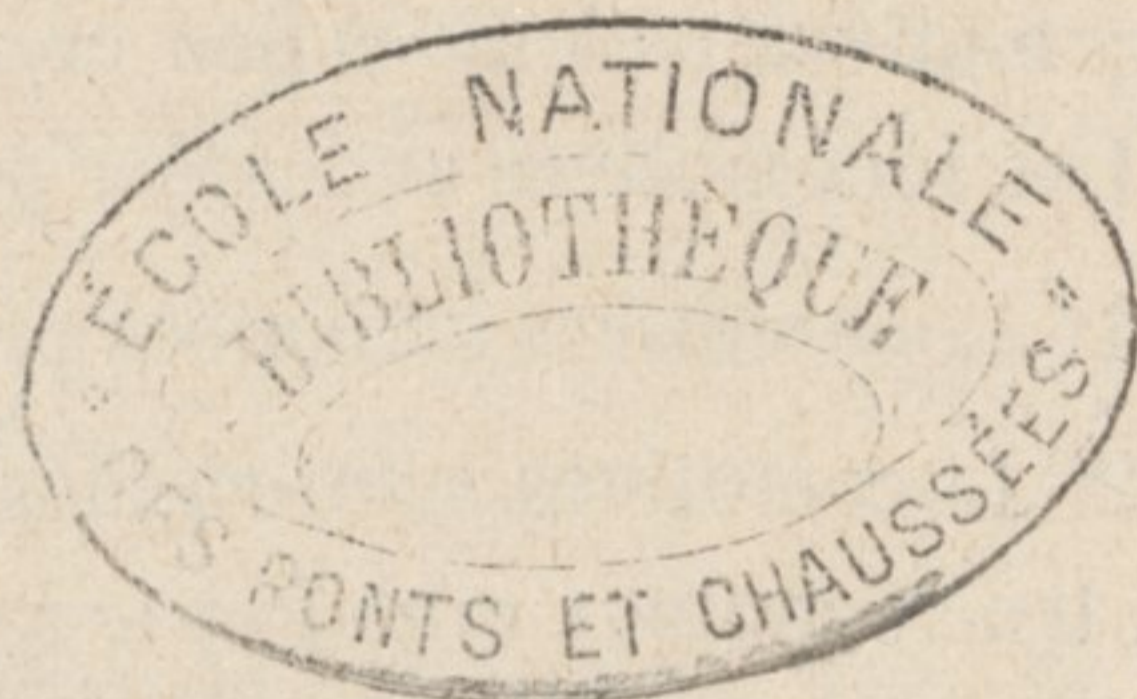

NOTE

SUR

LES LOCOMOTIVES ARTICULÉES

Par Lionel WIENER.



Lorsqu'en 1900, les grandes Administrations de chemins de fer avaient réuni à Vincennes les derniers types de locomotives qu'elles avaient produit, il semblait que la machine locomotive eût atteint son dernier degré de perfectionnement, et qu'en dehors de modifications de détails, relativement peu importants, elle ne subirait plus guère de modifications. Or, en cherchant à perfectionner les détails d'alors, l'on est arrivé non seulement à leur reconnaître une importance qu'on ne leur soupçonnait pas, mais encore à en modifier d'autres, à introduire des organes nouveaux, si bien que la locomotive de 1913 est aussi différente de celle de 1900 que l'était celle-ci d'une locomotive plus vieille d'une douzaine d'années.

Il faut en conclure qu'en ceci — comme en bien d'autres questions — il importe de ne pas considérer que l'on soit arrivé à des formes type, mais que l'on a atteint une période transitoire, qui subira elle-même l'évolution de toutes choses. C'est pourquoi il est intéressant et utile, de grouper de temps en temps, et les résultats acquis et les voies nouvelles où se poursuivent les recherches, et de montrer l'ensemble d'un sujet, afin de tirer des étapes antérieures, des indications pouvant servir ultérieurement.

C'est ce que nous nous proposons de faire pour diverses questions dont l'évolution s'accomplit actuellement, et nous commencerons par un exposé de ce qui concerne les locomotives articulées.

Dans l'examen qui va suivre, nous ne nous attacherons qu'aux caractères distinctifs des locomotives, résultant de l'application d'un système articulé, en laissant de côté ceux qui se retrouvent également dans les locomotives rigides à moins que leur adoption ne soit indispensable.

Pour chaque système, nous exposerons d'abord les caractéristiques qui se retrouvent dans toutes les locomotives de ce système. Ensuite, nous donnerons un tableau des dimensions principales de ces locomotives pour éviter une suite de descriptions détaillées et monotones, mais qu'il est utile de posséder. Enfin, pour chacune des locomotives citées dans ces tableaux, nous signalerons les organes qui les distinguent des autres et donnerons quelques renseignements sur le service auquel elles doivent faire face.

Types actuels des locomotives articulées. — L'emploi des locomotives articulées date de l'origine même des chemins de fer (celle de Allen est de 1832) et depuis cette époque, la nécessité d'employer sur des lignes plus ou moins tortueuses les moteurs les plus puissants possibles, a maintenu ce problème d'actualité constante. De nombreux types se sont successivement fait jour, pour finir par être éliminés à mesure que les progrès de la mécanique faisaient découvrir des solutions meilleures, et si certains, comme ceux de Meyer et de Fairlie qui sont d'invention ancienne, sont encore employés actuellement, il en est peu qui aient duré, la plupart des types actuels étant d'invention relativement récente.

Nous nous attacherons dans cet examen aux types actuels, en renvoyant pour les types disparus aux nombreux ouvrages qui traitent de la question, non pas que leur étude n'ait un intérêt et une utilité fort grande, mais parce qu'elle sort du cadre que nous nous sommes tracés. Par contre, nous avons exposé d'une façon assez complète les caractéristiques de certaines locomotives articulées peu connues et qui méritaient de l'être davantage.

Les locomotives articulées peuvent être classées en trois grands groupes, comme suit :

- 1^o Locomotives articulées proprement dites, reposant sur deux ou plusieurs bogies moteurs ;
- 2^o Locomotives semi-rigides, comportant un groupe moteur solidaire du châssis principal et un truck moteur mobile par rapport à ce châssis ;
- 3^o Locomotives partiellement articulées, à un seul groupe moteur, dont certains essieux ont une construction spéciale facilitant leur passage en courbe.

Le premier groupe comprend des locomotives à bielles et des locomotives à engrenages. Dans la première classe rentrent les locomotives Fairlie, Meyer, du Bousquet, Garratt, et les types qui en dérivent ; dans la seconde classe, les locomotives Shay, Climax et Heisler.

Le deuxième groupe comprend les locomotives Mallet compound ou simples, à cylindres groupés ou séparés et les locomotives Krauss.

Enfin le troisième groupe ne comprend pas des locomotives de système spécial, mais la généralité des locomotives comportant des organes spéciaux pouvant être adaptés à tous les systèmes et qui sont :

Groupement de l'essieu de tête avec l'essieu porteur avant pour former bogie (systèmes Zara, von Helmholtz, Flamme) ;

Jeu spécial de certains essieux (systèmes Gölsdorf, Klien-Lindner, Klose, etc.) et emploi de boîtes permettant un certain jeu.

Enfin, emploi de bissel et de bogies à un deux ou trois essieux.

GROUPE I

LOCOMOTIVES ARTICULÉES PROPREMENT DITES.

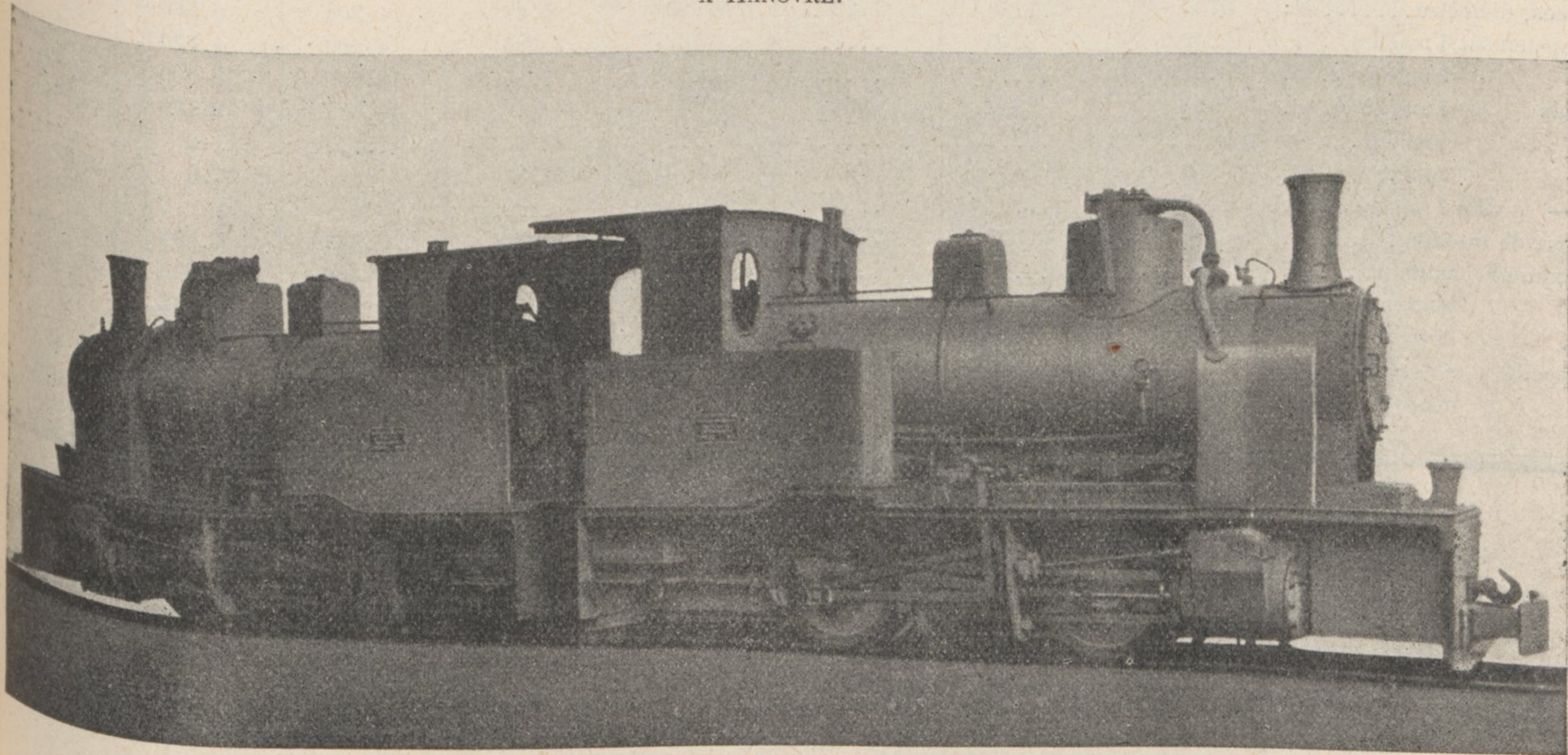
CLASSE I

TRANSMISSION PAR BIELLES.

A. Locomotives à deux chaudières.

1. **Locomotives Duplex.** — L'idée d'accoupler deux chaudières de locomotive, afin de pouvoir former une locomotive souple est ancienne, et le moyen le plus simple consistait à construire des locomotives jumelles que l'on réunissait dos à dos, parfois avec interposition d'un tender. Les premières locomotives de ce système furent construites par Stephenson pour la ligne de Gênes à Turin et d'autres furent mises en service sur le chemin de fer Victor Emmanuel, et le North Western Ry of India (ligne de Bolan Pass). Mais ces locomotives ont disparu devant les progrès des autres systèmes.

Fig. 1. — LOCOMOTIVE DUPLEX D'USINE, VOIE DE 0^m.90, CONSTRUITE PAR LA HANNOVERSCHE MASCHINENBAU A HANOVRE.



Il convenait pourtant de les citer parce qu'elles ont réapparu récemment pour diverses

catégories de transports. On les utilise avec succès sur les lignes militaires à voie de 0^m,60 (Fig. 2 et 2^{bis}), notamment en Allemagne, au Japon, etc., et pour les voies d'usines (Fig. 1).

De plus, on peut, grâce à ce moyen, constituer, le cas échéant, des locomotives articulées "de fortune". C'est ainsi qu'ont procédé notamment, en 1905, les chemins de fer de l'Etat Belge, en accouplant deux locomotives à marchandises 0-6-0, les foyers se faisant vis-à-vis, afin de suppléer aux locomotives de renfort de la rampe d'Ans, dont le nombre ne permettait pas de faire face au trafic extraordinairement accru, dû à l'Exposition de Liège.

Nous ne nous arrêterons pas davantage à ce type, sauf en ce qui concerne les locomotives à voie de 0^m, 60, dont nous donnons ci-après les dimensions principales (Tableau A).

TABLEAU A. — LOCOMOTIVES DUPLEX.

Figures	Ligne de Turin à Gênes			Victor-Emanuel	North-Western (Bolan-Pass.)	État Belge	2	1
Chemin de fer.....							Militaire Japon Allemagne	Usines
Écartement..... m.	1,435	1,435	1,435	1,435	1,435	1,435	0,600	9,900
Constructeur.....	Stephenson	Cockerill	Cockerill	Cockerill	N. British		divers	Hannoversche
Année.....	1854							
Type 2 fois.....	0-4-0	0-4-0	0-6-0	0-4-0	0-6-0	0-6-0	0-6-0	0-4-0
Cylindres diamètre... m.	0.333	0.335	0.406	0.420	0.485	0.500	0.180	0.310
course..... m.	0.560	0.560	0.560	0.600	0.660	0.600	0.240	0.440
Chaudière. Timbre.... k.	8	7.5	8	8	10	10	15	12 at.
centre..... m.	1.537	.....	.....	.....	.....	2.178	0.117	.....
diamètre... m.	1.042	.....	.....	.....	.....	1.400	0.700 moy.	.....
Tubes nombre.....	121	.....	.....	.....	.....	251	43	.....
diamètre... m.	0.051 ext.	.....	.....	.....	.....	0.045 ext	40/44,5	.....
longueur... m.	3.4227	.....	.....	.....	.....	3.510	2.195	.....
Surface de grille..... m ²	1.04	.....	.....	1	2.04	5.140	0.29	0.8
foyer..... m ²	6.57	.....	.....	.....	.....	11.331	1.21	.....
tubes..... m ²	65.8	.....	.....	.....	.....	109.355	13.08	36.8
chauffe.... m ²	72.37	71.5	100.5	72	128.5	120.686	14.29	0.820
Roues, diamètre..... m.	0.99	1.08	1.22	1.20	1.27	1.300	0.586	1.800
Empatement 1 machine . m.	2.40	2.45	.....	2	2.985	4.200	1.300	.....
2 machines. m.	10.083	.....	.....	.....	.....	13.200	5.300	.....
Poids 1 machine . t.	28	27	33	27.7	44	46.6	8.190	18,7
tender.... t.	.....	.....	.....	.....	41.5	.....	11.2	.....
total..... t.	56	58	66	55.4	129.5	93	27.6	37.4
— vide 1 machine. t.	.....	.....	.....	.....	.....	42.4	.....	14.4
Effort de traction..... k.	5.550	6.300	7.960	9.100	14.500	7.747	1.194	.....
Maximum hauteur... m.	.....	.....	.....	.....	.....	4.420	2.688	.....
longueur... m.	.....	.....	.....	.....	.....	9.400	8.242	.....
largeur... m.	.....	.....	.....	.....	.....	3.000	1.650	.....
Capacité eau..... m ³	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1.9
charbon.... m ³	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.75

La locomotive pour voie de 0^m,60 est pourvue de soutes latérales, mais, afin d'augmenter la capacité d'approvisionnements, l'on y attelle parfois un tender à deux bogies de deux essieux, symétrique par rapport à son centre, afin de pouvoir être attelé indifféremment par l'un ou l'autre bout. Ses dimensions principales sont :

Roues, diamètre.....	0 ^m , 450	Capacité.... d'eau.....	5 m. c.
Bogies, empatement.....	0 ^m , 700	charbon.....	1 T. 8
Distance des centres.....	2 ^m , 900	Poids..... à vide.....	4 T. 3
Châssis..... extérieur		en charge.....	11 T. 2

Fig. 2. — LOCOMOTIVE DUPLEX MILITAIRE DES ARMÉES ALLEMANDE ET JAPONAISE (VOIE DE 0^m,60).

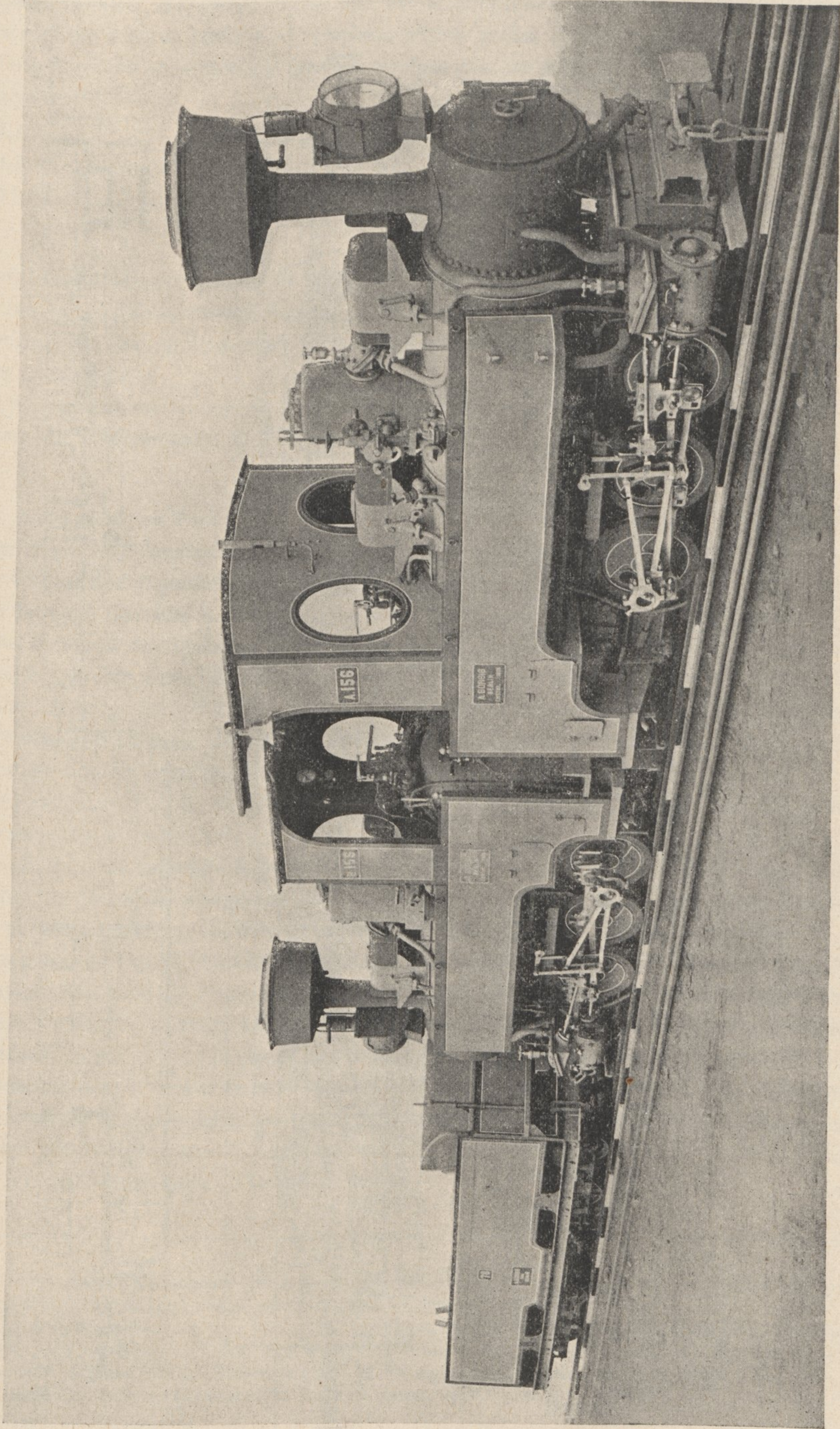
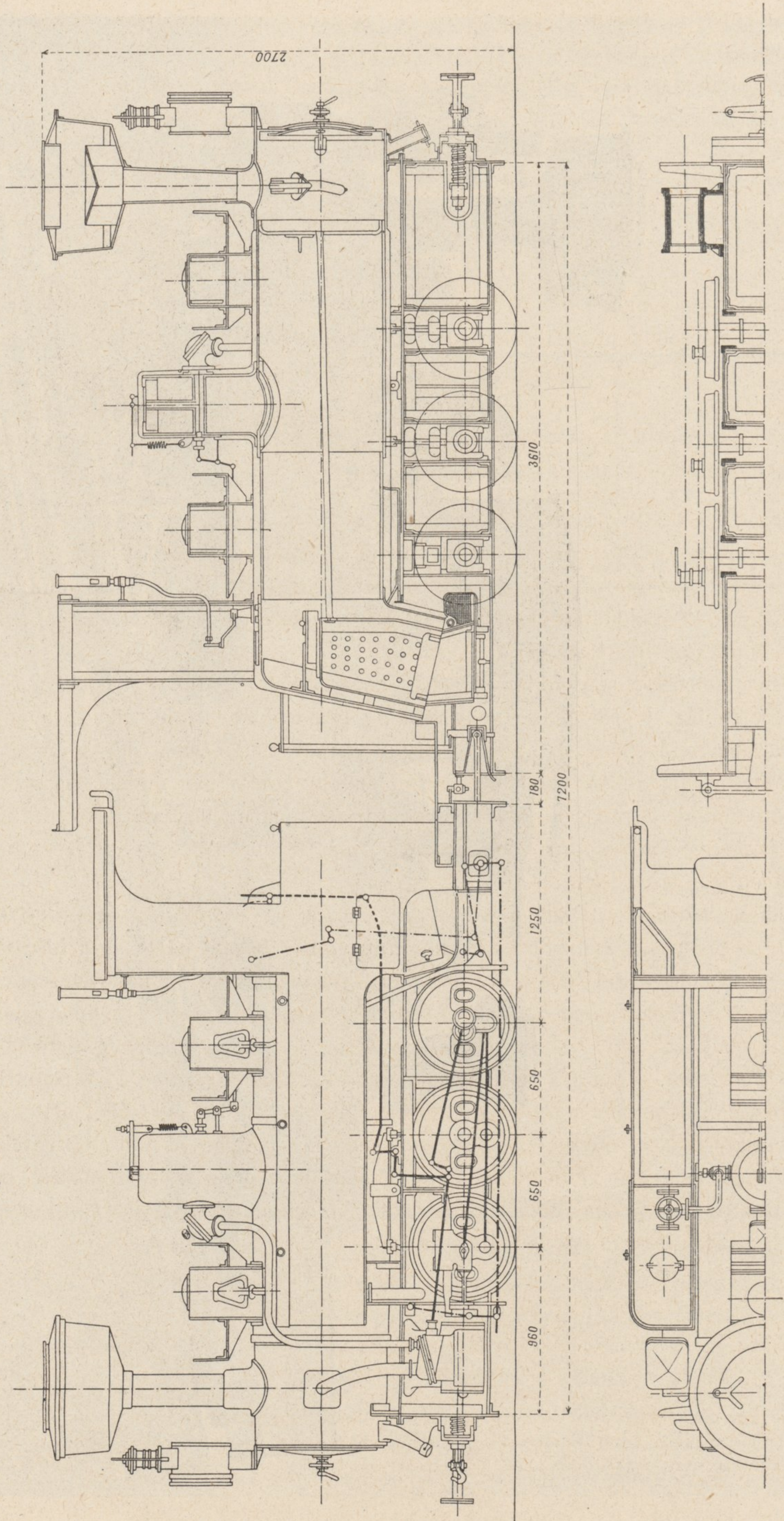


Fig. 2bis. — LOCOMOTIVE DUPLEX MILITAIRE DES ARMÉES ALLEMANDE ET JAPONAISE (VOIE DE 0^m,60).



