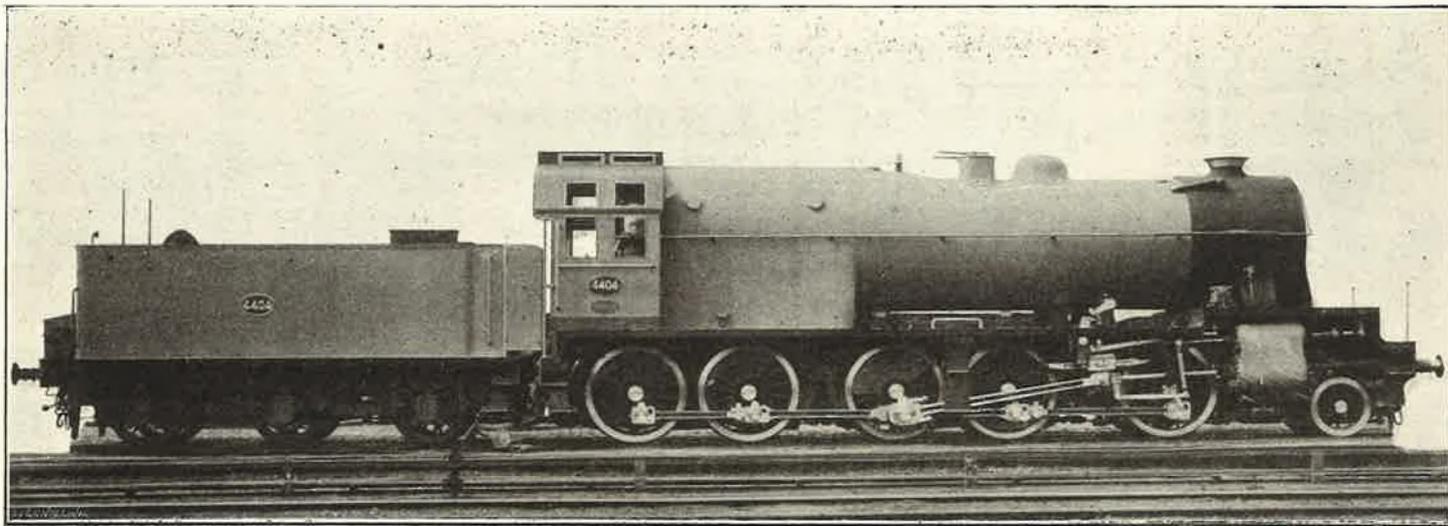


FIG. 7. — Locomotive *Decapod*, type 36, système Flamme, à quatre cylindres égaux et à surchauffe, des Chemins de fer de l'État belge, construite par les Ateliers métallurgiques, à Bruxelles.

fixée à deux oreilles coulées avec la crapaudine empêche le bogie d'abandonner la locomotive; enfin, des pièces de butée limitent son déplacement transversal à 65 millimètres de chaque côté de l'axe longitudinal.

Le rappel par biellettes est simple et d'un fonctionnement sûr et régulier, étant produit par la gravité et non gêné par des frottements; ce rappel se produit avec une force proportionnelle au déplacement et il est d'autre part déterminé par l'inclinaison donnée aux bielles.

Les roues accouplées et les roues du bogie sont toutes freinées; ces dernières, en raison de leur mobilité, le sont au moyen d'une timonerie spéciale et d'un cylindre à frein actionné par une triple valve et un réservoir auxiliaire supplémentaires.

Le tender, porté par trois essieux, peut contenir 20 mètres cubes

réduire la fatigue des pièces. Les tiroirs des cylindres intérieurs, au lieu d'être actionnés par des balanciers, qui ne peuvent être employés à cause de la disposition des cylindres, le sont par un arbre de renvoi (rocking-shaft).

Châssis. — Les longerons ont une épaisseur de 30 millimètres et sont en deux pièces assemblées par recouvrement, comme dans la machine de l'Est français; les boîtes de l'essieu arrière peuvent prendre un déplacement de 50 millimètres dans leurs guides, pour faciliter l'inscription en courbe.