Cette capacité d'approvisionnements est remarquable pour une voie aussi réduite, et a pu être réalisée avec un poids mort relativement très petit.

Cette locomotive Duplex qui peut passer dans des courbes de 20 m. de rayon remorque sur rampe de :

0,1 %.....	380 T.	1 %.....	120 T.	3,33 %.....	40 T.
0,2 %.....	280 T.	1,66 %.....	84 T.	4 %.....	32 T.
0,5 %.....	180 T.	2 %.....	70 T.	5 %.....	20 T.
		2,5 %.....	58 T.		

dont il faut défalquer le poids du tender, le cas échéant, car la locomotive portant une partie de ses approvisionnements et étant destinée à un service qui, souvent, ne l'éloignera pas beaucoup du centre de ravitaillements, il n'est pas indispensable de toujours lui faire remorquer ce tender.

L'on emploie en Allemagne un type de locomotives jumelles pour usines dont on trouvera également les dimensions au Tableau A (Fig. 1).

2. **Locomotives Fairlie.** — Ce système de locomotives articulées, qui fut probablement le premier que l'on employât avec succès, est une modification heureuse d'un type datant du début même de l'exploitation des Chemins de fer, et qui avait été inventé en 1832 par Allen, pour la South Carolina R. R. (1).

Ces locomotives consistent en principe dans l'emploi de deux trucks moteurs, et d'une chaudière double, dont les foyers sont réunis à la portion centrale, où se trouve également la cabine. Dans une locomotive présentée au concours du Semmering, par les Ateliers Cockerill, de Seraing, les appareils de choc et traction étaient portés par un châssis qui supportait la chaudière double, et reposait sur les trucks, par des appuis plans latéraux (2).

La locomotive Fairlie s'en distingue en ce que les appareils de choc et traction sont portés directement par les trucks.

Le châssis, sur lequel la chaudière prend appui à ses extrémités, présente sous les selles d'appui, un pivot plan s'adaptant dans des crapaudines faisant partie des châssis des bogies ; à leur partie postérieure, ces derniers sont munis d'une glissière radiale avec rappel.

Les prises de vapeur, dans les anciens types, se faisaient à travers la plaque tubulaire *N*, d'où la vapeur était conduite à un réceptacle spécial, en prolongement de la partie inférieure de la boîte à fumée. En cet endroit était un joint à rotule et fourreau d'où la vapeur se rendait aux cylindres, en passant par le centre des bogies, où les conduites étaient articulées. Dans les nouveaux types, la vapeur se rend directement de la chaudière à un joint à rotule et fourreau, dont le centre se trouve immédiatement au-dessous du centre de rotation des bogies, et de là aux cylindres. La vapeur d'échappement, traverse également un joint à rotule et à fourreau situé à la partie inférieure de la boîte à fumée.

(1) Cette locomotive fut construite par la West Point Foundry, de New York, en trois exemplaires. Il n'y avait en tout que deux cylindres, l'un à chaque extrémité dans l'axe de la machine.

(2) La « Seraing » était du type 0-4 + 4-0. Les foyers, accolés, étaient distincts. Le charbon était porté sur la plateforme, côté chauffeur ; l'eau était dans un tender à 4 roues. Dimensions principales : Cylindres 0^m,408 × 0,685 ; Timbre de la chaudière : 7 atm. Surface de grille, 2^m,20 ; surface de chauffe, 170 m. c. ; Diamètre des roues, 1^m,06 ; Empattement d'un truck, 2,114 ; total 8.237. Poids en service, 55^t,3.

Les essieux de tête de chaque truck sont un peu en \mathcal{R} de la boîte à fumée, afin de permettre aux cylindres qui sont en porte à faux, d'être à sa hauteur.

Le foyer (et le cendrier) plonge librement entre les trucks. La disposition du foyer à la partie centrale de la locomotive diminue les chances d'en voir découvrir le ciel dans les fortes rampes.

Tout le poids de la locomotive est adhérent dans la grande majorité de ces locomotives ; la locomotive porte ses approvisionnements, l'eau dans des soutes latérales communiquant sous la plateforme.

Ces locomotives s'inscrivent bien dans les courbes.

Comme inconvénients, il faut signaler que la quantité d'approvisionnements est limitée, que les réparations à une double chaudière sont plus coûteuses qu'à une seule et que la locomotive manque de stabilité latérale aux grandes vitesses, ce qui en limite l'emploi aux lignes où ces vitesses ne sont pas nécessaires et particulièrement aux lignes en courbe et en rampes, où elle présente des avantages particuliers.

Le coût supplémentaire des réparations dues à la disposition spéciale du faisceau tubulaire est compensé en partie par ce fait que la surface de chauffe indirecte est beaucoup plus efficace que dans une locomotive ordinaire ayant une surface de chauffe tubulaire numériquement équivalente. Deux jeux de tubes de 3 m. de longueur, par exemple, sont beaucoup plus avantageux à ce point de vue, qu'un seul jeu de 6 mètres de longueur et dont la surface est identique.

Nous donnons dans le tableau B les dimensions principales de quelques locomotives Fairlie remarquables, et dont certaines comptent parmi les plus puissantes locomotives tender construites.

a) *Locomotives Fairlie à vapeur saturée.* — Les premières locomotives Fairlie datent de 1865, et furent construites par Cross and Co de St Helens, pour le Neath and Brecon Ry du Pays de Galles.

Peu après, des locomotives Fairlie furent introduites sur le chemin de fer de Festiniog, où elles circulent encore (Fig. 3). C'est un petit chemin de fer du Pays de Galles également, conduisant du port de Portmadoc aux ardoisières de Blaenau Festiniog, au moyen d'un développement de 22 km. La date de l'introduction de la traction par locomotives est (probablement) 1863, la traction s'y faisant précédemment (depuis 1832, date de l'ouverture) par gravité à la descente et par des chevaux à la montée.

L'écartement y est de $1'11'' \frac{1}{2}$ ($0^m, 597$). La rampe à peu près constante, puisque Blaenau Festiniog est à une altitude de 213 m. ne dépassant pas 1,66 ‰. Le rayon minimum des courbes est de 35 m. Notons en passant que cette ligne est la première qui démontrât la possibilité d'une exploitation complète, sur voie étroite, ainsi que les avantages de la locomotive Fairlie, sur le type rigide pour ce genre de chemin de fer. Aussi nombre de lignes secondaires ou même principales, tant en Angleterre qu'à l'étranger, les adoptèrent-elles, mais l'amélioration des conditions d'exploitation les en ont généralement bannies depuis (1).

(1) L'East and West Junction Ry, employa en 1873 des locomotives Fairlie 0-6 + 6-0 qui avaient été construites par la Yorkshire Engine Co, pour un chemin de fer au Mexique (écartement 1,435).

Le Bury Port and Gwendraeth Ry employa des locomotives Fairlie 0-4 + 4-0 construites par Fairlie en 1870, et 0-6 + 6-0, construites par la Yorkshire Engine Co. Les premières avaient des cylindres de $0^m, 254 \times 0^m, 457$; et des roues de $1^m, 067$ de diamètre. Les secondes avaient des cylindres de $0^m, 279 \times 0^m, 838$, et des roues motrices de $0^m, 838$. Leur empatement total était de $7^m, 010$.

Ces locomotives furent également employées au Caucase ; en France au chemin de fer de la Vendée, etc.

Fig. 3. — LOCOMOTIVE FAIRLIE 0-4 + 4-0 A VOIE DE 0^m,60. — CHEMIN DE FER DE FESTINIOG.

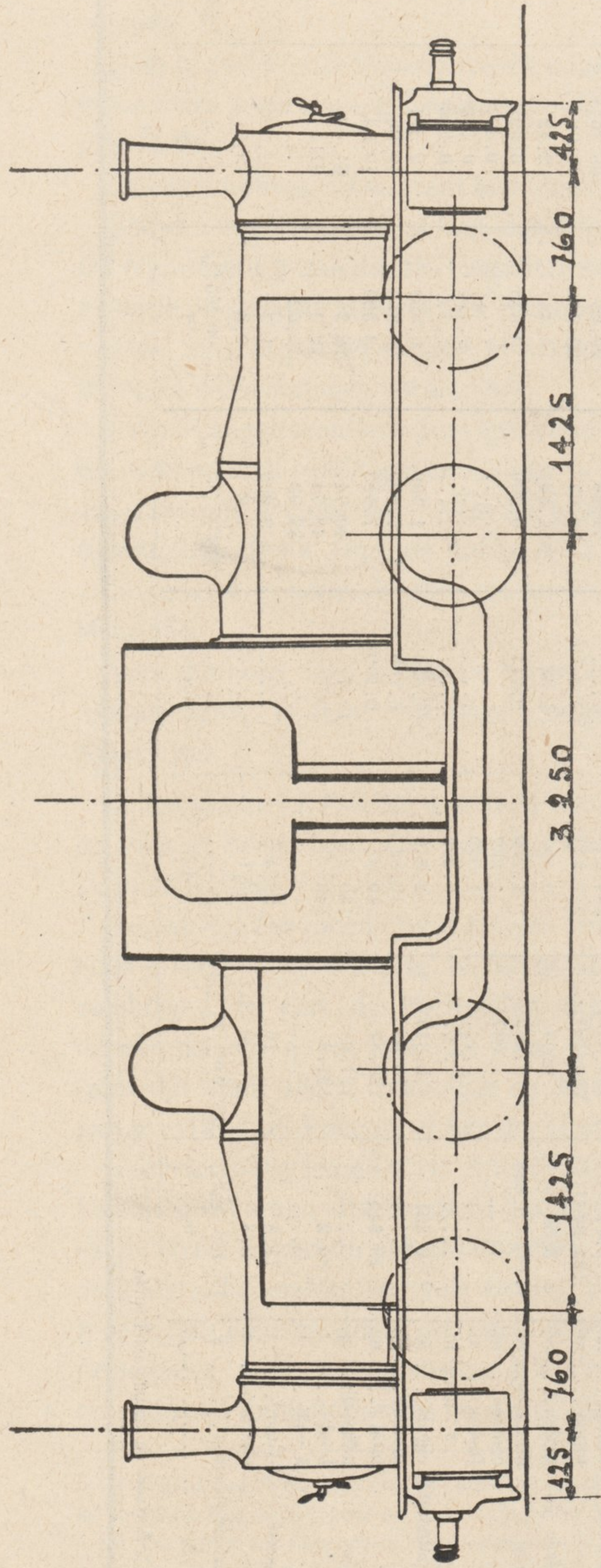


Fig. 4. — LOCOMOTIVE FAIRLIE DU MEXICAN RY (VOIE DE 1^m,435) CONSTRUITE PAR LA VULCAN FOUNDRY (NEWTON LE WILLOWS).

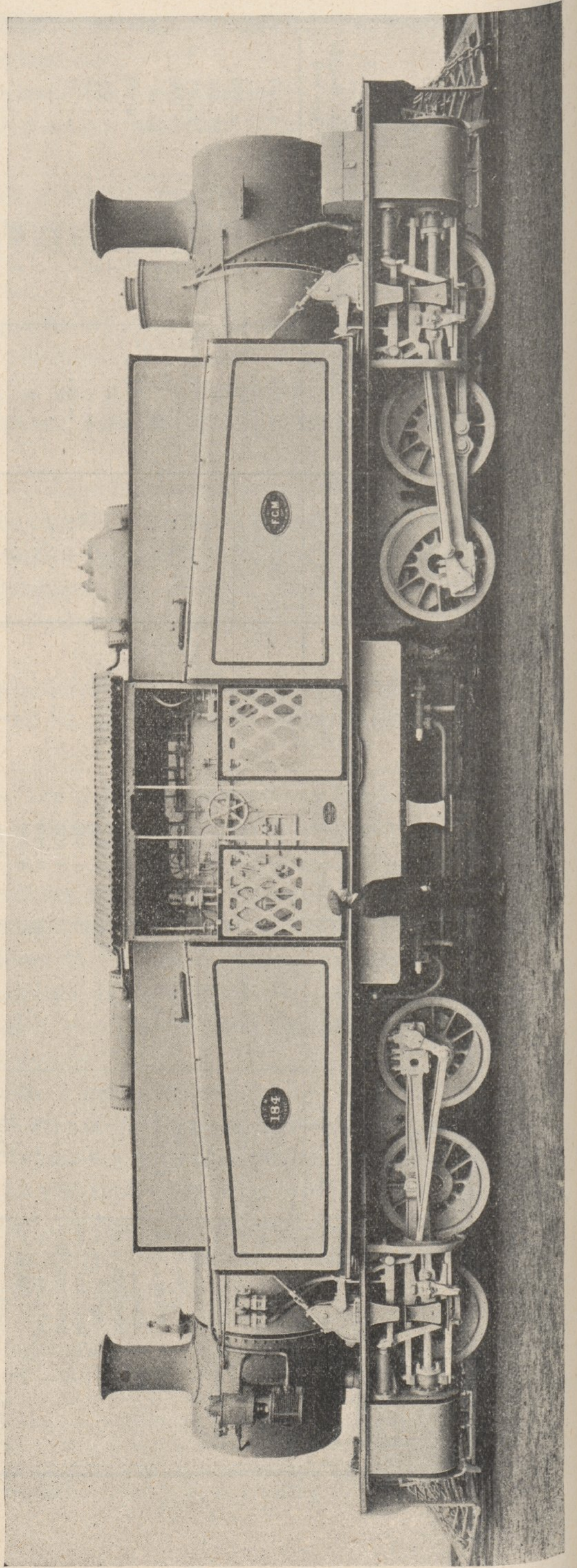


Fig. 5. — LOCOMOTIVE FAIRLIE MEXICAN RY A VOIE DE 1^m.435.

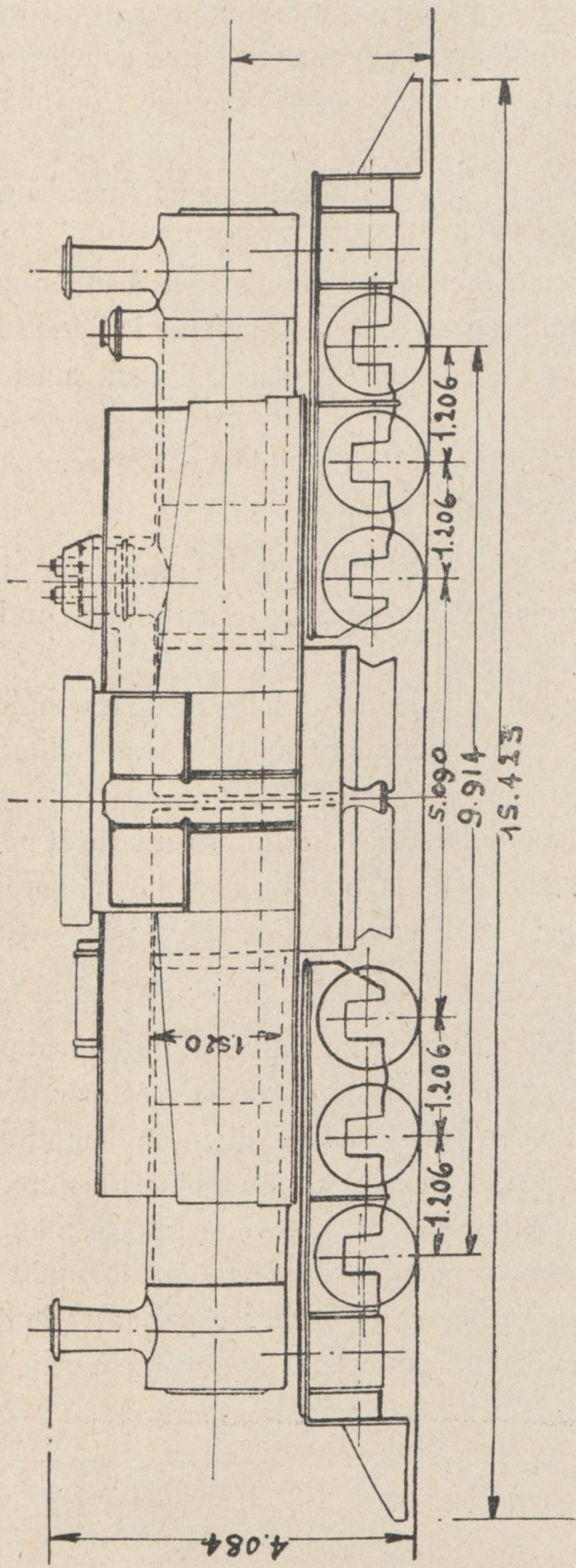
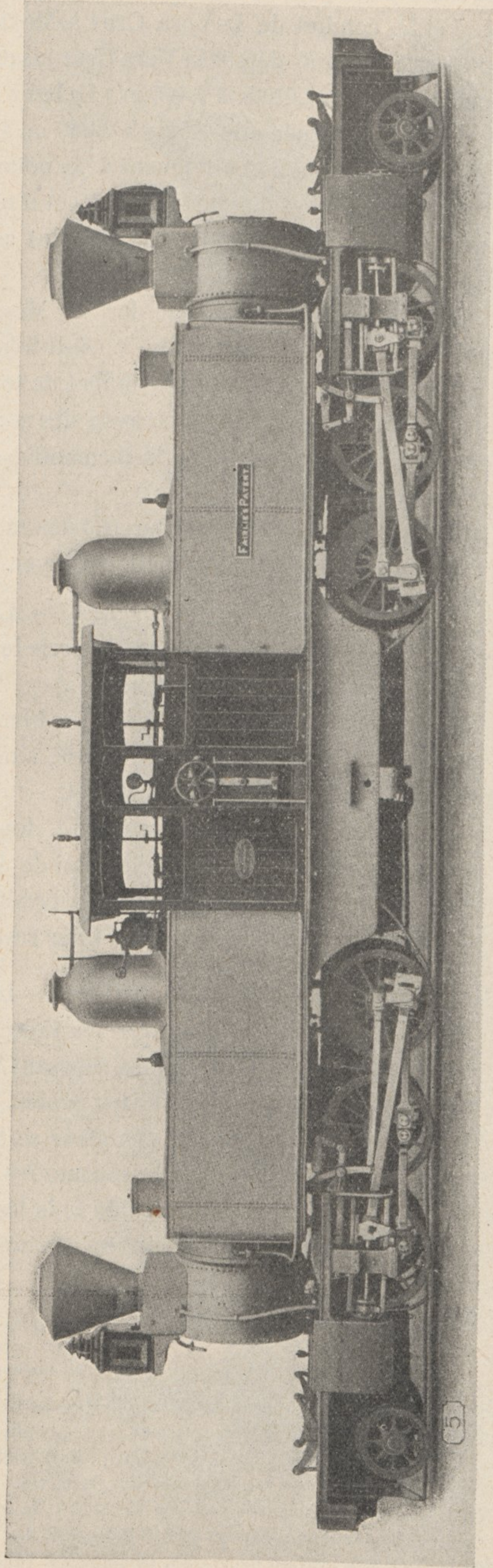


Fig. 6. — LOCOMOTIVE FAIRLIE 2-6 X 6-2 A VOIE DE 1^m.435. NITRATE RYS C^o, CONSTRUITE PAR LA YORKSHIRE ENGINE C^o.



La ligne principale du Mexican Ry, qui possède actuellement nombre de locomotives Fairlie (Fig. 4 et 5), conduit de la Vera Cruz à Mexico, en passant au sud du massif d'Orizaba. La montée est constante depuis la Vera Cruz jusqu'à Cordoba (827 m. d'altitude) et de là au sommet, à Bocca del Monte (située à 2.415 m.) La ligne se maintient ensuite sur le haut plateau jusqu'à la ville de Mexico, située elle-même à 2.240 m. La distance est de 425 km. et les rampes dépassent presque partout 2 et atteignent 4 ‰, notamment sur un tronçon ininterrompu de 21 km. Le rayon des courbes descend à 97^m,50 et il n'y a pas toujours d'alignement entre courbes de sens contraire. Les locomotives Fairlie font surtout le service sur les 174 km. de Cordoba à Bocca del Monte (1).

Nombre d'autres chemins de fer au Mexique présentent des difficultés analogues, aussi l'emploi de locomotives articulées y est-il fréquent (2).

La locomotive des Nitrate Rys diffère de toutes les autres en ce qu'elle n'est pas à adhérence totale, et que, par suite du petit rayon des courbes, qui descend à 91^m,50 quoique la ligne soit à voie normale, l'on a pourvu la locomotive d'un bissel à chaque extrémité, évitant ainsi le porte-à-faux des cylindres (Fig. 6).

Cette Compagnie, dont les lignes ont des rampes dépassant 4 1/2 ‰, emploie concurremment avec ces locomotives, des locomotives Meyer, aussi y reviendrons-nous.

b) *Locomotives Fairlie Compound.* — Les locomotives Fairlie de l'Etat Saxon, sont des locomotives Compound. Afin de raccourcir le parcours de la vapeur entre les cylindres, on les a groupés au centre de la locomotive.

Elles passent dans des courbes de 40 m. de rayon. La même Administration emploie concurremment des locomotives Meyer, simples ou Compound (dont on trouvera les dimensions ci-après) et des locomotives Mallet.

Contrairement aux locomotives Mallet, dont le compoundage fait partie essentielle et pour lesquelles l'on en est aux essais d'emploi de 4 cylindres HP, les locomotives Fairlie ne paraissent pas présenter une disposition qui bénéficie considérablement de l'emploi de la vapeur détendue, aussi ses applications sont-elles restreintes.

3. Locomotives Fairlie modifiées. — La locomotive Fairlie a subi diverses modifications dont la principale a été de séparer les foyers. La locomotive est alors constituée par deux chaudières complètement distinctes reposant sur le même châssis, ce qui diminue l'amplitude des variations de niveau d'eau sur les pentes. De plus le chargement du foyer en est facilité, la cabine du mécanicien et du chauffeur se trouvant entre les deux foyers, et le danger d'écrasement du personnel si la locomotive se renversait dans un déraillement lorsqu'il se trouvait placé latéralement aux côtés de la locomotive, et qui était l'un des reproches que l'on adressait à l'ancienne disposition est éliminé. La communication des réservoirs à eau est maintenue.

(1) La *Revue Générale* de novembre 1911 en a dit quelques mots.

(2) Nous citons plus loin les locomotives du Mexican Central R. R.

Le Mexican InterOceanic Ry. a, lui aussi, une ligne de la Vera Cruz à Mexico, qui passe au nord du massif d'Orizaba, croise à San Marcos la ligne du Mexican Ry, passe à Puebla, au sud, recroise la ligne précédente à Irold, et arrive ainsi à Mexico. La longueur totale est, à 32 km. près, la même.