LOCOMOTIVE A MARCHANDISES, TYPE 36, SYSTEME FLAMME. — La locomotive type 36 (fig. 6 et 7, du texte, et fig. 7 à 9, pl. XXII) est destinée aussi à la ligne du Luxembourg.

Chaudière. — La chaudière est à peu près la même que celle du type 10; le foyer est moins large, mais il est plus long (2^m 90) et il a la même surface de grille; il se relève un peu vers le milieu pour passer au-dessus des roues du quatrième essieu couplé.

Mécanisme et châssis. — Il y a aussi deux essieux moteurs, qui sont ici le deuxième et le troisième accouplés; les tiges des pistons extérieurs ont aussi, en raison de leur grande longueur, un guidage supplémentaire. Les contre-manivelles commandant les coulisses extérieures n'ont pu être employées en raison du gabarit; elles sont remplacées par des excentriques intérieurs.

L'essieu porteur avant forme avec le premier essieu couplé un bogie, système Flamme, qui supporte l'avant de la locomotive au moyen d'une rotule sphérique; la crapaudine est aussi suspendue par quatre bielles inclinées sur la pièce centrale du châssis du bogie.

L'essieu d'avant est chargé au moyen de deux ressorts indépendants; à l'arrière, la charge est transmise par une traverse formée de deux fers à U au milieu d'un ressort transversal; celui-ci est suspendu aux boîtes de l'essieu par des menottes verticales: le châssis est donc porté par trois points d'appui (les boîtes de l'essieu d'avant et la bride du ressort d'arrière) et il en résulte que la répartition des charges est invariable. D'autre part, l'axe de la rotule étant plus rapproché de l'essieu d'arrière, ce dernier reçoit une plus grande partie du poids de la machine. Pour prévenir les conséquences de la rupture possible du ressort transversal ou de ses tirants, on a disposé deux flasques de sûreté et deux tirants de sûreté pouvant éventuellement remplacer la suspension élastique.

L'essieu accouplé est guidé dans le châssis de la machine, mais il peut se déplacer latéralement de 16 millimètres à droite et à gauche, grâce au jeu ménagé entre ses boîtes à huile et leurs guides: le déplacement est facilité par la forme sphérique donnée aux boutons de manivelles. En outre, dans tous ses mouvements transversaux l'essieu est rendu solidaire du châssis du bogie par deux patins d'appui, traversés à frottement doux par des saillies cylindriques surmontant les boîtes à huile; on voit que l'essieu d'avant peut rayonner avec le châssis autour de l'axe vertical passant par le milieu de l'essieu d'arrière, cet axe de rotation étant lui-même mobile latéralement: le plus grand écart possible dans chaque sens à l'avant est de 136 millimètres. Le dernier essieu couplé peut encore se déplacer dans ses boîtes de 29 millimètres de chaque côté. Grâce à ces différentes dispositions, la machine est douée d'une grande flexibilité et peut s'inscrire avec une extrême facilité dans des courbes de 100 mètres de rayon.

L. PIERRE-GUÉDON,
Ingénieur civil.

(A suivre.)

TRAVAUX PUBLICS

LA RECONSTRUCTION DU PONT DE QUÉBEC

(Suite¹.)

Recherches sur la résistance des rivures en acier au nickel.

Nous avons indiqué dans la première partie de cet exposé les grandes lignes du projet de reconstruction du pont de Québec sur le Saint-Laurent et signalé l'emploi de l'acier au nickel qui sera fait pour la partie métallique de ce pont. Comme les coefficients sur lesquels on peut compter pour la résistance des rivets en acier au nickel sont assez mal connus, la Commission technique nommée par le Gouvernement fédéral canadien pour la reconstruction du pont a cru utile de faire faire des essais de nature à fixer ces coefficients d'une façon incontestable. Elle a confié ce travail à M. A. N. Talbot, professeur à l'Université de l'Illinois, qui l'a exécuté dans son laboratoire en opérant dans les mêmes conditions que pour des essais analogues faits par lui en 1905 sur des aciers ordinaires au carbone, pour le compte de l'American Railway Engineering and Maintenance of Way Association.