L'on y utilise notamment des locomotives Mallet de construction américaine du type 2-6-6-2, ayant des cylindres de 0^m,546 et 0^m,838 de diamètre et 0^m,813 de course, des roues motrices de 1,422 de diamètre et un timbre de chaudière de 15^k,47. Le poids total est de 153,5 t. dont 135,3 t. adhérentes (plus 20 t. par essieu). L'effort de traction en compound est de 31.520 kilos.

Fig. 8. — LOCOMOTIVE FAIRLIE MODIFIÉE, BURMA RY A VOIE DE 1^m, CONSTRUITE PAR LA VULCAN FOUNDRY CO, NEWTON LE WILLOWS.

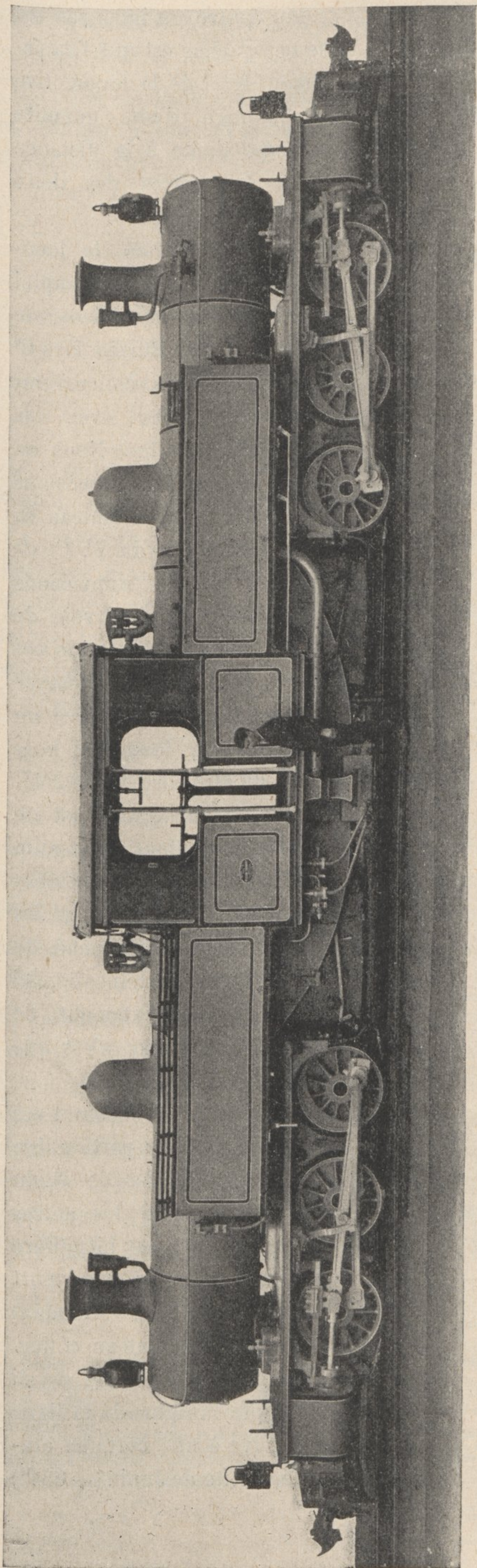


Fig. 9. — LOCOMOTIVE FAIRLIE MODIFIÉE, A VOIE DE 0^m,76, JUNIN RY CO (CHILI), CONSTRUITE PAR LA YORKSHIRE ENGINE CO.

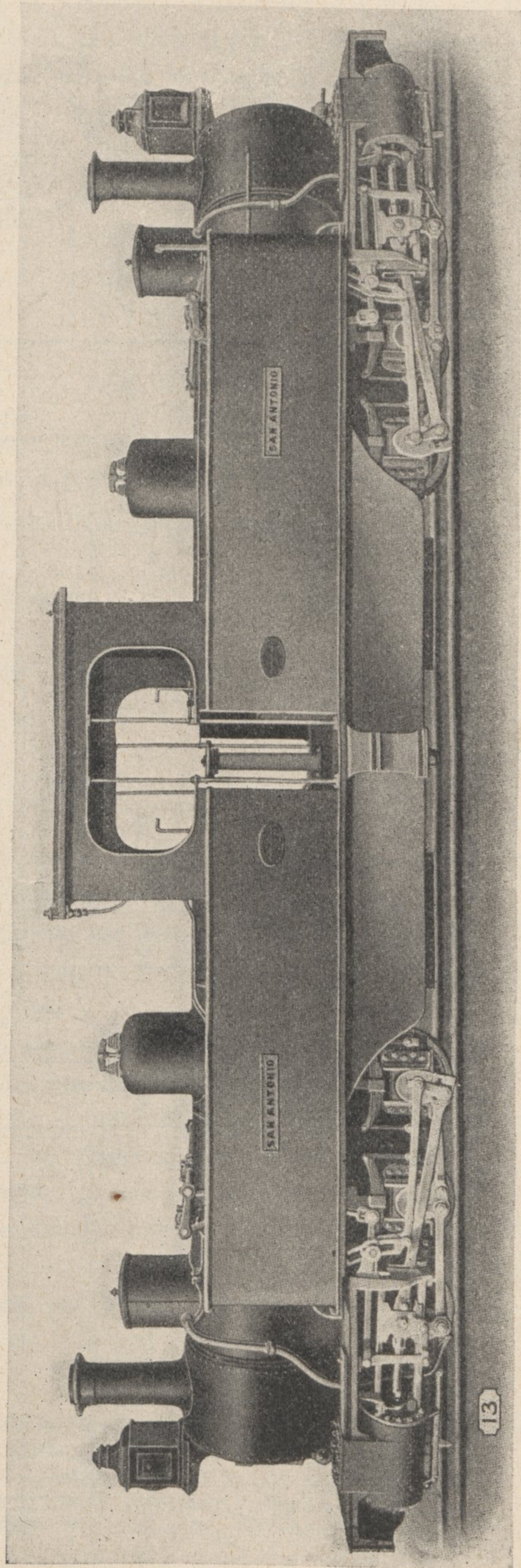
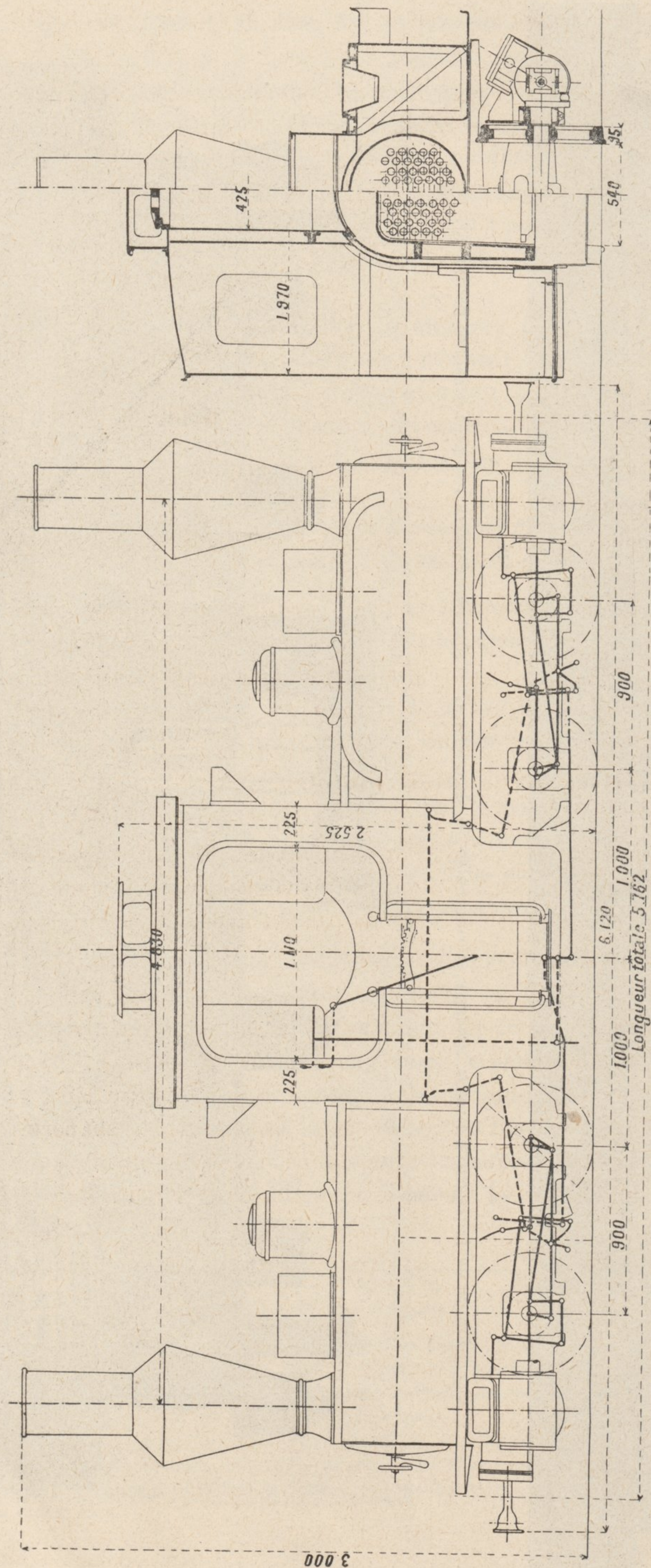


Fig. 7. — LOCOMOTIVE PÉCHOT-BOURDON POUR VOIE DE 0^m,60 (CHEMINS DE FER MILITAIRES FRANÇAIS).



Par contre un inconvénient de ce système est que l'empattement total de la locomotive est allongé d'une quantité correspondante à la distance entre les portes des deux foyers.

Sous cette forme, la locomotive Fairlie a reçu un emploi considérable en *Birmanie* (Fig. 8), où la Burma Rys C^o l'emploie encore, concurremment depuis peu, avec des locomotives Mallet. Nous en avons donné les dimensions principales dans le tableau B.

La locomotive du *F. C. de Junin*, est de dimensions exceptionnelles pour voie de 0^m,76, mais la séparation des foyers a eu pour conséquence d'allonger la locomotive au point que sa longueur hors tout a dû être portée à 12^m,344. La largeur maximum est de 2^m,508 la hauteur maximum de 3^m,226. Dans une telle locomotive la distance entre les essieux les plus rapprochés de chaque truck atteint 5^m,296 alors que l'empattement de chacun des trucks n'est que de 1^m,829 (Fig. 9).

L'emploi de ces locomotives est dû à la situation particulière du chemin de fer de Junin qui, tout comme les autres lignes de la zone nitrifère du Chili, pénètre d'un port vers l'intérieur en escaladant la tranche du plateau côtier. Toutefois, la déclivité est si forte que l'origine de la ligne se trouve à une certaine altitude, à Alto de Junin (+ 634^m)

la communication avec le port se faisant par un plan incliné de 1.250^m de longueur et de 634^m de chute dont la pente atteint 53 ‰.

Dans ces conditions, les pentes de la ligne de chemin de fer ne dépassent pas 3 ‰, et le rayon des courbes ne descend pas au-dessous de 100^m. On jugera du profil en long de la ligne par le tableau suivant :

	Kilomètres.	Altitudes.
Alto de Junin.....	0	634
Casa Puente.....	11	945
Cumbre.....	20,5	1.216
Los Pozos.....	31,3	1.122
Santa Carolina.....	42	1.119
Reducto.....	51,1	1.140

La voie est armée de rails de 18 kilos le mètre courant et la répartition du poids de la locomotive sur 6 essieux a pu maintenir le poids par essieu à 8 tonnes 1/2.

La locomotive *Péchet-Bourdon* employée sur les lignes militaires de la place de Toul (Fig. 7), diffère peu de la locomotive Fairlie ordinaire.

Le dôme y est central, ce qui donne une hauteur constante de vapeur, et les bogies ont subi quelques modifications.

Elle peut remorquer en rampe de 3 ‰ une charge de 30 tonnes à la vitesse de 15 kilomètres à l'heure.

B. Locomotives à chaudière simple.

4. **Locomotives Fairlie à une chaudière.** — Ces locomotives ne sont plus employées actuellement, aussi ne nous y arrêterons-nous pas. Rappelons seulement que, comme les locomotives Fairlie à chaudière double, la chaudière repose par des appuis plans sur deux trucks moteurs et qui portent les appareils de choc et de traction (1).

5. **Locomotives Fairlie modifiées.** — Outre divers systèmes qui se rapprochent trop du type Fairlie pour l'en distinguer, la modification principale que l'on ait introduite à ce type consiste à employer deux bogies dont l'un seulement est moteur. Il y a, comme dans la machine primitive, un seul châssis et une seule chaudière, les approvisionnements étant portés en grande partie à l'arrière, et partie dans des soutes latérales. La locomotive devient alors une locomotive tender ordinaire, et n'en diffère qu'en ce que les essieux moteurs et porteurs forment bogies au lieu d'être fixés au châssis.

Un certain nombre de locomotives de ce type, inventé par William-Mason, et que l'on

(1) Il avait précédemment existé un type analogue, mais où les appareils de choc et de traction étaient portés par le bâti de la chaudière, qui reposait également par des appuis plans sur les trucks moteurs : c'était la locomotive construite en 1851 par les Ateliers Wiener-Neustadt, et présentée au Concours du Semmering. Elle était du type 0-4 + 4-0, et portait son approvisionnement d'eau dans des soutes latérales, et de bois, à l'arrière. Dimensions principales : cylindres (groupés au centre de la locomotive) 0^m,329 × 0^m,632 ; timbre de la chaudière, 7^k,8 ; surface de grille, 1^m,70 ; surface de chauffe, 170 m.c. Elle pesait 61 t. en service.

appelait des locomotives Mason-Fairlie, ont été construites en Amérique, notamment des locomotives 2-6 + 6-0 pour le Mexican Central R. R. (1).

Ce type a d'ailleurs subsisté avec une métamorphose : on en a fait une locomotive semi-rigide, en fixant les essieux *A* au châssis et en maintenant le bogie *R* (le plus souvent à 3 essieux) sous les approvisionnements, invention due à Forney, et qui s'est propagée aux Etats-Unis.

6. Locomotives Meyer. — La locomotive Meyer est analogue à la locomotive Fairlie en ce que, comme elle, elle est une locomotive-tender, reposant sur deux trucks moteurs, dont le châssis porte les appareils de choc et de traction. Mais alors que la chaudière de la locomotive Fairlie y repose par des appuis plans circulaires, celle de la locomotive Meyer y repose à l'arrière par des appuis plans et à l'avant par un pivot sphérique, permettant au bogie avant, de se dégauchir par rapport à la chaudière. Les deux trucks sont unis de façon permanente par une flèche, de sorte que l'effort de traction ne passe pas par les appuis de la chaudière. Les approvisionnements sont portés dans des soutes à l'arrière, et le complément de l'approvisionnement d'eau dans des soutes latérales, qui règnent le plus souvent, sur toute la longueur de la chaudière et parfois aussi, soit dans un pseudo-tender formé par l'agrandissement des soutes arrière que supporte un bogie à deux essieux non moteurs, soit dans un tender à deux bogies.

Elle est à 4 cylindres, presque toujours à HP tous quatre. Primitivement réunis au centre de la locomotive où ils étaient en porte-à-faux, les locomotives récentes (Meyer-Kitson et autres) les ont, ou bien aux extrémités de la locomotive comme dans le système Fairlie, ou encore à l'*R* de chaque truck. Les tuyaux de vapeur sont à joints articulés, la rotule ayant un centre coïncidant avec celui de la sphère du pivot du bogie *A*. La vapeur d'échappement des cylindres *R*, qui sert souvent au réchauffage de l'eau d'alimentation, de la soute *R*, s'échappe par une cheminée auxiliaire à l'arrière de la locomotive. Les leviers de commande sont pourvus des articulations universelles nécessaires.

Un type en construction du Chemin de fer d'Antofagasta (Chili) et Bolivie a été établi de façon à rouler cabine avant, afin d'augmenter la visibilité de la voie; le tender dont il est pourvu est attelé du côté de la boîte à fumée (Fig. 15).

Nous avons réuni dans le tableau C, les dimensions principales des locomotives Meyer intéressantes.

a) *Cylindres à la partie centrale. Vapeur à HP.* — Cette disposition, la première, est aujourd'hui abandonnée. Après une locomotive d'expérience, elle fut appliquée à deux locomotives fournies au Chemin de fer de l'Hérault, et à une puissante machine construite pour le Chemin de fer du Grand Central Belge (aujourd'hui incorporé dans le réseau de l'État). Cette locomotive figura à l'Exposition de Vienne (Fig. 10).

abis) *Cylindres à la partie centrale. Vapeur Compound.* — Les Chemins de fer de l'État Saxon, dont une partie du réseau située en terrain montagneux, exige des modes de traction

(1) Le Mexican Central R.R. a aussi en service des locomotives Mallet de construction américaine et du type 2-6 + 6-2 dont les dimensions principales sont : Cylindres 0^m.546 et 0^m.838 de diamètre et 0^m.813 de course ; diamètre des roues motrices : 1^m.397 ; timbre de la chaudière : 14.362 kil. Elles pèsent en service 140.360 kil., dont 123.810 adhérents et ont 29.260 kil. d'effort de traction en compound. L'écartement est de 1^m.435.

spéciaux, ont fait construire des locomotives Meyer compound, qui sont à peu près les seules (1).

Un certain nombre de locomotives Meyer, pour le petit écartement ont été munies de 4 cylindres à HP, dont le diamètre est de 0^m,240 et la course du piston, de 0^m,380.

TABLEAU C. — DIMENSIONS DES LOCOMOTIVES MEYER.

Ecartement..... m.		1.435	1.435	1.435	1.435	0.750	0.600
Type		0-4 + 4-0	0-6 + 6-0	0-6 + 6-0	0-4 + 4-0	0-4 + 4-0	0-4 + 4-0
Chemin de fer.....		divers (expérience)	Hérault	Grand Central Belge	Etat Saxon	Etat Saxon	Georges Marien Bergwerk und Hütten A.V. Osnabruck
Constructeur.....		Fives-Lille	Cail	Evrard, Bruxelles	Chemnitz	Chemnitz	Jung, Kirchen
Année.....		1868	1870		1892	1891	
Cylindres	diamètre.. m.	0.340	0.350	0.440	0.350	0.240	0.225
	diamètre.. m.	.....	.....	.....	0.460	0.370	0.340
	course... m.	0.550	0.550	0.600	0.533	0.380	0.350
Surface de chauffe	directe ... m ²	.....	.....	.....	.....	4.26	.....
	indirecte . m ²	.....	.....	.....	.....	45.74	.....
	totale m ²	152	120.5	125	86.4	50	44.41
Surface de grille..... m ²	1.68	2.10	3.34	1.37	0.95	1.000	
Chaudière	centre.... m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	diamètre.. m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	timbre.... k.	10	9	9	12	12	12 at
Tubes	nombre.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	diamètre.. m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	longueur.. m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Roues	diamètre.. m.	1.300	1.200	1.220	1.000	0.760	0.700
	diamètre.. m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Empatement	1 bogie... m.	2.900	2.640	2.660	1.750	1.400	1.000
	2 ^e bogie.. m.	2.900	2.640	2.660	1.700	1.400	1.000
	total m.	8.800	8.750	8.720	6.750	6.200	5.000
Soutes	à eau lit.	.....	.....	.....	.....	2.400	1.950
	combustible t.	.....	.....	.....	.....	0.900	0.900
Poids	à vide.... t.	.....	.....	.....	.....	21.660	16
	chargé ... t.	52	50.5	72	51	27.400	
	adhérent.. t.	52	50.5	72	51	27.400	20
Maximum	hauteur .. m.	.....	.....	.....	.....	3.150	2.800
	largeur... m.	.....	.....	.....	.....	2.040	1.900
	longueur . m.	.....	.....	.....	.....	9.000	6.820 sans tamp.
Figure.....	—	—	—	10	—	—	—
Position des 4 cylindres.....		au centre			au centre		
Emploi de la vapeur.....		haute pression			compound		
Tender séparé.....		non			non		
Bogie supplémentaire (non moteur)		non			non		
Disposition schématique.....		00° + °00			00° + °00		

(1) Nous avons précédemment cité une locomotive Fairlie construite pour cette Administration. On trouvera plus loin les dimensions d'une locomotive Mallet de ce même chemin de fer.

Fig. 15. — LOCOMOTIVE MEYER. — CHEMIN DE FER D'ANTOFAGASTA (CHILI) A LA BOLIVIE, SECTION A VOIE DE 1^m.

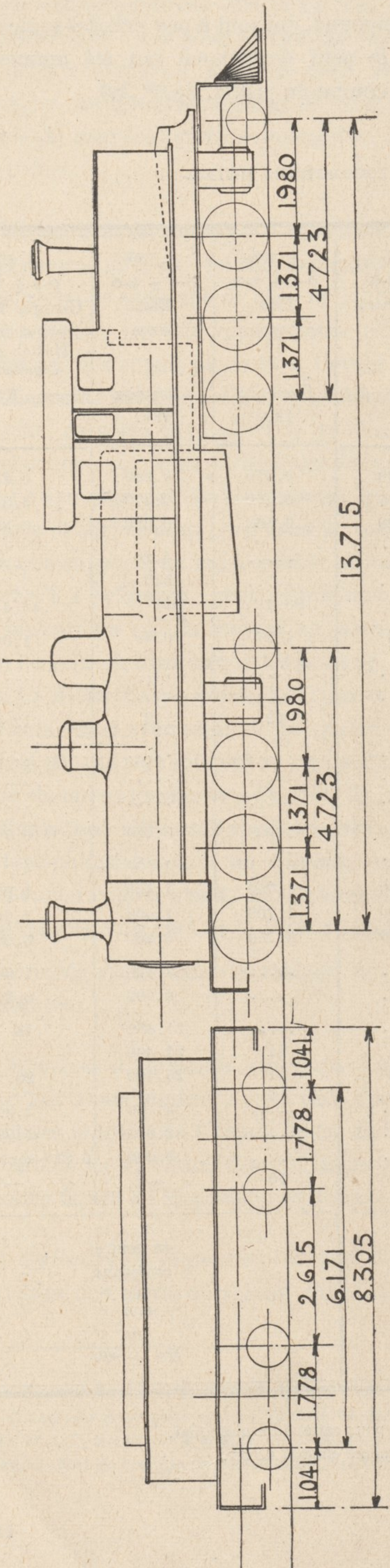


Fig. 10. — LOCOMOTIVE MEYER (1873). — CHEMIN DE FER DU GRAND CENTRAL BELGE.

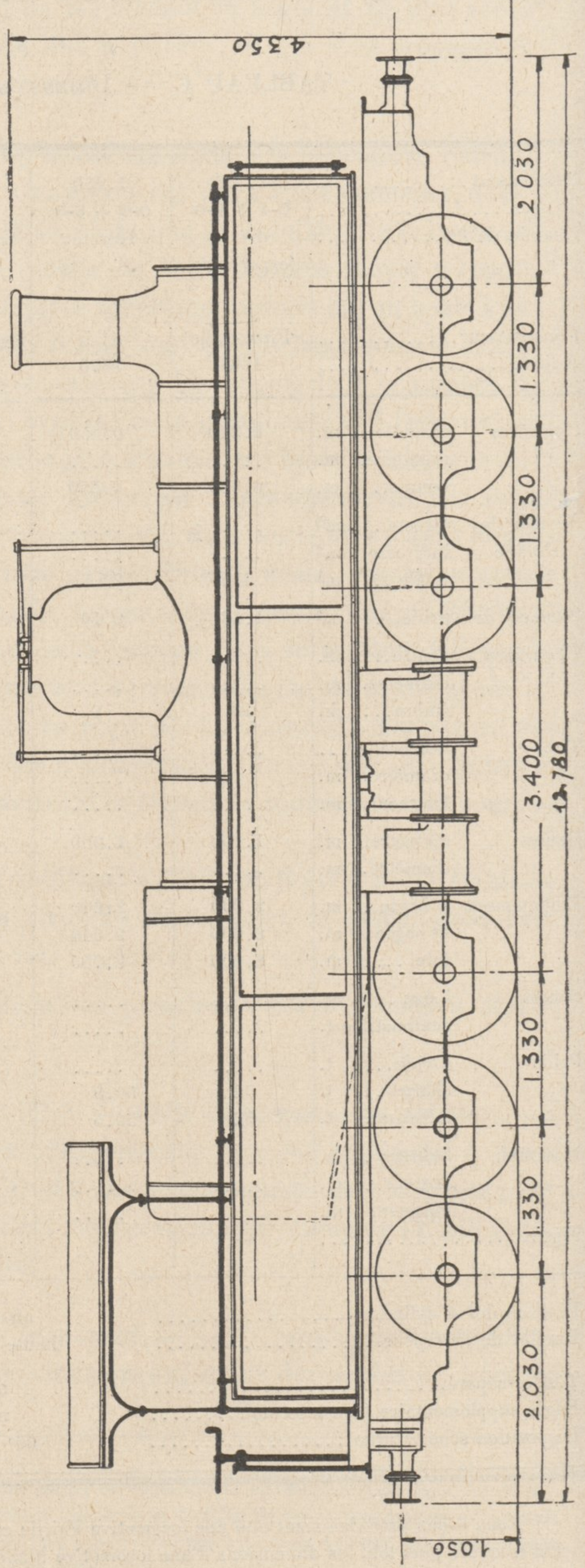
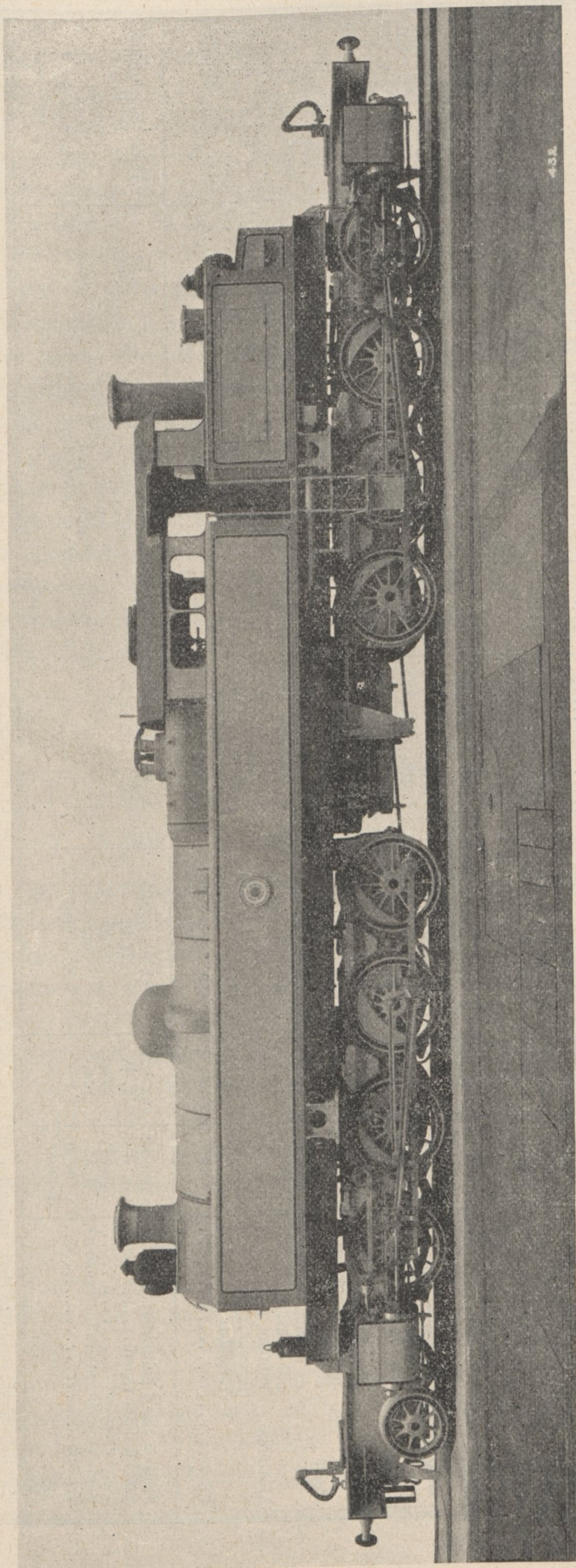


Fig. 16. — LOCOMOTIVE MEYER KITSON 2-8 + 8-0 A VOIE DE 1^m,672. — CHEMIN DE FER GREAT SOUTHERN D'ESPAGNE CONSTRUITE PAR KITSON A LEEDS.



b) *Cylindres aux extrémités de chaque truck. Locomotives-tender.* — La locomotive de ce type (1), fournie au Great Southern Ry, d'Espagne (Fig. 16), fut construite afin d'y effectuer la remorque de lourds trains de minerai sur une voie armée de rails assez légers. Quoique le poids adhérent de la locomotive soit de 92^T, le poids moyen sur chacun des huit essieux n'est que de 11,5 tonnes.

L'essieu moteur est le troisième de chaque truck. Il y a un essieu porteur au truc *A* seulement, les cylindres du truck arrière, étant en porte-à-faux.

Les charges remorquées par cette locomotive (2) sont de :

3.584^T sur voie en palier ;

865^T sur rampe de 1 % ;

677^T sur rampe de 1,25 % ;

456^T sur rampe de 2 % ;

198^T sur rampe de 4 % ,

à des vitesses de 13 à 16 km. à l'heure.

b bis) *Cylindres aux extrémités de chaque truck.* — *Locomotive-tender à adhérence et à crémaillère.* — Cette locomotive qui est, pensons-nous, l'une des deux locomotives articulées à

(1) Nous avons eu l'occasion de lire, dans des ouvrages de divers auteurs, une désignation erronée du type de cette locomotive que l'on appelait « locomotive Fairlie à une chaudière », cette locomotive est pourtant du type classique Meyer-Kitson.

Le Chemin de fer « Great Southern » n'a jamais eu, d'ailleurs, d'autre type de locomotive articulée.

(2) Chiffres du constructeur.

TABLEAU C bis. — DIMENSIONS PRINCIPALES DES LOCOMOTIVES MEYER-KITSON (3).

Ecartement Chemin de fer..... m.	Type.....	Année.....	Constructeur.....	1.672 Great Southern (Espagne) 2-4 + 4-0		1.000 Transandin (Argentine) 1909		0.762 Antofagasta (Chili) Bolivia 1908		1.000 Léopoldina (Brésil) 2-6 + 6-4		0.750 (Grèce) 1907		0.914 Colombian National 0-6 + 6-0		1.067 Taltal (Chili) 0-6 + 6-0		1.067 Anglo- Chilian- Nitrate 0-6 + 6-0		(1) 1.435 Nitrate Rys (Chili) 0-6 + 6-0		1.435 Jamaica Govt Rys 0-6 + 6-0		1.000 Antofagasta (Chili) Bolivia 1911		1.067 Sud- Africain 0-6 + 6-0	
				Kitson, Leeds	Kitson	Kitson	Kitson	Barclay, Kilmarnock	Kitson	Kitson, Kerr Stuart	Kitson	Kitson	Kitson	Kitson	Vorkshine	Kitson	Kitson	Kitson	Kitson	Kitson	Kitson						
Cylindres	diamètre..... m.	0.375	0.419	0.356	0.356	0.229	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.432	0.330	0.457	0.456				
Surface de chauffe	course..... m.	0.610	0.483	0.457	0.457	0.381	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.559	0.559	0.508	0.610				
	directe..... m ²	13	12.08	12.484	9.97	4.46	9.94	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	15.89	12.08	13.995	12.63				
	indirecte..... m ²	163.6	164.25	154.45	109.69	42.73	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	198.34	123.37	204.38	160.44				
Surface de Chaudière	totale..... m ²	176.6	176.33	167.474	119.96	47.19	106.27	106.46	106.46	106.46	106.46	106.46	106.46	106.46	106.46	106.46	106.46	106.46	214.25	135.45	218.315	173.07					
	grille..... m ²	3.21	2.88	2.79	2.34	0.79	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	3.63	2.42	3.716	3.16					
Tubes	centre..... m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	diamètre..... m.	1.676	1.524 ext.	1.321 ext.	.....	1.044	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1.672 ext.	.....	.....	.....	
	timbre..... k.	12.66	14.062	12.66	12.30	11.6	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	12.66	.....	11.25	13.24			
Roues	nombre.....	218	292	180	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	262	.....	.....	.....	.....
	diamètre..... m.	0.051	0.048	0.048	0.048	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.051	.....	.....	.....	.....
	longueur..... m.	.....	.....	3.658	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Empatement	diamètre..... m.	1.219	0.914	0.953	0.883	0.698	0.883	0.883	0.883	0.883	0.883	0.883	0.883	0.883	0.883	0.883	0.883	0.883	.....	1.143	1.067	0.711	1.219			
	diamètre..... m.	0.888	.....	0.686	0.660	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1.118	.....			
	1 ^{re} bogie..... m.	4.572	.....	3.886	4.153	1.219	1.918	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	.....	2.591	2.362	4.724	2.591		
Souties à	2 ^e bogie..... m.	15.011	9.513	5.144	5.537	1.219	1.918	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	.....	2.591	2.362	4.724	2.591			
	total..... m.	10.45	9.54	12.240	12.852	5.182	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	.....	10.871	9.068	13.716	7.772			
	eau..... m ³	2.5	2.5	17	13.6	3	7.8	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	.....	18	11.36	0	0			
Poids	charbon..... t.	.....	.....	4.5	5.1	.....	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	.....	4	4	8.1	7
	pétrole..... t.			
	à vide..... t.	72	70			
Maximum	en service..... t.	102.6	92.2	86.3	80.3	30.4	61.9	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	.....	120	82	90.6	84.5			
	adhérent..... t.	92	51.4	60.5	56.1	.....	61.9	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	.....	120	82	.....	.....		
	hauteur..... m.	3.962	4.115			
Figure..... m.	longueur..... m.	.....	14.300	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	3.048	.....	.....	.....	
	.....	.....	.....	18.288	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.164	.....	.....	.....	
Position des 4 cylindres.....			
Emploi de la vapeur.....			
Tender séparé.....			
Bogies supplémentaires (non moteur).....			
Schéma.....			
				aux extrémités				à l'arrière de chacun des deux trucks				R de chaque truck															
				H. P. non oui				H. P. non oui				H. P. oui non															
				0''000 + 000''00				000'' + 000''				000'' + 000''															
				+ 000''								+ 00 - 00															

(1) Locomotives du type Meyer proprement dit.
 (2) Locomotives à adhérence et crémaillère.
 (3) Toutes les surfaces de chauffe sont extérieures.

adhérence et à crémaillère, fut construite par Kitson and C^o, de Leeds, en 1909, pour le chemin de fer Transandin.

Cette ligne, à voie de 1 m., qui franchit la Cordillère des Andes par le col de Las Cuevas, est un tronçon de la ligne internationale de Buenos-Ayres à Santiago. Le premier tronçon, de Buenos-Ayres à Mendoza, long de 1.045 km., est à écartement de 1^m,672 et exploité par la "Buenos-Ayres and Pacific Ry". Le troisième tronçon, de Los Andes (au Chili) à Valparaiso, long de 136 km. à l'Etat Chilien, est au même écartement. Le tronçon intermédiaire à écartement de 1 m. comprend 180 km. du côté Argentin et 71 du côté Chilien, faisant un total de 1.532 km. de Buenos-Ayres à Valparaiso.

Le Transandin Argentin est exploité par le "Buenos-Ayres and Pacific Ry" et est à profil relativement facile sur les 131 premiers km., mais, il a fallu fréquemment avoir recours à la crémaillère (de système Abt) au delà. La différence d'altitude est de 2.468^m,80 alors qu'elle est de 2.365 m. du côté Chilien, pour un parcours plus réduit.

Les rampes maxima sur les sections à adhérence sont de 2,5 ‰, et sur les sections à crémaillère, de 8 ‰, avec des rayons de courbe de 100 à 200 m. respectivement. Le poids des rails est de 25 et 27,5 kilos.

Les locomotives primitives de 35 T. en remorquaient 110, sur la section à adhérence, et des locomotives de 45 T. mixtes, en remorquaient 70, sur les portions à crémaillère.

La locomotive articulée Meyer-Kitson doit remorquer les charges suivantes à des vitesses de 13 à 16 km. à l'heure :

- 2.641 T. sur palier ;
- 628 T. sur rampe de 1 ‰ ;
- 487 T. sur rampe de 1,25 ‰ ;
- 323 T. sur rampe de 2 ‰ ;
- 135 T. sur rampe de 4 ‰,

Et sur les portions à crémaillère, 285 T. en rampe de 8 ‰ à la vitesse de 8 à 10 km. à l'heure (chiffres du constructeur).

La locomotive est à mécanismes distincts pour l'adhérence et la crémaillère. Il y a quatre cylindres pour les mécanismes à adhérence et autant pour la crémaillère. Il y a deux groupes de roues dentées, commandés l'un par les cylindres de 0^m,470 de diamètre et 0^m,483 de course (pour les grandes roues), l'autre, par des cylindres de 0^m,330 de diamètre et 0^m,356 de course (pour les petites roues). Les cylindres des grandes roues dentées sont extérieurs et sont placés à l'*A* de la locomotive au-dessus des cylindres à adhérence ; ils sont inclinés.

Des locomotives analogues ont été construites pour la section Chilienne, mais différent de celle-ci par différents points.

b ter) Cylindres aux extrémités opposées. Trois bogies dont 2 moteurs. — Le chemin de fer d'Antofagasta (Chili) à la Bolivie (Fig. 13) et le Leopoldina Ry (au Brésil) (Fig. 12) ont des locomotives de ce type. Le bogie *A* est du type 2-6-0 ; et les cylindres en sont supportés en partie par l'essieu porteur d'avant. Le bogie *R* est à trois essieux couplés, avec cylindres à l'*R*. Les soutes d'approvisionnements qui s'y trouvent ont été agrandies, formant un pseudo-tender que supporte un bogie à deux essieux. Les réservoirs latéraux règnent sur toute la longueur de la chaudière.

Le foyer est, dans les deux cas, du type Belpaire.

Voici les poids remorqués par ces deux locomotives à la vitesse de 13 à 16 km. à l'heure (1) :

	Antofagasta 0 ^m ,76.	Leopoldina, 1 m.
Sur palier.....	2.880	3.026
Rampe de 1 %.....	737	781
Rampe de 1,25 %..	576	614
Rampe de 2 %.....	392	420
Rampe de 4 %.....	174	192

c) *Cylindres à l'Æ de chaque truck-locomotive-tender.* — Ce type de locomotives Meyer-Kitson est celui que l'on a construit le plus. Certaines locomotives Meyer, ayant la même disposition générale, ont été construites par d'autres constructeurs, notamment par Kerr Stuart and C^o pour l'Anglo Chilian Nitrate Ry et par la Yorkshire Locomotive C^o pour les Nitrate Rys. Pour la commodité de notre examen, nous ne les avons pas séparées des autres.

Ainsi qu'on le verra par le tableau C bis, où nous avons réuni les dimensions principales de toutes ces machines, elles ont été construites pour une grande variété d'écartements allant depuis la voie de 3 pieds à celle de 1^m, 672. Ces locomotives sont surtout employées au Chili (chemins de fer de Taltal, Anglo Chilian Ry, Nitrate Ry) et sur quelques autres lignes de l'Amérique du Sud.

Les réservoirs latéraux règnent sur toute la longueur de la chaudière. L'approvisionnement d'eau est souvent complété par une soute à l'Æ de la cabine, où se trouve également la soute à combustible.

1^o *Colombian National Ry.* — Cette locomotive est employée concurremment avec des locomotives-tenders Mallet de 57 T. 8 à adhérence totale et du type 0—6+6—0. Celle-ci remorque à la vitesse de 13 à 16 km. (1).

2.750 T. sur palier.	392 T. sur rampe de 2 % et
719 T. sur rampe de 1 %.	185 T. en rampe de 4 %.
567 T. sur rampe de 1,25 %.	

2^o *Chemin de fer de Taltal.* — Ce réseau de 272 km. dont l'écartement est de 1^m, 067, est situé dans la zone nitratifère du Chili et a son débouché au port de Taltal. Comme tous les chemins de fer de la région, l'accès vers l'intérieur a lieu par une rampe à peu près continue dont les conditions techniques sont très dures. La rampe maximum est de 4,8 % et le rayon minimum des courbes y est de 130 m. On remplace actuellement les rails de 20 kil. 3 dont la voie est armée par des rails de 27 kil. 8. On se fera une idée du profil en long par le tableau suivant :

	km.		Altitude.....	
Taltal.....	0		12 m.	
Breas.....	16	—	644 —	
Central.....	22	—	754 —	
Conchas.....	40	—	1.056 —	
Agua Verde.....	61	—	1.475 —	
Rib. Fresco.....	81	—	1.850 —	
Blanca Estela.....	134	—	2.809 —	

(1) Chiffres indiqués par le constructeur.

Ce type de locomotives, dont la Compagnie possède un assez grand nombre, peut remorquer les charges suivantes (1) à la vitesse de 13 à 16 km. à l'heure :

2.964 T. sur niveau. 734 T. sur rampe de 1 ‰. 579 T. sur rampe de 1,25 ‰.	|	397 T. sur rampe de 2 ‰ et 186 T. sur rampe de 4 ‰.
---	--	--

La chaudière est à peu près identique à celle de la locomotive précédente à voie de 0^m,91 et ne diffère guère de celle des locomotives de l'Anglo Chilian Nitrate Ry dont nous allons dire quelques mots.

Elle est semblable comme puissance à la locomotive de la C^{ie} Léopoldina, à trois bogies, dont deux moteurs et à cylindres aux extrémités opposées des bogies moteurs.

3^o *Locomotives de l'Anglo Chilian Nitrate C^o.* — Le réseau de cette Compagnie se trouve dans la même région du Chili que celui du Taltal Ry. Il se compose de 122 km. à voie de 1^m,067, et conduit du port de Tocopilla vers l'intérieur par une ligne dont les difficultés sont en tous points comparables à celles du chemin de fer de Taltal. Les rampes ont 4 ‰, le rayon des courbes descend à 53 m., ce qui est exceptionnellement peu, même pour une ligne de montagne, tandis que le profil en long peut se déduire du tableau suivant :

	Kilomètres.	Altitudes.
	—	—
Tocopilla	0	17 ^m
Quillagua	16	599 ^m
Barrilles.....	27	1.001 ^m
Ojeda.....	53	1.494 ^m

Les premières locomotives Meyer étaient du type 0 — 6 + 6 — 0 et furent construites partie par Kerr Stuart and C^o, partie par Kitson de Leeds, les différences étant insignifiantes. Les nouvelles locomotives (Meyer-Nitson) sont pourvues d'essieux porteurs.

4^o *Locomotives de la Nitrate Rys C^o.* (Fig. 11). — Le réseau de cette Compagnie est le plus important de ceux des chemins de fer nitratifères du Chili et comprend plus de 600 km. à voie normale. L'accès des ports d'Iquique et de Pisagua, qu'il dessert, est également difficile ainsi qu'on en jugera par le tableau suivant :

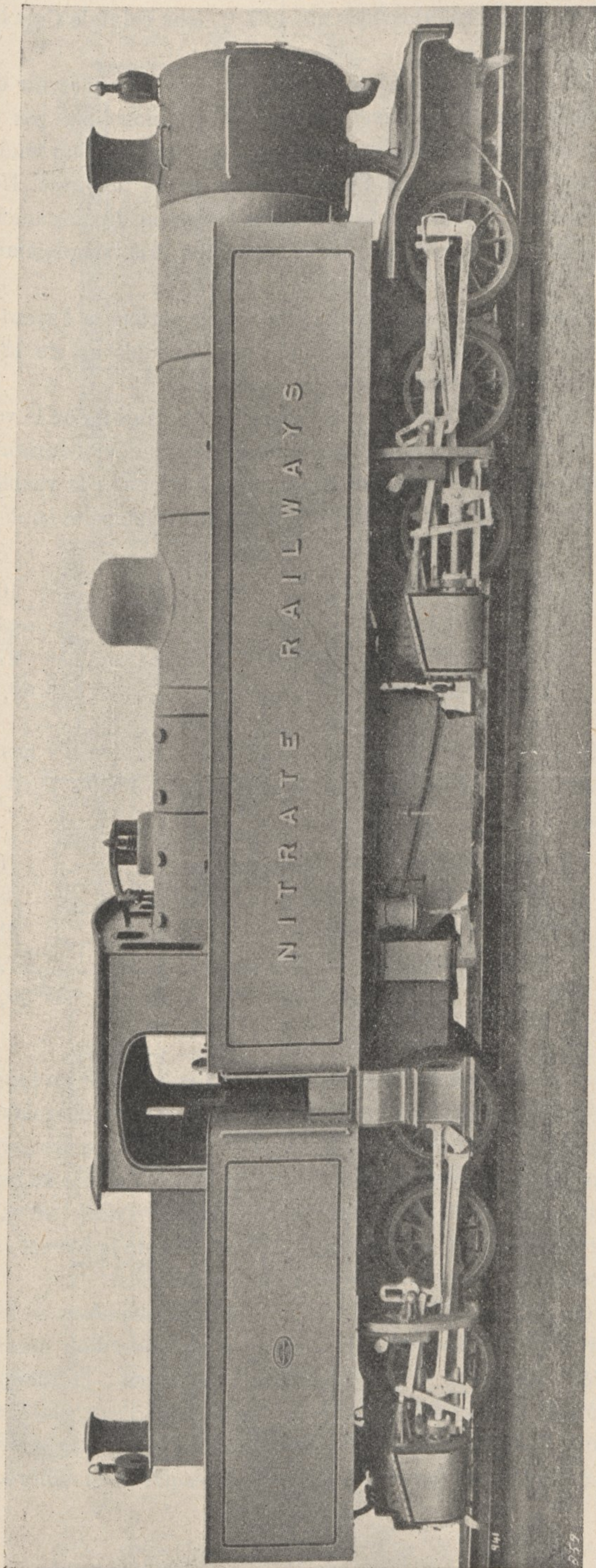
	Kilom.	Altitudes.		Kilom.	Altitudes.
	—	—		—	—
Iquique.....	0	8 ^m	Pisagua	0	2 ^m
Alto del Molle.....	16	481 ^m	Hospicio.....	10	337 ^m
Santa Rosa.....	28	876 ^m	Cuesta Arenal.....	16	651 ^m
Montevideo	59	1.161 ^m	San Roberto.....	25	985 ^m
			Nevel.....	31	1.101 ^m

L'on a admis des rampes atteignant 4,74 ‰ et des rayons de courbe de 91^m,50.