Ce sont les conditions dans lesquelles ces essais ont été effectués et les résultats qu'ils ont donnés que nous nous proposons d'exposer succinctement dans ce qui va suivre.

On a fait deux sortes d'essais: des essais à la traction et des essais dans lesquels on faisait alterner la traction et la compression.

Les premiers ont porté sur des assemblages de tôles plates, couvre-joints et fourreaux, réunis par un plus ou moins grand nombre de rivets, tels que les représentent les figures 3 à 9. Les essais aux efforts alternés ont porté sur un seul type d'assemblage, celui de la figure 12, qui comporte deux forts plats et trois couvre-joints assemblés par deux rangs de rivets.

Essais préliminaires. — Des essais de résistance avaient été faits au préalable sur des éprouvettes préparées avec le métal des tôles et des

rivets employés pour ces assemblages, et son analyse chimique avait été faite. Voici les résultats qui ont été trouvés:

	Acier au nickel des tôles.	Acier au nickel des rivets.	
Composition chimique (teneurs centésimales)	carbone	0,282	
	phosphore	0,007	
	manganèse	0,690	
	soufre	0,024	
Essai à la traction . . .	nickel	3,240	
	limite d'élasticité . kg/mm ² .	40,86	31,56
	charge de rupture . . .	59,31	48,12
	allongement . . . %.	20	33,5
	striction	47,9	63,4

Comme il fallait s'y attendre, le métal des rivets est plus doux que celui des tôles. Éprouvettes et assemblages ont été faits dans les ateliers de la Pennsylvania Steel Company, de Steelton (Pennsylvanie),

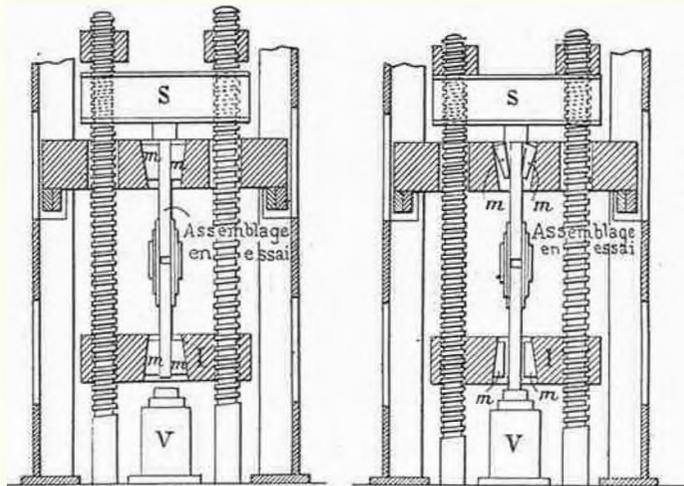


FIG. 1 et 2. — Schéma de la machine Riehle à essayer les assemblages à la traction et à la compression.

sans apporter plus de soin à leur confection que pour le travail qui est couramment exécuté dans ces ateliers.

Les essais antérieurs sur l'acier au carbone avaient donné une moyenne de 42^{kg} 18 par millimètre carré comme charge de rupture à la traction pour les tôles et de 35^{kg} 15 pour les rivets.

Machine d'essai. — Les essais ont été faits au moyen d'une machine Riehle de 300 tonnes, qui se prête aux épreuves à la traction quand