Les locomotives Meyer doivent effectuer la montée de 31 km. à une vitesse moyenne de 13^{km},6 à l'heure, avec une charge de 202 t. sans renouveler les approvisionnements.

(1) Chiffres du constructeur.

Fig. 11. — LOCOMOTIVE MEYER. — NITRATE RYS C^o (CHILI), VOIE DE 1^m,435, CONSTRUITE PAR LA YORKSHIRE ENGINE C^o SHEFFIELD.



Le foyer est du type Belpaire. Les couvercles des tiroirs sont de forme spéciale comme dans la plupart des locomotives que nous avons décrites afin d'en faciliter le démontage, ce qui était nécessaire, les cylindres se trouvant sous les réservoirs.

Le réchauffeur de l'eau d'alimentation se compose de 17 tubes longitudinaux placés dans la partie inférieure du réservoir *R* et que parcourt la vapeur d'échappement des cylindres *R*. Leur diamètre est de 0^m,041 extérieur et leur longueur de 3^m,036 entre plaques tubulaires.

c^{bis}) Cylindre à l'*R* de chaque groupe-moteur. — Locomotive à tender séparé. — 1^o Locomotive 0 — 6 — 2 + 0 — 6 — 2 du chemin de fer d'Antofagasta (en construction). (Fig. 15) — Ce chemin de fer escalade la Cordillère des Andes, afin d'atteindre le haut plateau Bolivien qui s'étend sur son versant oriental et la capitale, La Paz. Ollague, la station frontière, est à 435 km. d'Antofagasta, et à 3.696^m d'altitude. Oruro, au km. 924 est à 3.694^m. Viacha est au km 11.26 et La Paz, 29 km. au delà. Le point le plus élevé est situé sur l'embranchement de Collahuasi, dont la station de Punto Alto (à 95 km. d'Ollague) est à l'altitude 4.788^m.

Le réseau est à voie de 0^m,762 (6' 6") jusque Oruro et à voie de 1^m au-delà, écartement adopté aussi pour des embranchements du premier réseau, récemment construits. Les rampes maxima

de la ligne principale sont de 3,2 % ; et sur les embranchements 4,67 % (sur celui de Conchi). Moindres rayons de courbes : 100^m.

Étant donnée la grande sécheresse de toute la région traversée, il a fallu prévoir des approvisionnements d'eau exceptionnels. La locomotive que nous examinons n'a pas de réservoirs latéraux, afin d'augmenter l'accessibilité de ses organes. On l'a pourvue d'un tender à deux bogies, qui porte l'approvisionnement d'eau et 4 t. de charbon dans des sacs. Huit autres tonnes de combustible se trouvent dans les soutes, derrière la cabine du mécanicien qui, étant données les conditions climatiques de ces hautes altitudes, est complètement fermée.

On a supprimé le porte-à-faux des cylindres, en plaçant un petit essieu porteur à l'avant de chaque bogie moteur dont les centres sont à 8^m,991. Le poids par essieu couplé est de 12^T,2 pour le bogie *N* et de 13 t. pour le bogie *R*. L'essieu moteur est le troisième.

Le foyer a une longueur de 2^m,743 et une profondeur de 1^m,295 à 1^m,448. Ainsi qu'on le voit, les dimensions de cette locomotive sont exceptionnelles pour voie métrique, et pourtant le gabarit d'encombrement n'a rien d'anormal. Elle roule cabine *N* afin d'augmenter la visibilité de la voie, le tender étant attelé derrière la boîte à fumée. Ses dimensions principales sont les suivantes :

Roues, diamètre.....	0 ^m ,711	Capacité d'eau.....	10 ^T
Empatement 1 bogie.....	1 ^m ,778	» de charbon.....	4 ^T
» Total.....	6 ^m ,172	Poids en service.....	27 ^T ,4
Distance des centres.....	4 ^m ,394	Longueur du châssis.....	6 ^m ,477

2° *Locomotive du Central South African Ry* (Fig. 14). — Cette locomotive n'a pas de réservoirs latéraux et est, en conséquence, pourvue d'un tender à deux bogies dont les dimensions principales sont :

Roues, diamètre.....	0 ^m ,851	Capacité de charbon.....	6 ^T ,1
Empatement 1 bogie.....	1 ^m ,397	Poids en service.....	38 ^T ,5
» total.....	4 ^m ,445	» à vide.....	18 ^T ,4
Distance des centres.....	3 ^m ,048	Longueur du châssis.....	6 ^m ,071
Capacité d'eau.....	13,63 m. c.	Hauteur hors rail.....	2 ^m ,851

7. **Locomotive Du Bousquet.** — Le Chemin de fer du Nord a été amené à créer un type de locomotive articulée par suite de nécessités d'exploitation (Fig. 17). Il lui a fallu chercher un moteur puissant, pouvant remorquer à la vitesse de 50 à 60 km. des trains de 950^T entre Lens et Valenciennes ou Busigny, où les rampes ne dépassent pas 6^{mm}, et à la vitesse de 15 à 18 km. à l'heure de Busigny à Hirson, section sur laquelle les rampes atteignent 12^{mm}. Ces trains, qui font partie d'un grand courant de trafic entre les houillères du Nord et l'Est de la France, sont remorqués jusqu'à Lens par des locomotives compound à quatre essieux couplés.

Pour répondre aux nécessités de ce parcours spécial, il a fallu adopter un diamètre de roues motrices voisin de 1^m,500, et répartir le poids adhérent sur six essieux couplés, d'où nécessité de recourir aux locomotives articulées. Celles-ci se composent de trois parties : la chaudière avec l'abri, la soute à combustible à l'*R* et de courtes soutes latérales pour l'eau, un châssis spécial portant les appareils de choc et de traction et deux bogies, dont celui d'avant porte des soutes à eau latérales (9 m. c. sur 12,8) en prolongement de celles portées par la chaudière.

Fig. 18. — LOCOMOTIVE DU BOUSQUET. — CHEMIN DE FER DE PÉKIN HANKOW, A VOIE DE 1^m,435,
CONSTRUITE PAR LES ATELIERS, FORGES ET USINES DE HAINE-SAINTE-PIERRE.

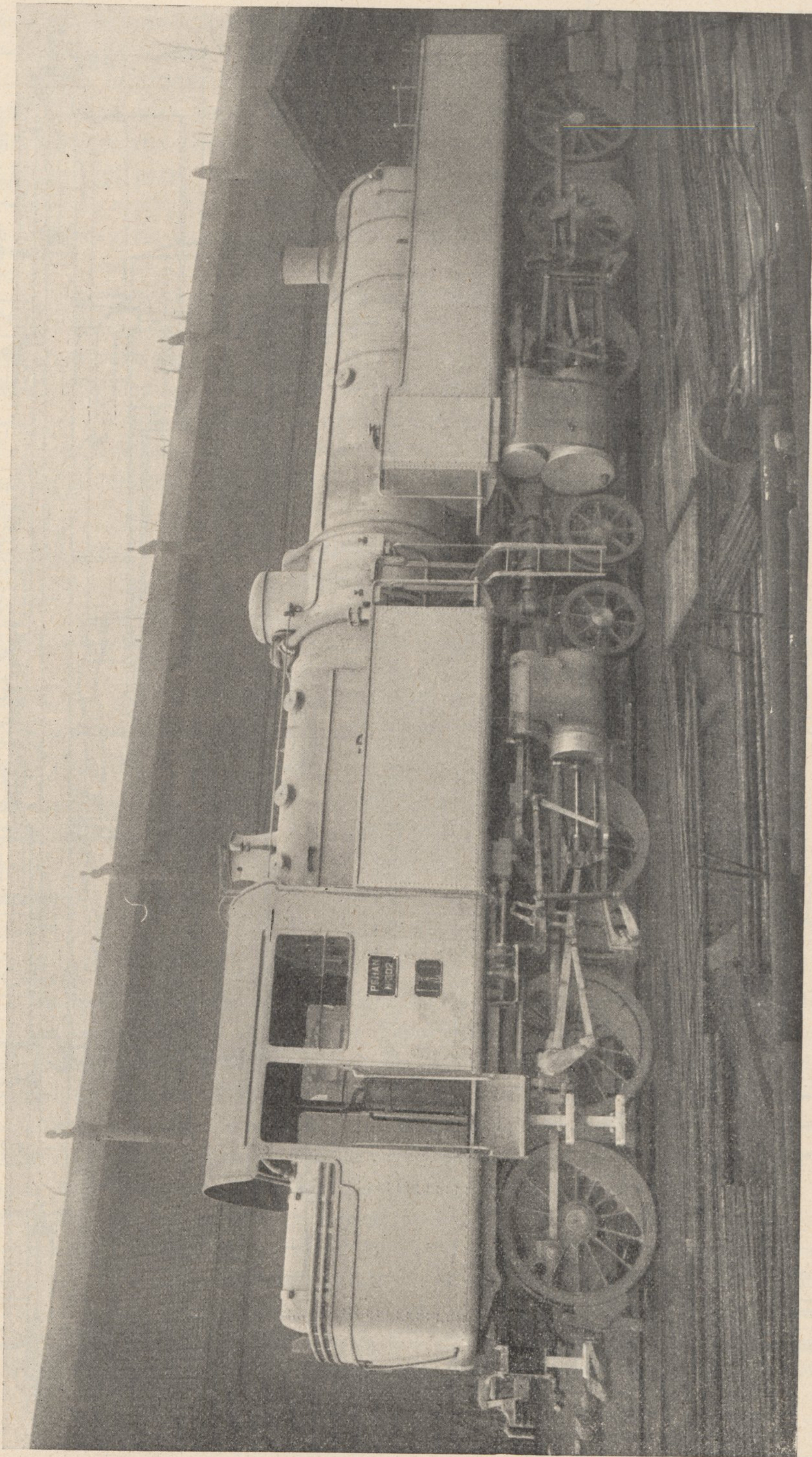


TABLEAU D. — LOCOMOTIVES DU BOUSQUET.

Constructeur	Ateliers Nord et Est Sté des Batignolles(1)	Haine-St-Pierre	Métallurgique à Couillet
Année	1905-1910	1906	1911
Type de locomotive	0-6-2+2-6-0	0-6-2+2-6-0	0-6-2+2-6-0
Chemin de fer	Nord et Est-Ceinture	Pékin-Hankow	Andalous
Ecartement	1,435	1,435	1 ^m ,672
Cylindres	tiroirs.....	plats	cylindriques
	diamètre..... m.	0.400	0.390
	diamètre..... m.	0.630	0.615
	course..... m.	0.680	0.660
Chaudière	hauteur centre..... m.	2.800	.....
	diamètre moyen intérieur..... m.	1.456	1.456
	timbre..... k.	16	15
Tubes	.....	Serve	Serve
	nombre.....	130	130
	diamètre extérieur..... m.	0.070	0.070
	longueur entre plats..... m.	4.750	4.750
Foyer	hauteur <i>N</i> m.	1.480	1.480
	hauteur <i>R</i> m.	1.140	1.140
Grille	longueur..... m.	2.540	2.540
	largeur..... m.	1.186	1.186
Surface	du foyer..... m ²	11.99	11.99
	des tubes..... m ²	232.56	232.56
	totale..... m ²	244.55	244.55
	de grille..... m ²	3	3.00
Roues	diamètre..... m.	1.455	1.350
	diamètre..... m.	0.850	0.850
Empatement rigide..... m.	3.370	3.370	3.370
moteur..... m.	12.590	12.590	12.590
total de 1 bogie..... m.	5.795	5.795	5.795
total de locomotive..... m.	12.590	12.590	12.590
Distance des centres..... m.	8.180	.....	.....
Poids	à vide..... t.	78 t.	86,5 t.
	adhérent à vide..... t.	72 t.	.....
	en service..... t.	102 t. | 106 t.	109,8 t.
	adhérent en service..... t.	..... | 90 t.	.....
Capacité	d'eau..... m ³	12,8	12,8 t.
	de charbon..... t.	5 t.	5 t.
Effort maximum de traction théorique :	compound..... kg.	18.607	15.900
	simple..... kg.	24.064	22.300
Maximum	hauteur..... m.	4.220	4.168
	longueur..... m.	16.186	15.046
	largeur..... m.	2.850	2.940
Capacité de la chaudière.	Eau.....	5.400	5.400
	vapeur.....	2.620	2.620
	totale.....	8.020	8.020

(1) Les locomotives de la Ceinture, au nombre de 26 furent construites par la Société de Construction des Batignolles. Ces locomotives, comme les 13 du chemin de fer de l'Est, furent construites sur des plans fournis par le chemin de fer du Nord.

La locomotive est compound, les cylindres HP se trouvant à l'*N* du groupe moteur *R*, et les cylindres BP à l'*R* du groupe moteur *N*. Le parcours de la vapeur entre les cylindres est donc

réduit, puisque tous quatre sont groupés dans la portion centrale de la locomotive. Afin d'éviter leur porte-à-faux, on a adjoint un petit essieu porteur à chacun des groupes moteurs. Les trois autres essieux de chaque bogie sont couplés, donnant la disposition 0-6-2 + 2-6-0.

Le châssis est constitué par une poutre cellulaire qui repose sur le bogie *R* par un pivot plan, et sur le bogie *N* par un pivot sphérique s'engageant dans une crapaudine, ce qui permet à ce bogie de se dégauchir complètement par rapport à la chaudière, alors que le bogie *R* ne peut prendre qu'un mouvement angulaire horizontal.

Les tuyaux d'amenée de vapeur HP passent par le pivot du bogie *R* dont les mouvements limités ont permis une tuyauterie simplifiée. Il y a une conduite à rotule et fourreau entre les cylindres HP et BP. La conduite flexible entre les cylindres BP et la colonne d'échappement est en caoutchouc armé et entoilé.

Devant les résultats éminemment satisfaisants obtenus en service, des locomotives analogues ont été construites pour d'autres Chemins de fer. Nous en avons réuni les dimensions principales dans le tableau D.

Les locomotives de la Ceinture sont identiques à celles du Nord. Le Chemin de fer de l'Est en possède 13, construites dans ses ateliers, et qui ne diffèrent de celles du Nord que par la substitution du frein Westinghouse au frein à vide et par l'adjonction du frein direct et du chauffage par la vapeur de la plateforme du mécanicien. Quatre des locomotives de l'Est ont reçu à titre d'essai, pour faciliter les déplacements du truck *R*, des supports à bille aux 4 points d'appui de la machine sur ce truck. Une locomotive doit être pourvue d'essieux porteurs à boîtes radiales pour améliorer le passage en courbe.

Les locomotives du Chemin de fer de Pékin Hankow (Fig. 18) ne diffèrent que par des modifications de détail des précédentes; il en est de même de celles des Chemins de fer Andalous, pour écartement de 1^m,672.

8. Locomotives Garratt. — La locomotive Garratt, dont l'apparition est relativement récente, puisqu'elle ne date que de 1909, repose comme les précédentes, sur deux bogies; mais ceux-ci sont beaucoup plus écartés. La locomotive est d'ailleurs constituée de trois portions bien distinctes: les deux bogies, qui portent l'un un réservoir d'eau, l'autre des soutes à eau et à charbon et qui constituent chacun une machine distincte, avec train de roues, cylindres et mouvements de distribution, et un châssis portant la chaudière avec son foyer et la cabine du mécanicien, et qui s'appuie, par ses extrémités seulement, sur une crapaudine placée non loin de l'extrémité du truck. La chaudière est donc tout entière en porte-à-faux.

Ce dispositif, qui enlève complètement les trains de roues et le mécanisme de dessous la chaudière, a l'avantage de permettre de donner à celle-ci et à son foyer des dimensions indépendantes de la plupart des conditions restrictives habituelles. On augmentera la surface de chauffe en accroissant le diamètre de la chaudière au lieu de l'allonger, ce qui présente un double avantage. Pour une même surface de chauffe, cette disposition donne une chaudière beaucoup plus efficace, l'efficacité des tubes, au point de vue de la vaporisation, allant en diminuant rapidement quand leur longueur augmente. En second lieu, l'on peut maintenir l'axe de la chaudière beaucoup plus bas, ce qui est un avantage appréciable lorsqu'il s'agit de voies étroites. De plus, la visibilité de la voie est plus grande avec une chaudière courte qu'avec une chaudière plus longue. Le foyer, n'étant plus gêné par les roues, peut déborder autant qu'on le désire, n'étant limité que par les longerons du châssis, que l'on peut espacer autant

que le permet le gabarit de chargement. Toute la vapeur nécessaire sera donc aisément fournie.

Le poids des approvisionnements est utilisé pour l'adhérence sans qu'il faille recourir à des transmissions compliquées ni à des réservoirs latéraux qui masquent le mécanisme en tout ou en partie.

Le point d'appui du châssis portant la chaudière doit être choisi avec soin, en tenant compte de ce que les soutes peuvent être ou pleines ou à peu près vides. Le poids des approvisionnements influe relativement peu, comparativement au poids de la moitié de la chaudière, transmis par les pivots d'appui (1), et la répartition du poids sur les essieux, N et R , avec locomotive vide ou en service, est remarquablement uniforme ainsi qu'on le verra ci-après.

Le châssis de la locomotive prend, en courbe, une position symétrique par rapport à la corde passant par les centres des bogies, le centre de gravité de la chaudière se rejetant du côté intérieur. L'inscription des bogies rend les manœuvres d'accouplement aisées, même dans les aiguillages des gares, où le centre de la barre d'attelage s'écarte fort peu de l'axe de la voie, ce qui n'est pas le cas pour les locomotives rigides ou semi-rigides.

L'empatement total de la locomotive est grand, mais l'emploi de plaques tournantes n'est pas nécessaire, la locomotive circulant indifféremment en N ou en R .

Les cylindres sont habituellement aux extrémités opposées des groupes moteurs, et soutenus par un essieu porteur au delà. Les conduites d'aménée de vapeur ont un joint à rotule, dont le centre coïncide avec le centre de chaque bogie. La vapeur d'échappement de tous les cylindres traverse également un joint à rotule avant de pénétrer dans la boîte à fumée, le joint R étant proche du pivot d' R , et le joint N universel, étant prolongé par un tuyau coulissant.

Des leviers, intercalés entre l'arbre de relevage et le mécanisme de changement de marche, sont pourvus d'articulations universelles permettant le mouvement des bogies l'un par rapport à l'autre ou par rapport au châssis de la locomotive.

Les échappements de vapeur des deux paires de cylindres sont concentriques et de même section.

L'essieu moteur est habituellement le plus éloigné des cylindres.

Nous avons réuni dans le tableau E les dimensions principales des locomotives Garratt construites par Beyer, Peacock and Co, de Gorton, Manchester. Nous procéderons ensuite à leur examen individuel, en passant en revue successivement :

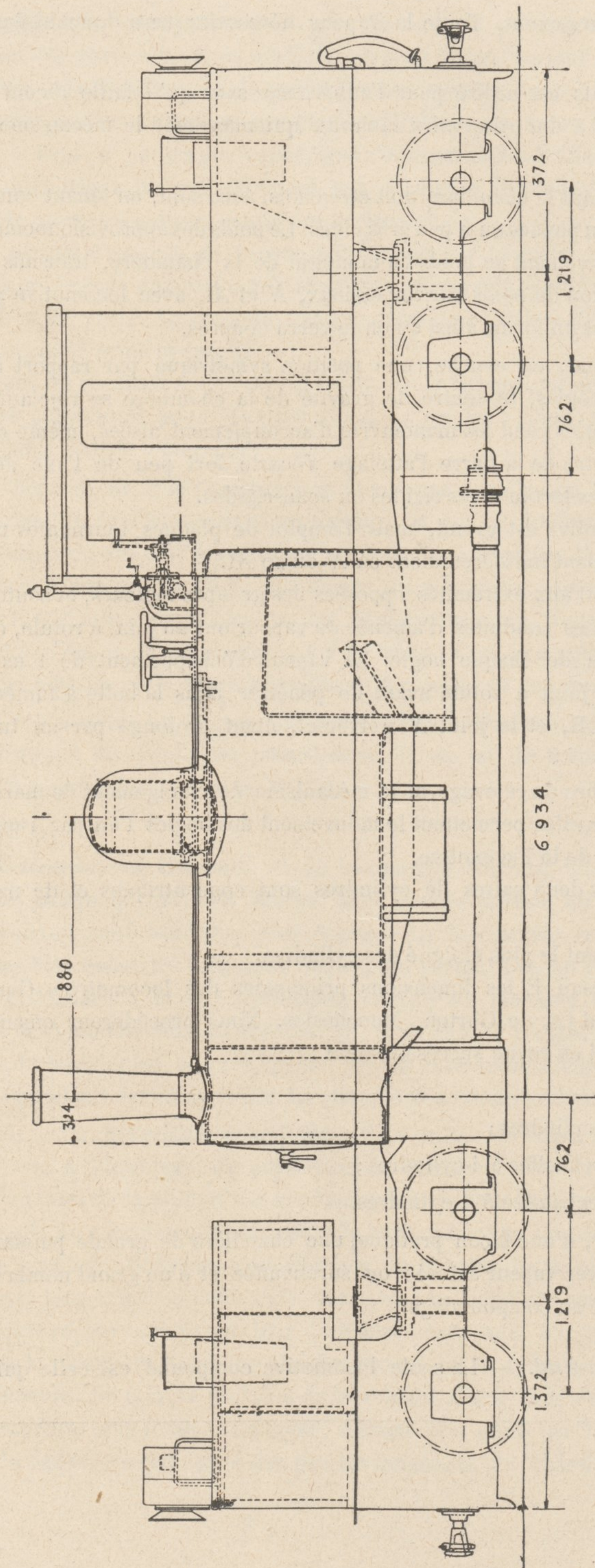
- a) Les locomotives compound ;
- b) Les locomotives saturées à 4 cylindres ;
- c) Les locomotives à vapeur surchauffée à 4 cylindres ;
- d) Les locomotives à vapeur surchauffée à 8 cylindres.

Etant donnée la facilité d'établir, d'une façon pratique, une chaudière de grande puissance, l'emploi de la simple expansion, avec vapeur saturée ou surchauffée et d'un grand nombre de cylindres est généralement préféré au compoundage.

- a) *Locomotives Garratt Compound.* — La seule locomotive compound est celle qui fut

(1) L'un est sphérique et l'autre plan.

Fig. 19. — LOCOMOTIVE GARRATT. — TASMANIAN GOVT RYS (CHEMIN DE FER DE L'ÉTAT DE TASMANIE), VOIE DE 0^m,60, CONSTRUITE PAR BEYER PEACOCK, MANCHESTER.



livrée en 1909 au chemin de fer du Gouvernement Tasmanien, pour y faire le service sur la section Nord-Est de Dundas. La voie, à écartement de 0^m,60, présente des rampes de 40^{mm} et des rayons de courbe de 30 mètres.

Cette locomotive est la première qui ait été construite sur ce système (Fig. 19). Les cylindres sont aux extrémités extérieures du châssis et ont des tiroirs cylindriques. Les cylindres *A* sont les cylindres HP. La vapeur y est conduite par un tuyau qui présente une articulation à rotule, immédiatement au-dessous du centre de rotation du bogie *A*. Le receiver est un long tube de 0^m,121 de diamètre, situé tout-à-fait en dehors de la locomotive, à une vingtaine de centimètres du rail, et ayant un joint de vapeur à rotule à chacune de ses extrémités, celui d'*A* étant à fourreau. Etant donnée sa situation spéciale, il est entouré d'amiante afin d'en diminuer le refroidissement. L'échappement des cylindres BP se fait par un tuyau unique à rotule à la partie inférieure et à fourreau et douille à la partie supérieure.

b) *Locomotives à vapeur saturée à 4 cylindres HP.* — La première de ces locomotives est analogue à la précédente et fut construite pour le Chemin de fer de Darjeeling-Himalaya (Fig. 20 et 21). Sa longueur, depuis Siliguri, est de 82 km., dont 48 jusque Ghoom (km. 76) en rampe de 33^{mm}, permettant d'y atteindre

Fig. 20. — LOCOMOTIVE GARRATT COMPOUND A VOIE DE 0^m,76. — CHEMIN DE FER DE DARJEELING HIMALAYA, CONSTRUITE PAR BEYER PEACOCK AND C^o, MANCHESTER.

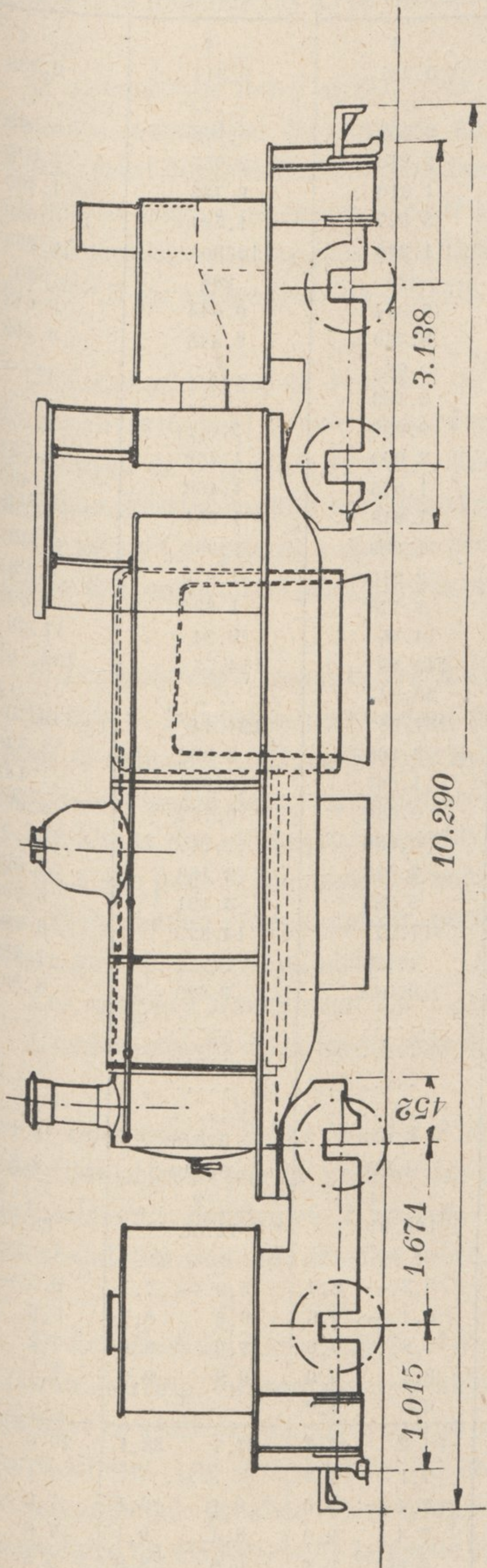


Fig. 21. — LOCOMOTIVE GARRATT 0-4-0 + 0-4-0, POUR VOIE DE 0^m,60. — CHEMIN DE FER DE L'ÉTAT (TASMANIE) CONSTRUITE PAR BEYER PEACOCK AND C^o, MANCHESTER.

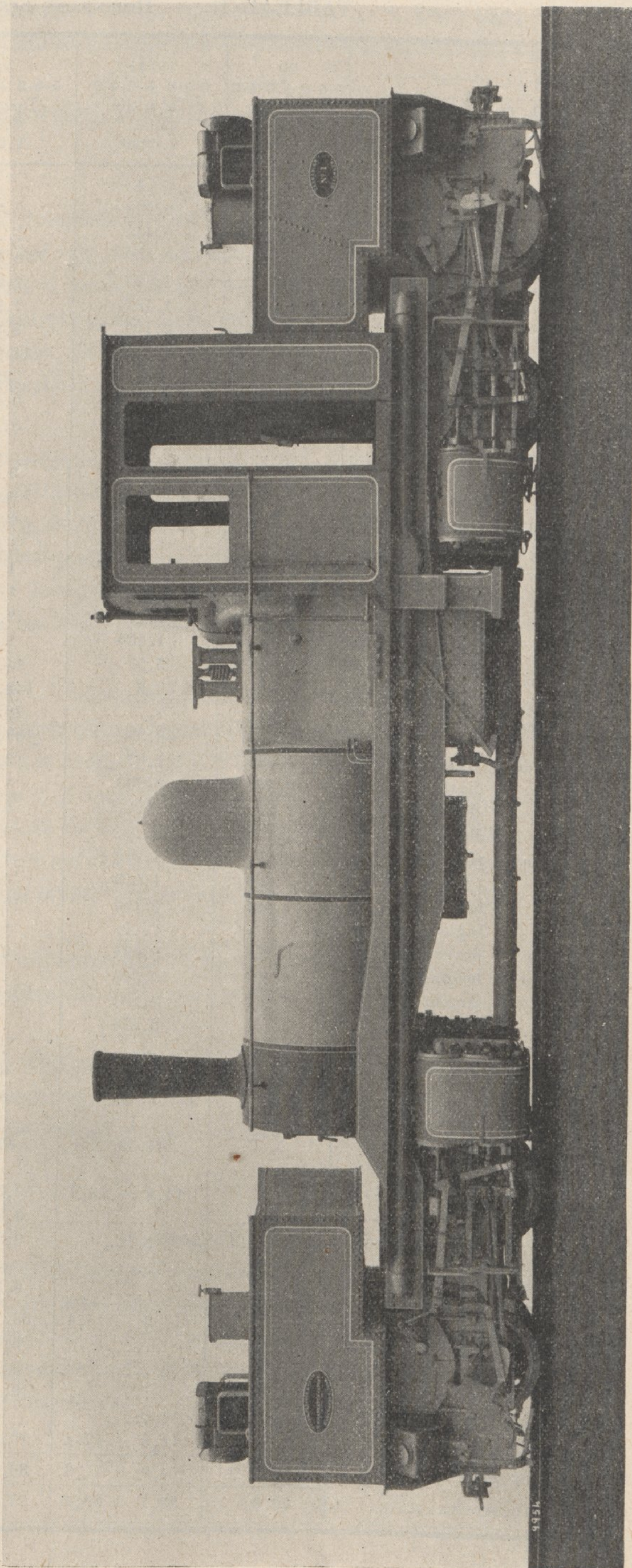


TABLEAU E. — DIMENSIONS DES LOCOMOTIVES GARRATT.

Figure.....	20	19-21	24	23	22	25	
Type.....	0-4-0 + 0-4-0	0-4-0 + 0-4-0	4-4-2 + 2-4-4	2-6-2 + 2-6-2	2-6-0 + 0-6-2	4-6-0 + 0-6-4	
Chemin de fer.....	Darjeeling Himalaya	Tasmanie (Etat)	Tasmanie (Etat)	Tasmanie (Etat)	Australie Occidentale	Mogyana (Brésil)	
Ecartement..... m.	0.6096	0.6096	1.067	1.067	1.067	1.000	
Cylindres nombre.....	4	4	8	4	4	4	
diamètre..... m.	0.279	0.279	0.305	0.381	0.317	0.330	
diamètre..... m.	.....	0.432	.....	.....	.....	.....
course..... m.	0.376	0.406	0.508	0.558	0.508	0.508	
Chaudière haut centre .. m.	1.371	1.524	2.286	2.210	2.057	2.096	
diam. ext. <i>N.</i> m.	1.190	1.197	1.610	1.610	2.743	1.495	
longueur m.	2.134	2.134	3.327	3.327	1.524	3.048	
timbre k.	11.248	13.71	11.248	11.248	12.30	12.655	
Tubes nombre.....	195	170	225	225	288	280	
diamètre ext. m.	0.041	0.044	0.044	0.044	0.044	0.048	
longueur..... m.	2.220	2.220	3.439	3.439	2.848	3.153	
Tubes surch. nombre.....	.....	.....	24	24	.....	.....
diamètre..... m.	.....	.....	0.133	0.133	.....	.....
diamètre..... m.	.....	.....	0.038	0.038	.....	.....
Foyer int. longueur..... m.	.....	1.053	2.002	2.002	1.469	1.774
largeur..... m.	.....	1.317	1.575	1.575	1.469	1.435
hauteur <i>N.</i> m.	.....	1.270	1.918	1.918	1.651	1.702
hauteur <i>R.</i> m.	.....	1.232	1.880	1.880	1.600	1.651
Foyer ext. longueur ext. m.	.....	1.219	2.210	2.210	1.676	1.981
largeur ext. m.	.....	1.486	1.778	1.778	1.639	1.639
Surface de chauffe extérieure	directe m ²	5.946	5.57	14.45	14.45	9.94	11.66
	indirecte..... m ²	56.02	52.8	142.15	142.15	114.55	132.10
	surchauffe ... m ²	30.94	30.94
totale m ²	61.96	58.35	187.56	187.56	124.44	143.76	
Surface de Grille..... m ²	1.626	1.37	3.16	3.16	2.098	2.536	
Roues diamètre m.	0.660	0.800	1.524	1.067	0.990	1.143	
diamètre m.	.....	.....	0.723	0.686	0.732	0.699
diamètre..... m.	.....	.....	0.825	0.686	.....	.....
Empatement rigide..... m.	0.990	1.219	1.829	2.438	2.186	2.591	
1 bogie complet m.	0.990	1.219	6.325	5.385	4.191	5.385	
total m.	7.467	8.153	18.846	17.271	14.325	16.866	
bogie de tête. m.	.....	.....	1.626	.....	.....	1.626
Distance des centres... m.	5.258	6.934	9.296	9.042	7.620	8.382	
Hors tout longueur m.	10.099	10.325	.....	.....	.....	.....
largeur..... m.	.....	2.134	.....	.....	.....	.....
hauteur..... m.	.....	3.276	.....	.....	.....	.....
Capacité eau Soute centrale	1.14	.....	.....	.....	.....	.....
» 1 ^{re} bogie. m ³	1.81	2.317	8.178	8.633	5.540	6.270	
» 2 ^e bogie. m ³	0.90	1.499	5.452	4.998	3.540	2.817	
charb. » .. t.	1	1	4	4	2	4	
Eff. tract. par kil. pression. k.	.....	44.59	87.09	106.91	72.69	68.13
effective du cylindre							
bogie tête ... t.	— 14	14,2 — 16,4	10,5 — 15,2	5,2 — 8,4	5,0 — 7,1	8,5 — 11,4	
1 ^{er} essieu.... t.	.....	.....	9,8 — 12,2	6,4 — 9,6	6,3 — 8,7	5,6 — 8,6
2 ^e essieu.... t.	.....	.....	9,8 — 12,2	7,8 — 9,6	7,6 — 8,6	7,2 — 8,6
3 ^e essieu.... t.	.....	.....	.....	8,1 — 9,6	8,8 — 8,7	7,7 — 8,6
Poids : truc..... t.	.....	.....	6,3 — 7,9	6,8 — 8,0	.....	.....
1 ^o à vide	— 14	14,2 — 16,4	36,7 — 41,5	34,2 — 45,3	27,7 — 33,1	29,0 — 37,2	
2 ^o en service.							
truc..... t.	.....	.....	6,6 — 8,3	7,1 — 7,9	.....	.....
1 ^{er} essieu.... t.	.....	.....	9,7 — 12,9	7,4 — 9,6	9,1 — 9,1	7,2 — 8,5
2 ^e essieu.... t.	.....	.....	9,4 — 12,9	7,4 — 9,6	8,4 — 9,1	7,0 — 8,6
3 ^e essieu.... t.	.....	.....	.....	6,6 — 9,6	5,0 — 8,8	5,5 — 8,5
bogie t.	14.3	14,9 — 17,4	10,9 — 15,7	5,9 — 9,0	5,2 — 7,3	8,8 — 11,2	
TOTAL DU BOGIE t.	14.3	14,9 — 17,3	36,3 — 48,4	34,3 — 45,9	28,7 — 34,3	29,1 — 37,7	
TOTAL LOCOMOTIVE t.	28.3	29,1 — 33,8	73,0 — 89,9	68,6 — 91,2	56,4 — 77,4	58,1 — 74,9	

l'altitude de 2.257 mètres. Les 6 derniers kilomètres sont en contre-pente de 32^{mm}. Darjeeling est à la cote 2.076 m., et afin d'y parvenir, il a fallu avoir recours à 4 « doubles rebroussements » et 4 boucles hélicoïdales.

Une partie de l'approvisionnement d'eau est portée dans une soute sous la chaudière, comme aux autres locomotives de ce chemin de fer.

2^o *Locomotive 2-6-0 + 0-6-2 du Western Australian Govt Ry* (Fig. 22). — Les cylindres de cette locomotive se trouvent aux extrémités opposées de chacun des groupes moteurs. Aussi, étant données leurs dimensions relativement considérables, a-t-on évité leur porte-à-faux en faisant usage d'un essieu-porteur à chaque extrémité de la locomotive.

Les conditions techniques de la ligne sont dures : rayons de courbes de 100 mètres et rampes de 45^{mm},5 par mètre (voie de 1^m,067). Six locomotives de ce type furent livrées en 1911.

3^o *Locomotive 4-6-0 + 0-6-4 de la Compagnie Mogyana (Brésil)* (Fig. 25). — Ces locomotives doivent y faire un service de voyageurs sur lignes à courbes de 100 mètres de rayon et rampes de 3 % (voie de 1 m.). Les cylindres, sont placés entre les deux essieux du bogie extrême, l'essieu-moteur est l'essieu couplé central pour éviter l'emploi d'une bielle trop longue.

La même Compagnie a aussi en service deux locomotives Mallet livrées en 1911, du type 2-6 + 6-2, construites par Baldwin, et qui font les trains de marchandises.

c) *Locomotives à surchauffe et à 4 cylindres.* — 1^o *Locomotives 2-6-2 + 2-6-2 de Tasmanie* (Fig. 23). — Devant le succès de ses premières locomotives Garratt, l'Etat Tasmanien commanda pour sa voie de 1^m,067, en 1912, 2 locomotives à marchandises et 2 locomotives à voyageurs, à surchauffe toutes deux. La chaudière et le foyer des deux types sont identiques. On a évité le porte-à-faux des cylindres en employant un essieu-porteur pour la locomotive à marchandises et un bogie pour la locomotive à voyageurs. Dans les deux cas, l'on a ajouté un essieu-porteur à l'*R* de chaque groupe moteur, permettant une marche également aisée en *N* ou en *R*. Tous deux ont les tiroirs cylindriques.

Les rampes à franchir ont 2,5 % ; les rayons minimum de courbe sont de 100 mètres.

L'essieu-moteur de la locomotive à marchandises est le 3^e essieu couplé.

2^o *Locomotive 2-6-0 + 0-6-2 du Western Australian Govt. Ry.* — En raison des résultats obtenus par le premier lot de 6 locomotives fourni en 1911, ce chemin de fer en fait actuellement construire 7 autres, qui en différeront en ce qu'elles seront pourvues de surchauffeurs Schmidt dans les tubes.

d) *Locomotives à surchauffe et 8 cylindres.* — Les locomotives 4-4-2 + 2-4-4 de l'Etat Tasmanien (Fig. 24) sont remarquables en ce qu'elles sont pourvues de 8 cylindres HP. La facilité qu'offre ce système, d'employer une chaudière de fortes dimensions, a permis cette disposition particulière. Les 4 cylindres de chaque bogie (dont deux extérieurs et deux intérieurs) commandent le premier essieu couplé. Les mouvements de distribution intérieurs ont eu pour corollaire un évidement de la partie inférieure des soutes.

Fig. 22. — LOCOMOTIVE GARRATT 2-6-0 + 0-6-2. — CHEMIN DE FER DE L'ÉTAT D'AUSTRALIE OCCIDENTALE, VOIE DE 1^m,067, CONSTRUITE PAR BEYER PEACOCK & C^o (MANCHESTER).

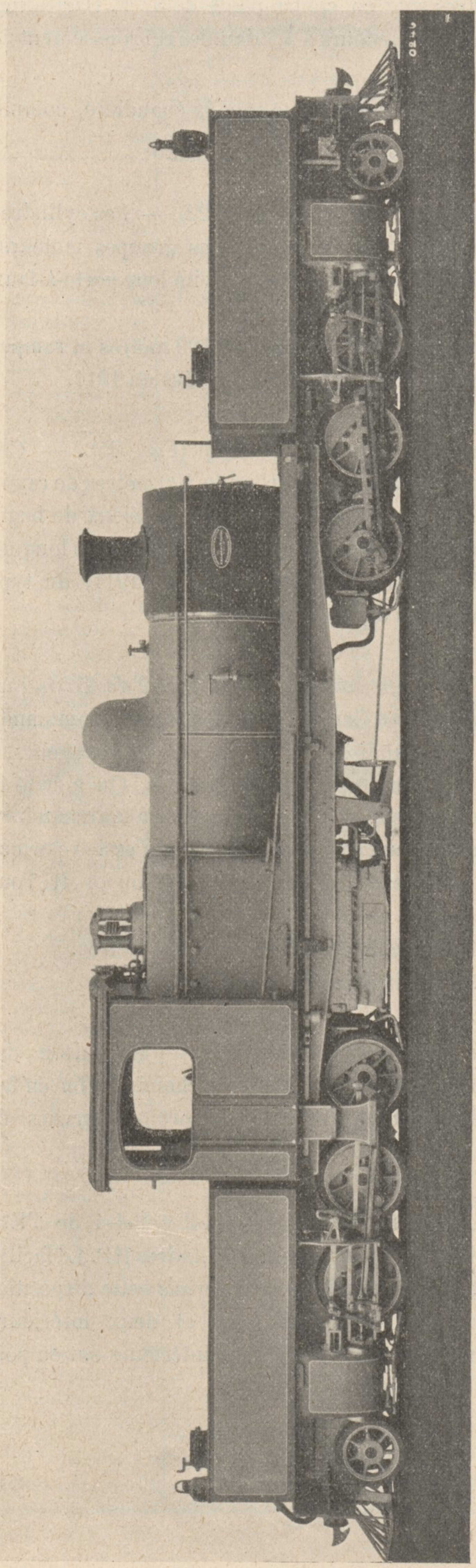


Fig. 25. — LOCOMOTIVE GARRATT 4-6-0 + 0-6-4 A VOIE DE 1^m. — CHEMIN DE FER MOGYANA (BRÉSIL), CONSTRUITE PAR BEYER PEACOCK AND C^o, MANCHESTER.

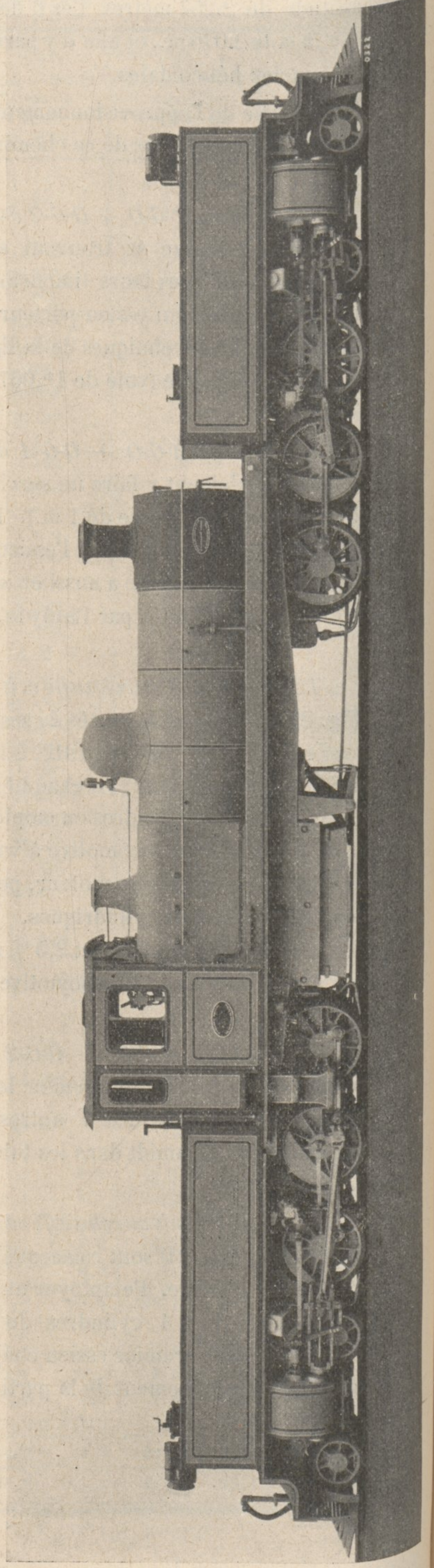


Fig. 23. — LOCOMOTIVE GARRATT 2-6-2 + 2-0-2, A VOIE DE 1^m,067. — CHEMIN DE FER DE L'ÉTAT (TASMANIE),
CONSTRUITE PAR BEYER PEACOCK AND C^o (MANCHESTER).