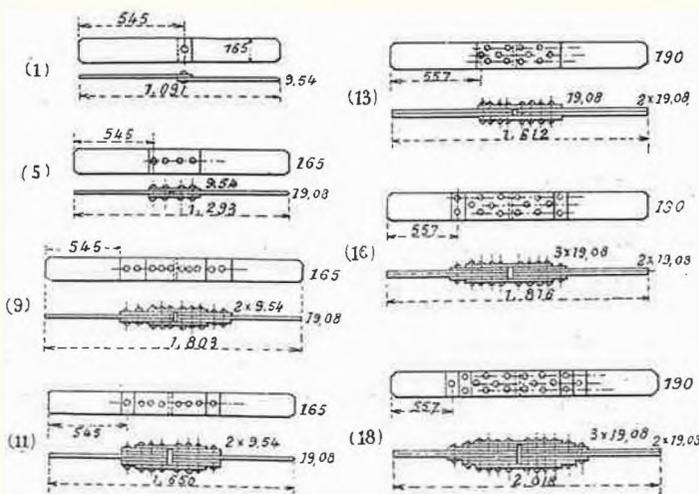


FIG. 3 à 9. — Types d'assemblages en acier au nickel essayés à la traction

elle est disposée comme le montre la figure 1, en utilisant les mors *m* et le sommier inférieur *I*, ou à la compression, quand, sa disposition étant celle de la figure 2, on utilise le vérin hydraulique *V* et le sommier supérieur *S*. Les charges étaient appliquées en déplaçant celui des deux sommiers qui est mobile, suivant le cas, à raison de 10 millimètres par minute. Les allongements ou raccourcissements étaient enregistrés automatiquement au 1/40 de millimètre près.

Pour déceler le mouvement relatif des différentes tôles d'un assemblage sous les efforts, on collait une bande de papier quadrillé sur la tranche des tôles, et quand la colle était sèche, on l'incisait au droit de chaque joint; après glissement, le repérage des tôles se faisait au moyen du quadrillage du papier (fig. 10).

(1) Voir le Génie Civil, t. LVII, n° 49, p. 354.

LOCOMOTIVES DE L'ETAT BELGE EXPOSEES A BRUXELLES

Fig 1 à 3 Locomotive, type 9, système Flamme.

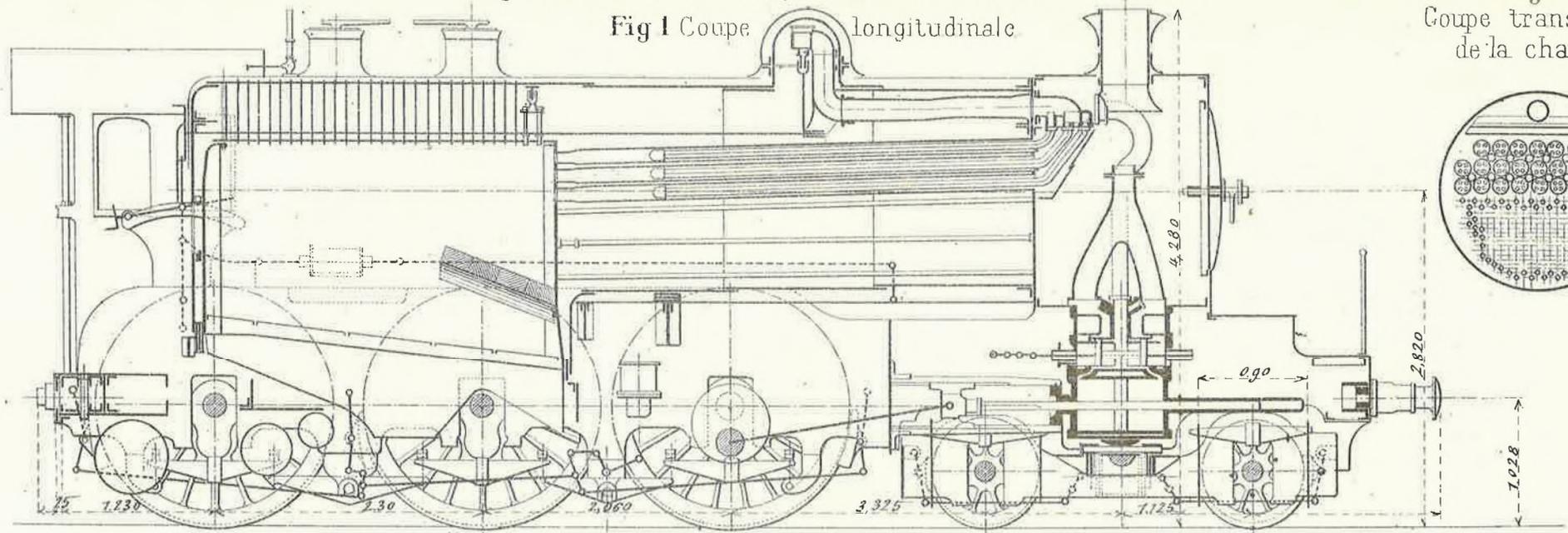


Fig 1 Coupe longitudinale

Fig 2 Coupe transversale de la chaudière

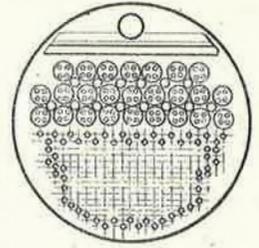


Fig 3 Plan-coupe 11.626

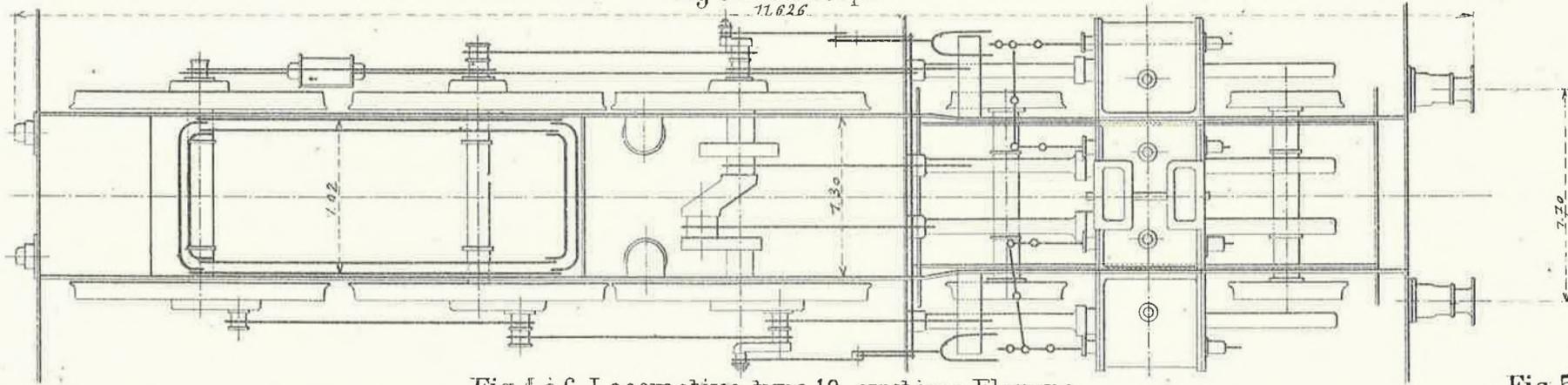


Fig 4 à 6 Locomotive, type 10, système Flamme

Fig 4