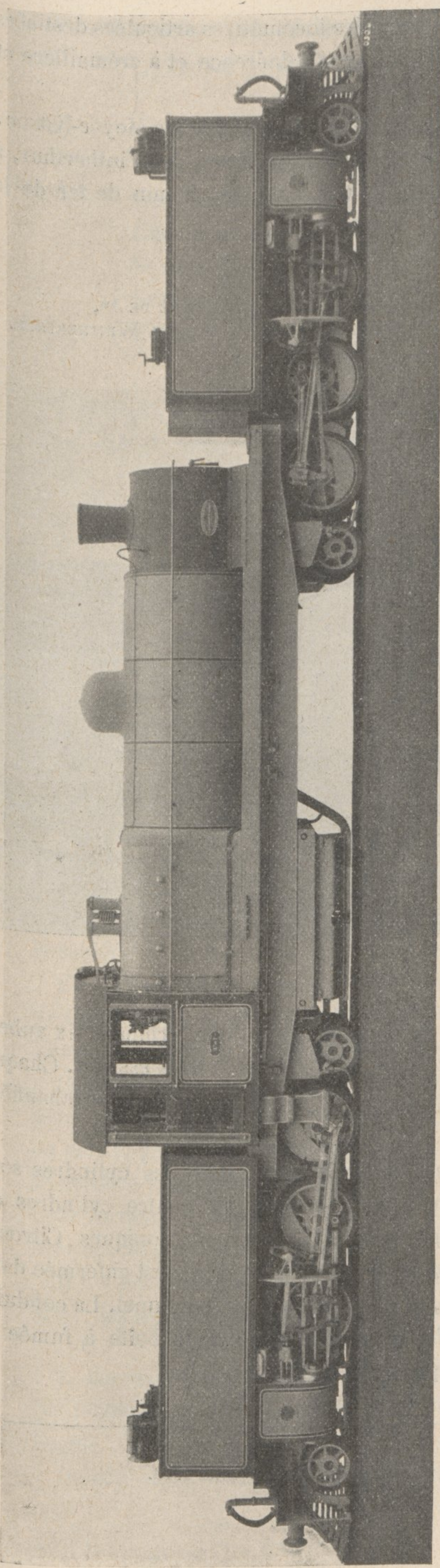
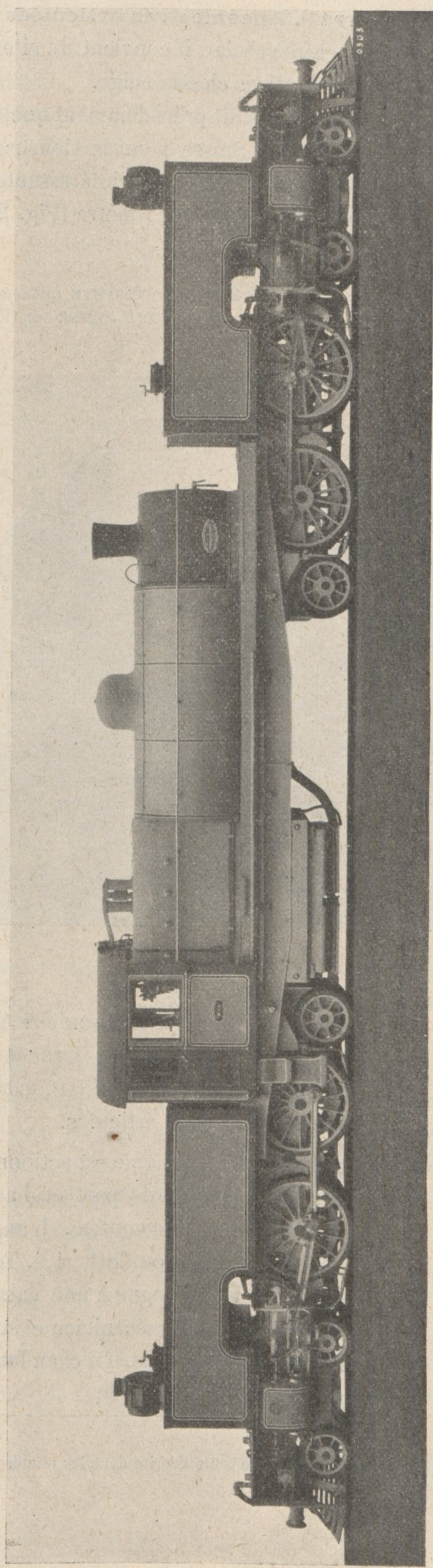


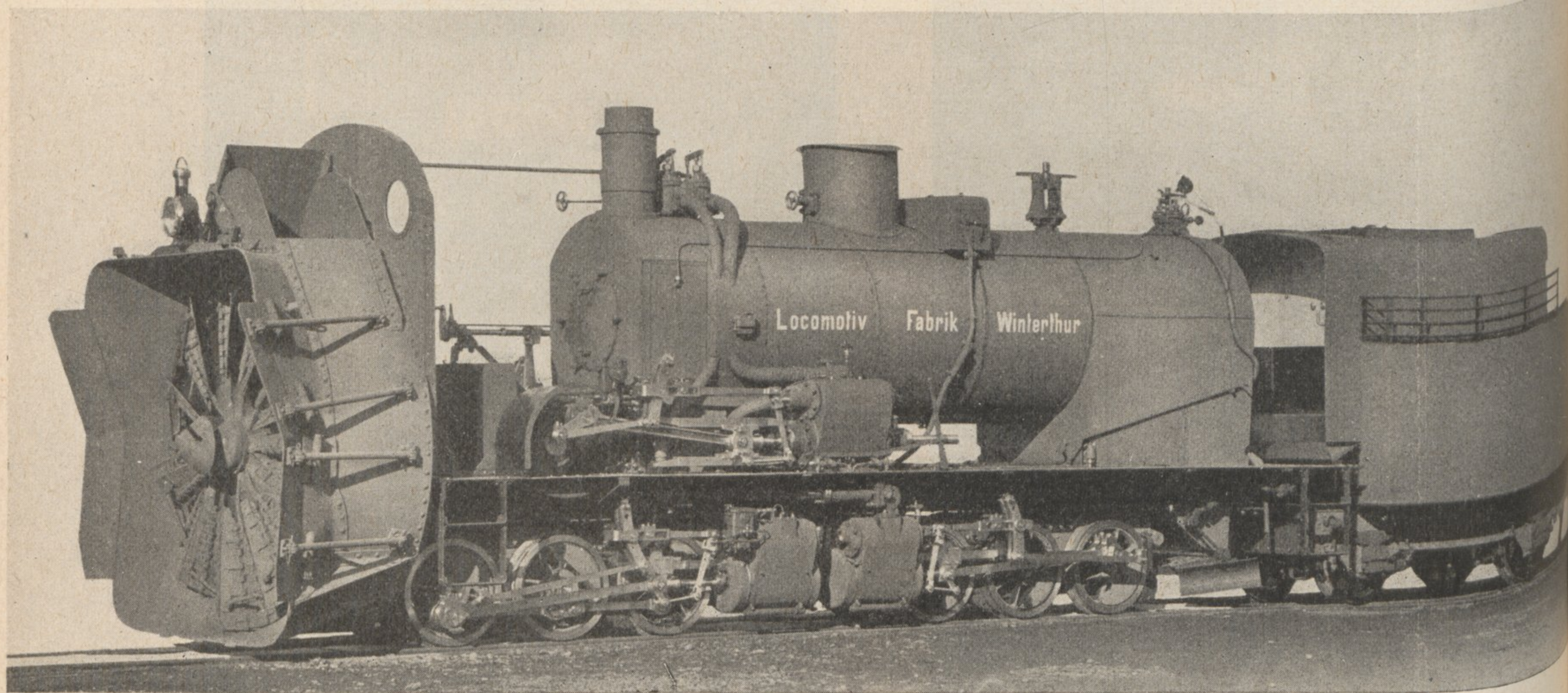
Fig. 24. — LOCOMOTIVE GARRATT 4-4-2 + 2-4-4, A VOIE DE 1^m,067. — CHEMIN DE FER DE L'ÉTAT TASMANIE,
CONSTRUITE PAR BEYER PEACOCK AND C^o MANCHESTER.



TYPE 9. Locomotives articulées spéciales. — Parmi les locomotives articulées destinées à un usage spécial, il convient de citer les locomotives mixtes à adhérence et à crémaillère et les locomotives chasse-neige.

Nous avons dit précédemment quelques mots des locomotives mixtes système Meyer-Kitson. La Société Suisse pour la Construction de Locomotives et de Machines, de Winterthur, a construit, en 1910, une intéressante locomotive chasse-neige pour le chemin de fer de la Bernina (1), à voie de 1 mètre (Fig. 26).

Fig. 26. — LOCOMOTIVE CHASSE-NEIGE. — CHEMIN DE FER DE LA BERNINA, VOIE DE 1^m, CONSTRUITE PAR LA SOCIÉTÉ SUISSE DE CONSTRUCTION DE LOCOMOTIVES ET DE MACHINES, A WINTERTHUR.



Le châssis qui porte la chaudière est pourvu à sa partie antérieure d'une turbine à dix aubes, tout entière en porte-à-faux. La locomotive est portée par deux bogies, à trois essieux. Chaque bogie porte deux cylindre à HP, groupés entre eux et en porte-à-faux. La vapeur, surchauffée, passe par des tuyaux articulés.

La turbine chasse-neige est actionnée par une machine horizontale, dont les cylindres sont placés sur le châssis de part et d'autre de la chaudière, au-dessus des quatre cylindres de propulsion de la locomotive. L'engrenage intermédiaire est à chevrons coniques Citroën; le rapport de réduction de 1 : 1,9. Toute la locomotive, ainsi que le tender, est enfermée dans un abri en bois, analogue à une caisse de fourgon, afin de protéger le personnel. La conduite se fait de l'avant, le mécanicien et son aide étant placés entre la porte de la boîte à fumée et l'armature de la turbine. Le chauffeur se tient à sa place habituelle.

(1) Cette ligne a été décrite dans les numéros de la *Revue Générale* de Juillet 1911 et Janvier 1913.

Les dimensions principales de cette locomotive sont :

Cylindres	diamètre des 6 cylindres.....	0 ^m ,300
	Course — 4 cylindres de propulsion	0 ^m ,350
	Course — 2 cylindres de chasse-neige	0 ^m ,450
Roues	diamètre 0 ^m ,750	Diamètre ext. de turbine..... 2 ^m ,500
Empatement total	5 ^m ,740	Nombre de tours » 150
Chaudière timbre 12 kil.		
Surface de chauffe 110 m. c.		
Surface de grille 1.6 m. c.		
Poids à vide 41,5 T.		
en service 45 T.		

La locomotive peut gravir des rampes de 7 % et franchir des courbes de 40 mètres de rayon. La vitesse de marche, lorsque le chasse-neige fonctionne, est de 5 km. à l'heure.

CLASSE II.

TRANSMISSION PAR ENGRENAGES.

Les locomotives à engrenages sont peu connues en Europe, où elles ont un emploi limité. Elles peuvent pourtant, dans des cas particuliers, rendre des services et fournir une solution économique pour la traction sur lignes spéciales.

Leur construction les rend aptes à gravir aisément des rampes de 6,10 et même 14 %, et leur permet de passer dans les courbes les plus raides. Certes, la traction électrique permet de surmonter des sujétions à peu près aussi dures, mais elle exige un capital beaucoup plus considérable, que certaines lignes ne pourraient rémunérer.

Ces mêmes locomotives sont utilisées avec succès sur les lignes d'exploitation de plantations, de forêts ou de mines, et leur emploi pourrait être envisagé, soit en Europe même sur des lignes de tourisme, soit dans certains pays d'outremer.

Comparée aux autres types de locomotives articulées, la locomotive à engrenage a tout son poids utilisable pour l'adhérence, même quand les approvisionnements sont portés, en tout ou en partie, par un tender séparé. La répartition du poids sur un aussi grand nombre de roues, et le nombre accru d'impulsions, permettant une traction plus continue, permet l'utilisation de cette locomotive sur mauvais terrain et sur une voie des plus médiocres, et notamment pour les services de construction. De plus, son prix est relativement peu élevé.

Il y a actuellement trois systèmes principaux de locomotives à engrenages : les locomotives Shay, les locomotives Climax, et les locomotives Heissler.

1. Locomotives Shay. — La chaudière et son foyer, la cabine et les approvisionnements de ces locomotives, sont portés par un même châssis rigide, supporté par deux ou plusieurs bogies.

Du côté droit de la chaudière, à laquelle elle est fixée, se trouve une machine verticale, à

trois cylindres généralement, dont le mouvement se communique à un arbre horizontal qui règne sur toute la longueur de la locomotive du côté droit, à l'extérieur des roues, à hauteur de leur centre. Chaque essieu prend son mouvement de cet arbre par l'intermédiaire d'engrenages coniques calés sur l'extérieur des roues de droite, à leur partie périphérique, ainsi que sur l'arbre (Fig. 27 et 27^{bis}).

Fig. 27. — TRUCK DES LOCOMOTIVES SHAY.

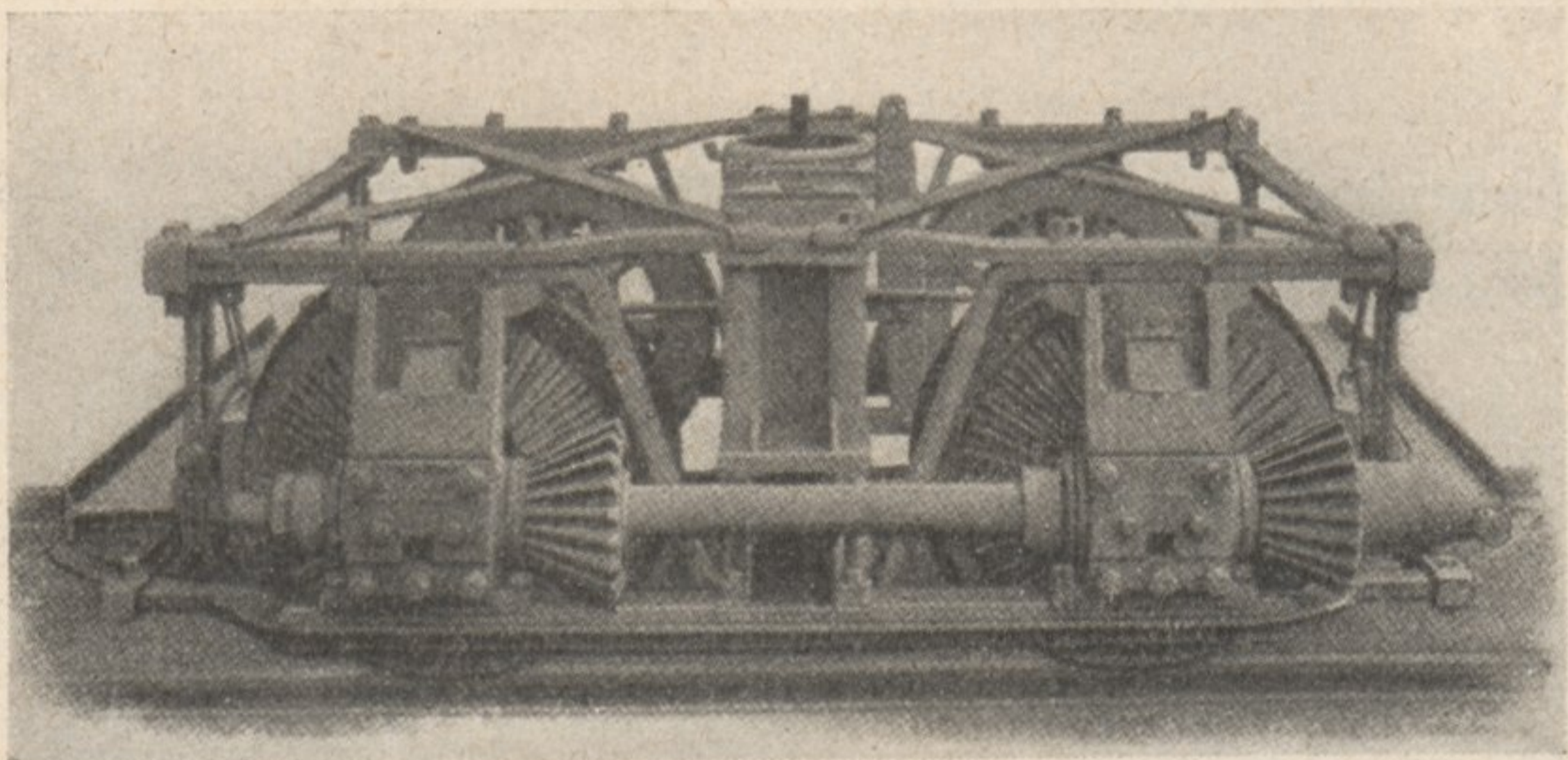
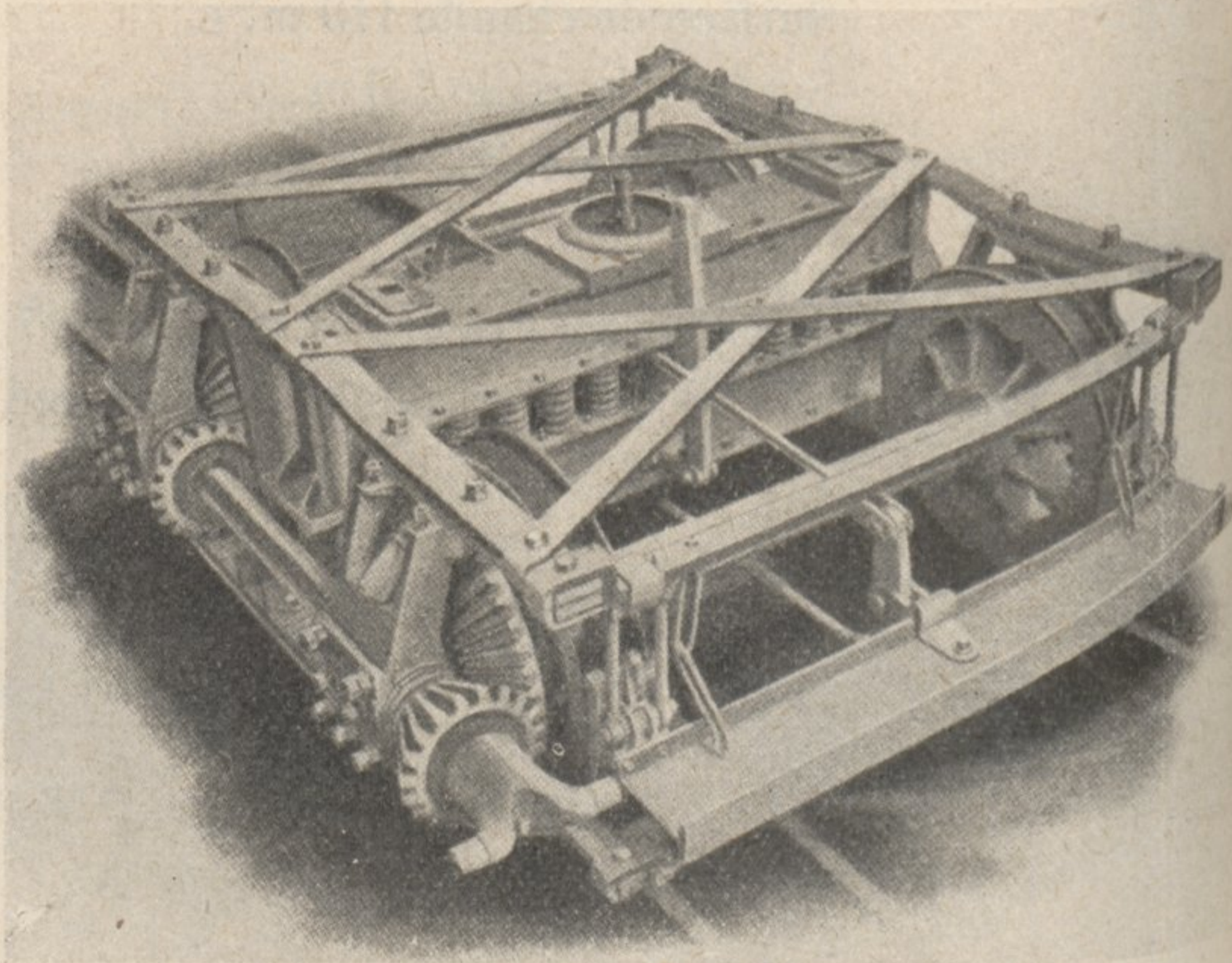


Fig. 27^{bis}. — TRUCK DES LOCOMOTIVES SHAY.



Le rapport d'engrenage varie de 2 : 1 à 3 : 1. Comme les manivelles sont calées à 120°, il y a 12 à 18 impulsions par révolution des roues, ce qui communique un effort de traction beaucoup moins variable que dans les locomotives à bielles, où il n'y a que 4 impulsions. Ces locomotives peuvent gravir les rampes, sous charge, à une vitesse de 6 à 12 km. à l'heure, et peuvent atteindre sur niveau ou en pente, une vitesse de 15 à 30 km. Elles sont exclusivement destinées à un service de grand effort et de faible vitesse.

Toutes les roues indistinctement sont motrices, et l'effort transmis à chacune d'elles est égal. L'articulation des manivelles et des pignons est universelle et jumelle, afin d'assurer la compensation. L'arbre, carré, est à coulisse, permettant l'inscription en courbe.

Ces locomotives ont la distribution Stephenson. La ligne axiale de la chaudière est déportée par rapport à l'axe du châssis, afin de compenser l'excès de poids à droite, dû à la machine verticale qui y est fixée.

Il existe quatre classes de ces locomotives.

La première, et la plus petite, est à deux bogies, avec machine à deux cylindres seulement. Le poids de la locomotive est de 12 à 18 tonnes.

La deuxième, à 3 cylindres, pèse de 22 à 54 tonnes (Fig. 28).

La troisième est du type 0-4-0 + 0-4-0 + 0-4-0. Le châssis principal ne pouvant porter une quantité suffisante d'approvisionnements pour une locomotive de cette puissance, on y a joint un tender, porté par un bogie, et dont l'avant repose par son milieu sur la partie arrière du châssis de la locomotive. C'est, en réalité, un bissel à deux essieux, dont le point d'application est le centre de l'arrière du châssis de la locomotive. Les essieux de ce pseudo-tender prennent leur mouvement comme ceux de la locomotive proprement dite, de l'arbre principal. Ces locomotives pèsent de 63 à 112 tonnes.

Fig. 28. — LOCOMOTIVE A ENGRENAGE SHAY 4 + 4 DE 30^T A CHAUDIÈRE WAGON TOP.