Coupe longitudinale

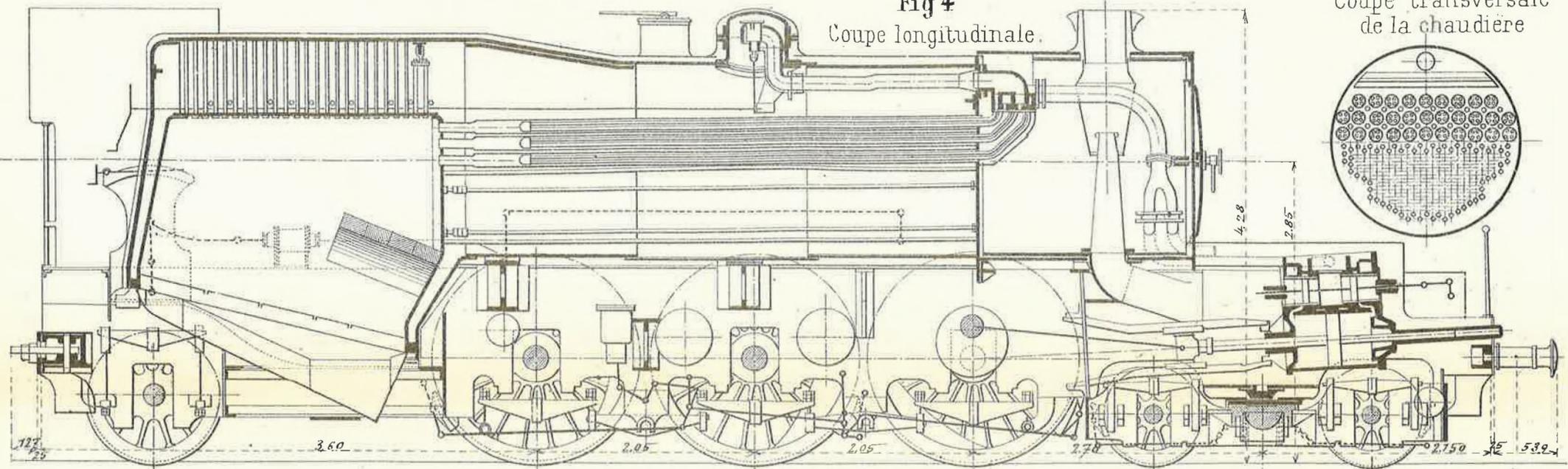


Fig 5 Coupe transversale de la chaudière

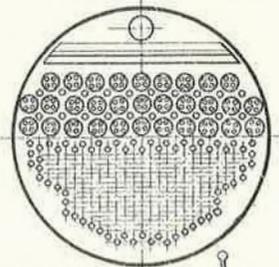


Fig 6 Plan-coupe

Fig 6. Plan-coupe

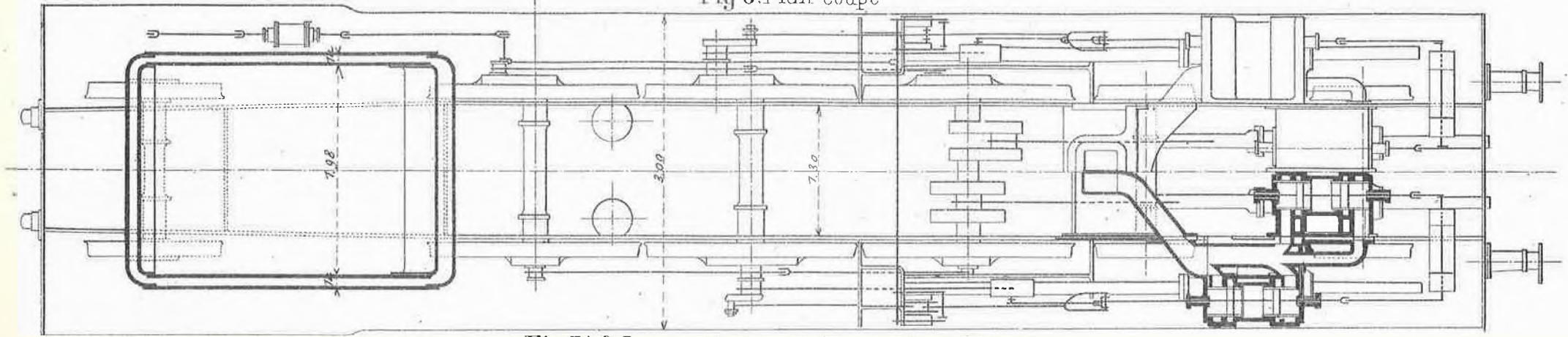


Fig 7 à 9. Locomotive, type 36, système Flamme

Fig 7

Coupe longitudinale

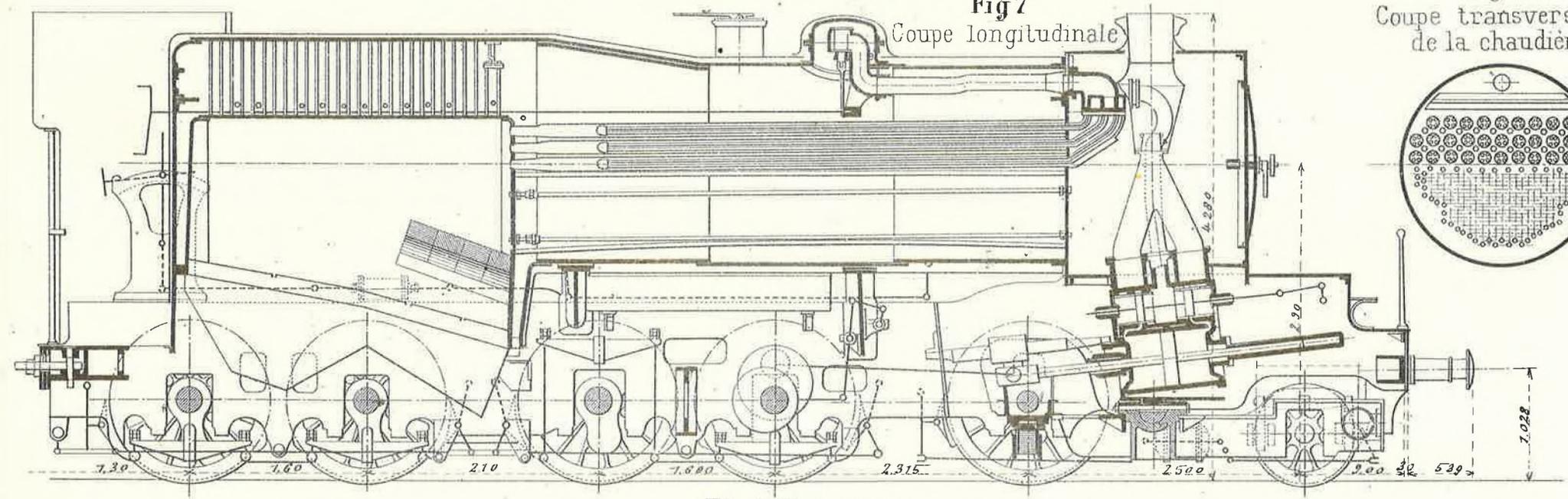


Fig 8

Coupe transversale de la chaudière

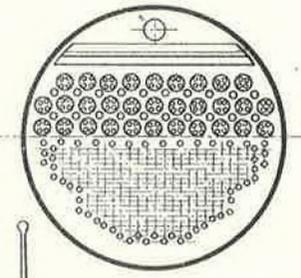
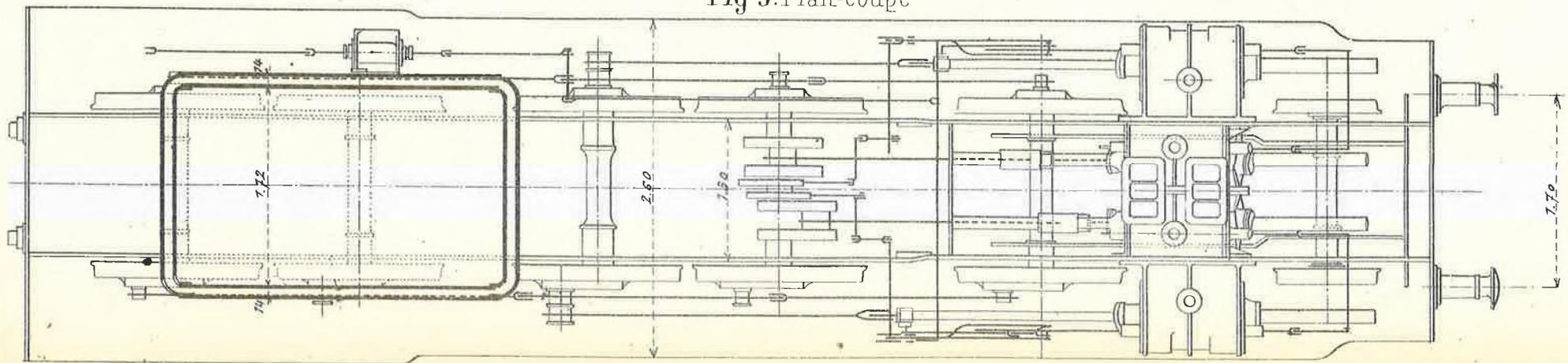


Fig 9. Plan-coupe



Auteur et l'imp. A. GENTIL, 181, Rue de Valenciennes, Paris.