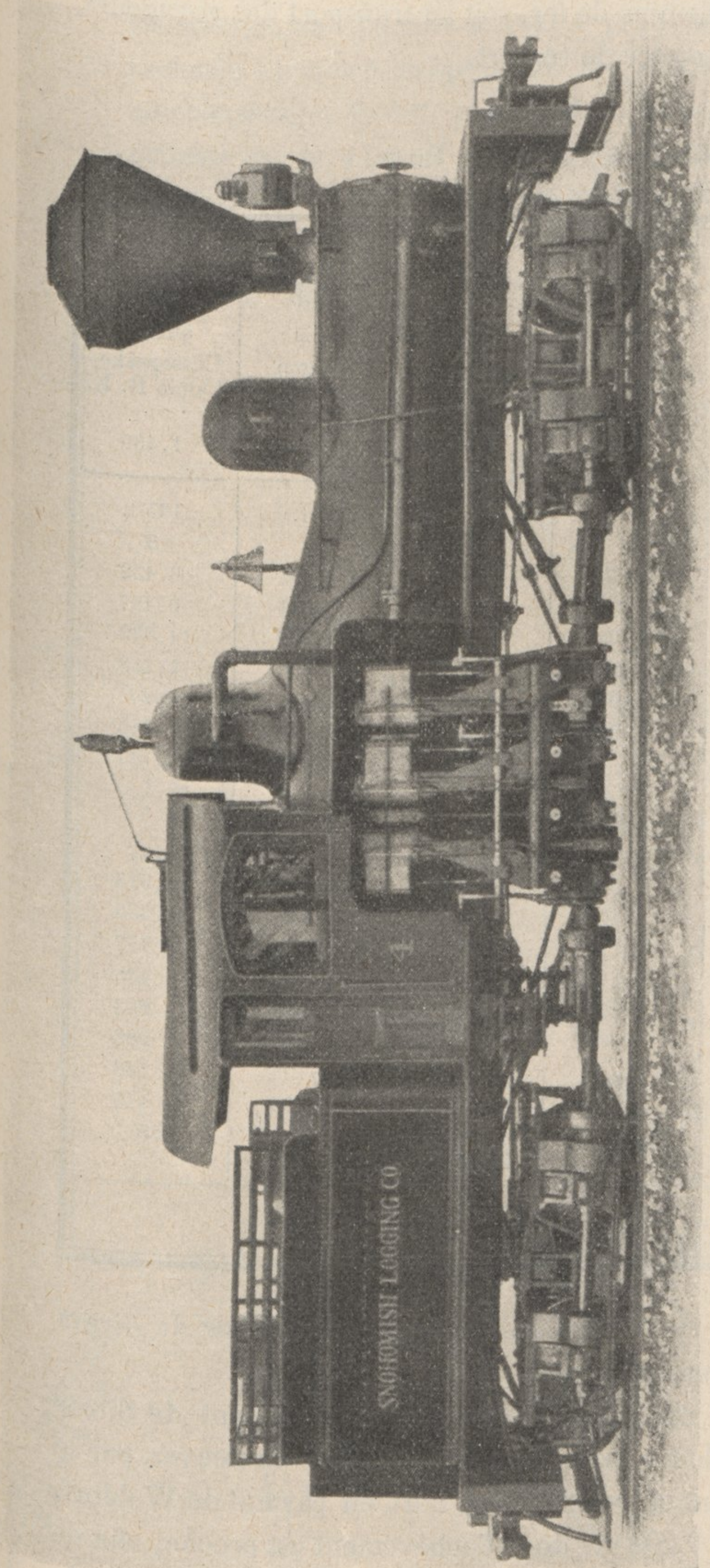
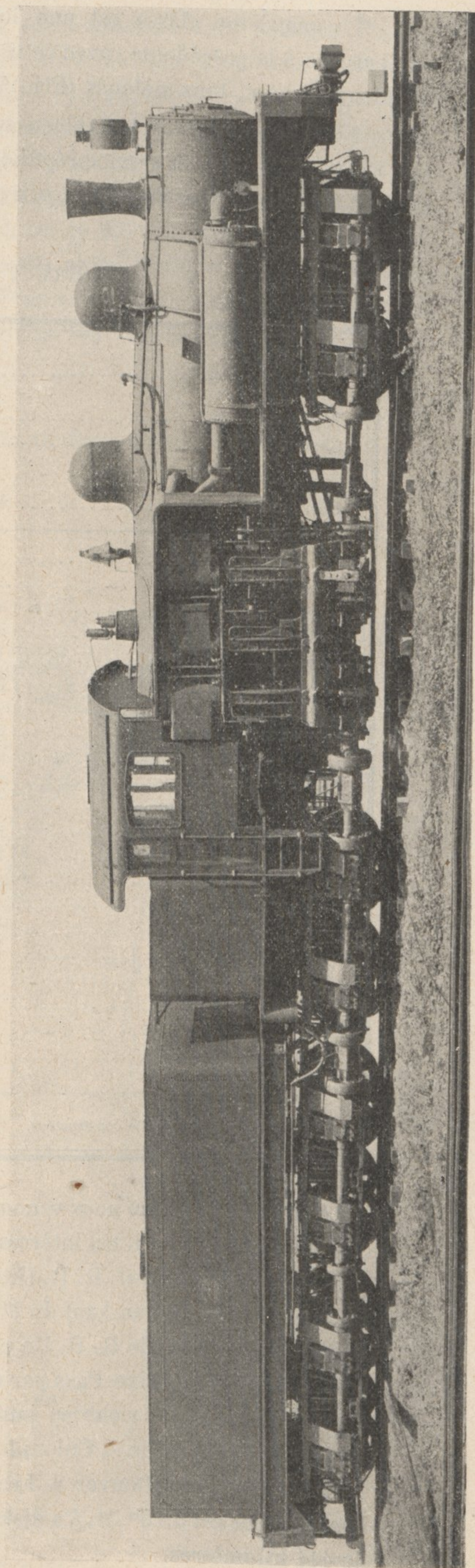


Fig. 29. — LOCOMOTIVE SHAY DE 135^T. — CHESAPEAKE & OHIO R. R., CONSTRUITE PAR LA LIMA LOCOMOTIVE CORPORATION.



La quatrième classe est une locomotive à quatre bogies et pèse 135 tonnes. Elle est pareille à la précédente, avec cette différence que le pseudo-tender est porté par deux bogies à deux essieux, tous moteurs (Fig. 29).

Nous donnons dans le tableau suivant les dimensions principales de diverses locomotives Shay, employées au service régulier de divers chemins de fer, soit au transport des voyageurs, soit à celui des marchandises, soit encore à un service de renfort.

TABLEAU F. — DIMENSIONS DE LOCOMOTIVES SHAY.

Type.....	0-4+-4-0	0-4+4-0	0-4+4-0+ 0-4-0	0-4+4-0+ 0-4-0	0-4+4-0+ 0-4+4-0
Bogies moteurs	deux	deux	trois	trois	quatre
Chemin de fer.....	.....	Argentine Central	Wolgan Valley F. et L. T.	Wolgan Valley	Chesapeake et Ohio R. R.
Ecartement..... m.	1.435	0.910	1.435	1.435	1.435
Poids en service..... t.	18 t.	45 t.	63 t.	76 t.	135 t.
Cylindres					
nombre.....	2	3	3	3	3
diamètre..... m.	0.203	0.279	0.305	0.368	0.432
course..... m.	0.305	0.305	0.381	0.381	0.457
Chaudière					
timbre..... k.	11.2	12.65	14.062	14.062	14.062
Roues					
diamètre..... m.	0.660	0.812	0.914	0.914	1.168
nombre.....	huit	huit	douze	douze	seize
Empatement					
rigide..... m.	1.270	1.320	1.320	1.422	1.625
total..... m.	7.061	8.788	12.243	13.435	17.780
Capacité					
d'eau..... m ³	3.1	6.6	11.3	13.2	15.1
charbon..... t.	1	2.8	4.5	4.5	8
bois..... m ³	2.90	5.8	5.8	5.8	.....
Remorque					
sur niveau (1)..... t.	580	1.123	1.646	2.234	2.913
1/2 °..... t.	252	487	716	922	1.256
1 °..... t.	160	170	445	612	787
2 °..... t.	88	113	250	340	430
3 °..... t.	60	83	167	228	283
4 °..... t.	45	63	122	165	203
5 °..... t.	33	50	94	130	153
6 °..... t.	26	35	75	103	119
Figure.....	»	»	»	»	29

(1) Chiffres indiqués par le constructeur.

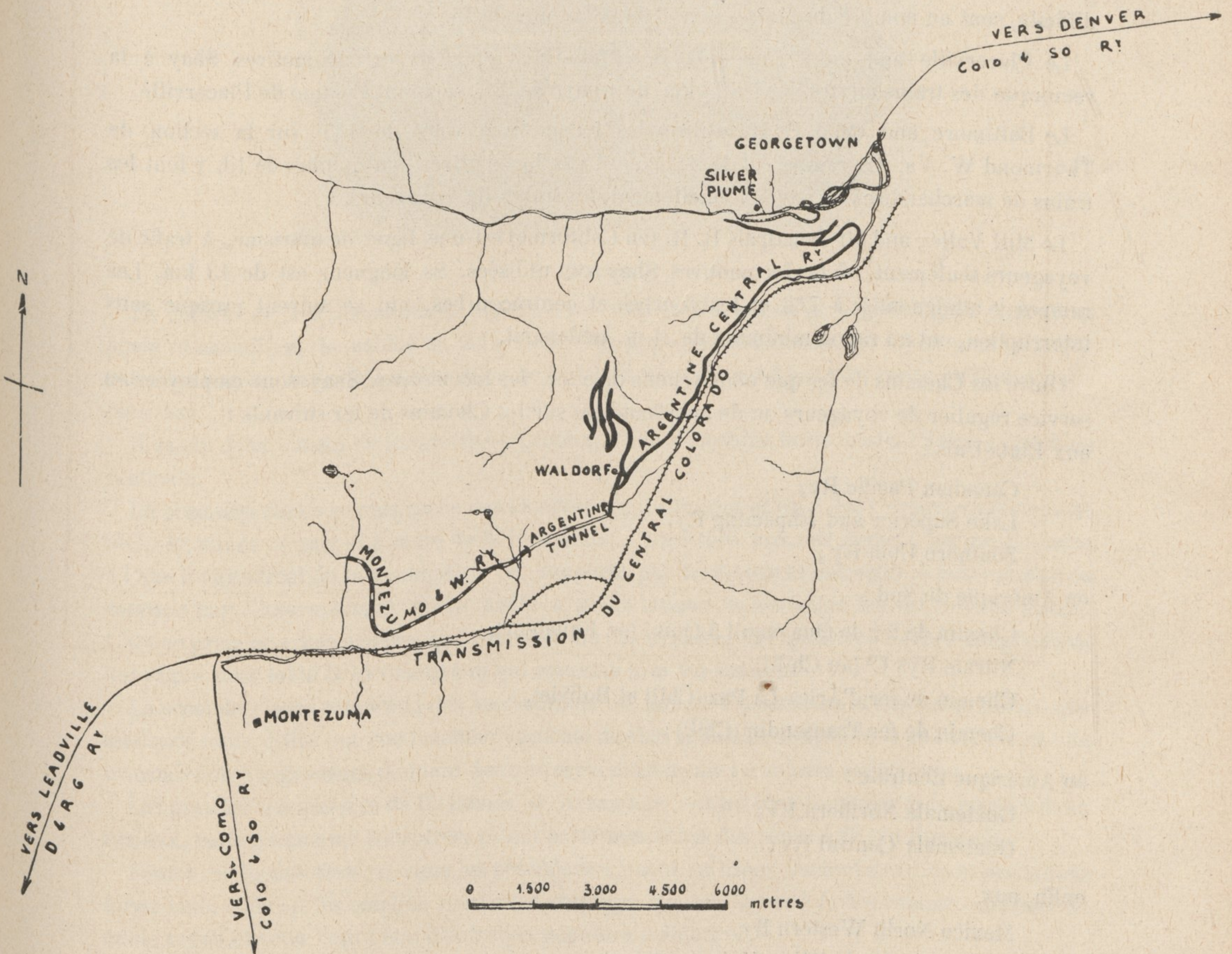
Les locomotives que nous venons de décrire font partie de l'équipement régulier de divers chemins de fer, dont il est intéressant de dire quelques mots.

L'Argentine Central R. R. (États-Unis) est une ligne de tourisme, conduisant de Silver Plume à Waldorf et au haut du Mont Mac Clellan. Silver Plume est à 87 km. de Denver, par le Denver et Rio Grande R. R. Un embranchement en construction doit, en partant de Waldorf, passer sous l'Argentine Pass par un tunnel de 2.293 m. dont l'achèvement est proche, afin de desservir une région riche en mines de cuivre, et se relier à Keystone, aux chemins de fer de Denver et Rio Grande et Colorado and Southern, qui conduisent tous deux à Leadville (Fig. 30).

La distance de Denver à Leadville via Waldorf, sera de 196 km. par des lignes dont l'écartement est de 0^m,91. La distance via Colorado Springs, par les lignes à voie normale, est de 444 kilomètres.

L'embranchement de Waldorf à Leadville appartient au Montezuma and Western R. R., une filiale de l'Argentine-Central R. R. Cette ligne franchit une différence d'altitude de 1.572 m. entre Silver Plume (altitude 2.697) et Mac Clellan Mount (4.269) par simple adhérence. Ce dernier point est de 42 m. seulement moins élevé que le sommet de la ligne à crémaillère de Manitou à Pike's peak, située non loin de là. La différence de niveau est rachetée sur une étendue de 26 kilomètres, par des rampes presque continues de 6 % non compensées (et de 8 % compensées). La rampe maximum est de 6,6 %. Le plus petit rayon des courbes est de 44 m. Il y a cinq rebroussements successifs entre Waldorf (km. 14, altitude 3.556) et le sommet, et deux autres non loin de Silver Plume. La ligne n'est pas exploitée en hiver, mais même pendant la belle saison, l'état de la voie est souvent défectueux, à cause de la neige surtout.

Fig. 30. — CARTE DE L'ARGENTINE R. R. C^o (ÉTATS-UNIS).



L'exploitation sera continue entre Silver Plume et Waldorf, pour voyageurs et pour marchandises, lors de l'achèvement du tunnel.

Les locomotives Shay employées, dont le poids est de 45^T, remorquent sur les rampes compensées de 8 % des trains de trois voitures de 8.300 kilos, vides. L'équipement est de 4 locomotives.

Le Wolghan Valley Ry. est situé dans la Nouvelle Galle du Sud. Ce chemin de fer s'embranché sur le chemin de fer de l'État à Newnes Junction (à 138 km. de Sydney, et 1.100 m. d'altitude) d'où il mène à Newnes (altitude 536 m.) où se trouvent des puits de pétrole et des fabriques de coke. Il est à voie normale et d'une longueur de 51 km., à travers le district des Montagnes Bleues. Le point culminant de la ligne est au onzième kilomètre (1.207 m.).

Les rampes maxima sont de 3 % pour les 30 premiers kilomètres depuis la jonction, suivis sur une distance de 14 km. par une pente presque continue de 4 %. Le plus petit rayon des courbes est de 100 mètres.

Les locomotives Shay, auxquelles la Compagnie s'est arrêtée pour desservir sa ligne difficile, sont au nombre de quatre, dont 3 de 63^T et une de 76.

Le Placerville and Lake Tamoe R. R. (États-Unis) emploie les locomotives Shay à la remorque des trains mixtes sur les 13 km. de rampe de 3 % séparant Camino de Placerville.

Le Baltimore and Ohio R. R. utilise des locomotives Shay de 135^T sur la section de Thurmond W. Va. La rampe est de 4,5 %, et ces locomotives, au nombre de 13, y font les trains de marchandises et, exceptionnellement, les trains de voyageurs.

Le Mill Valley and Mt Tamalpais R. R. (en Californie) est une ligne de tourisme, à trafic de voyageurs seulement, où les locomotives Shay sont utilisées. Sa longueur est de 13 km. Les rampes y atteignent 5 à 7 % et les courbes et contrecourbes, qui se suivent presque sans interruption, ont un rayon minimum de 21 m. seulement.

Outre les Chemins de fer que nous venons de citer, les locomotives Shay sont employées en service régulier de voyageurs ou de marchandises sur les Chemins de fer suivants :
aux États-Unis :

Canadian Pacific Ry,
Lake Superior and Ishpeming Ry,
Southern Utah Ry ;

en Amérique du Sud :

Chemin de fer de Quayaquil à Quito (en Equateur),
Nitrate Rys C^o (au Chili),
Chemin de fer d'Arica-La Paz (Chili et Bolivie),
Chemin de fer Transandin (Chili) ;

en Amérique Centrale :

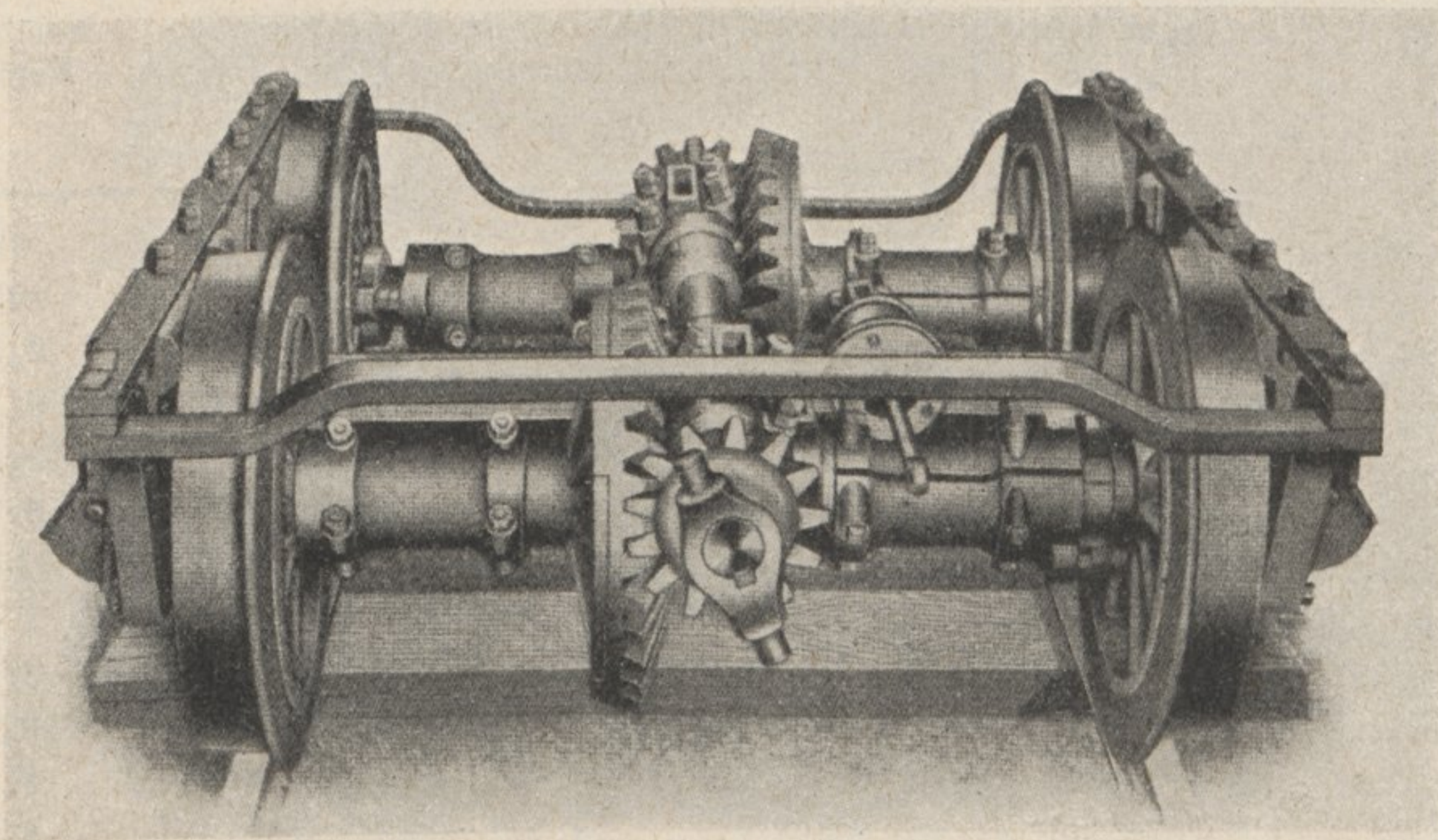
Guatemala Northern Ry,
Guatemala Central Ry ;

enfin, aux

Mexico North Western Ry,
Chemin de fer de Pékin-Kalgan (Chine),
et Imperial Govt Ry de Formose.

2. **Locomotives Climax.** — Les locomotives Climax diffèrent essentiellement des locomotives Shay en ce que l'arbre de transmission est axial, au lieu d'être latéral, et est situé immédiatement au-dessus des essieux qui sont, comme dans les locomotives Shay, tous moteurs. Le mouvement leur est également communiqué par des engrenages coniques calés sur chaque essieu, à droite pour le premier et à gauche pour le second essieu de chaque bogie, dont la suspension a été particulièrement étudiée en vue d'irrégularités de la voie. Il y a des ressorts sur chaque essieu outre ceux de la traverse danseuse (Fig. 31).

Fig. 31. — TRUCK DES LOCOMOTIVES A ENGRENAGES, SYSTEME CLIMAX.



Le châssis de ces locomotives repose à ses extrémités sur deux bogies à deux essieux et porte la chaudière, la cabine et, à l'arrière, les approvisionnements. Le foyer peut plonger entre les bogies, mais la construction de la locomotive ne rend pas nécessaire qu'il descende bien bas.

Il existe deux classes de locomotives Climax, l'une à machine horizontale, l'autre à machine verticale.

La première classe se rapproche des locomotives ordinaires et est à deux cylindres fortement inclinés, situés de part et d'autre de la locomotive. Un arbre premier moteur, perpendiculaire à l'axe longitudinal de la locomotive est supporté par le châssis et en reçoit le mouvement de rotation par l'intermédiaire d'une bielle à articulations universelles faisant suite au piston. C'est ce premier arbre moteur qui transmet un mouvement de rotation à l'arbre longitudinal qui règne sous toute la locomotive et qui actionne tous les essieux.

La seconde classe comprend des locomotives de moindre puissance et nous n'en dirons que quelques mots. Elles ont une machine verticale double située à l'arrière de la chaudière, et une transmission à engrenages donnant deux vitesses seulement. Le châssis est en bois.

Les grandes locomotives de 65 tonnes et davantage ont un pseudo-tender à un bogie à deux essieux, moteurs comme les autres, ce qui porte le nombre des roues à 12, au lieu de 8.

Toutes ces locomotives, comme les précédentes, sont utilisées surtout dans les exploitations forestières, mais on les emploie aussi avec avantage sur les lignes à fortes rampes, courbes de faible rayon et voies dont l'état d'entretien peut être médiocre.

La transmission par engrenages n'est pas faite pour réaliser des vitesses élevées et compatibles, hors des cas exceptionnels, avec les exigences d'un trafic à voyageurs. Ce rapport

d'engrenages est pour les locomotives ordinaires de 2,06 : 1, permettant une vitesse maximum de 19 km. à l'heure. Le rapport de 2 : 1, employé pour des locomotives à voyageurs, permet une vitesse maximum de 32 km.

Nous donnons dans le tableau suivant les dimensions principales de diverses locomotives Climax employées en service régulier par diverses Compagnies de chemins de fer, soit pour les marchandises, soit pour trains de voyageurs :

TABLEAU G. — DIMENSIONS DE LOCOMOTIVES CLIMAX.

Type.....	0-4-4-0	0-4-4-0	0-4-4-0	0-4-4-0	0-4-4-0	0-4-4-4-0
Bogies.....	deux	deux	deux	deux	deux	trois
Chemin de fer.....	Nome Arctic R.R.	Licking River RR.	W. N. Br Eldorado Col N. V.	Yeon Pelton RR.	Northern Pacific	Casper, S. Fork and Eastern RR
Écartement..... m.						
Poids à vide.....	18	17	29	35	40	49
Poids en service moyen. t.	18	18	32	41	45	59
Cylindres diamètre.. m.	0,191	0,229	0,305	0,330	0,330	0,381
course ... m.	0,178	0,305	0,356	0,356	0,406	0,406
Timbre..... k.	11,2	11,2	11,2	12,65	12,65	12,65
Roues diamètre.. m.	0,736	0,711	0,787	0,787	0,787	0,889
nombre.....	huit	huit	huit	huit	huit	douze
Empatement rigide.... m.	0,685	1,1174	1,2192	1,2192	1,2961	1,2961
total..... m.	5,79	6,1975	7,925	8,128	8,204	12,9
Longueur hors tout.... m.	9,04	8,178	9,855	10,21	10,517	14,096
Hauteur hors tout..... m.	3,30	3,43	3,73	3,66	4,11	4,20
Capacité eau.... m. c.	1,90	2,27	4,54	5,34	5,69	9,85
charbon.. t.	1	1	1,5	2	2,5	5
bois... m. c.	0,9	1,8	2,7	3,1	3,6	3,9
Remorque (1) sur niveau t.	978	888	1.588	2.041	2.268	2.948
» 2 %.. t.	145	132	231	303	333	431
» 4 %.. t.	60	64	111	148	160	209
» 6 %.. t.	33	34	68	87	93	124
» 8 %.. t.	23	22	45	56	63	80
» 10 %.. t.	17	17	30	38	42	50

(1) Charges indiquées par le constructeur.

Le Nome Arctic RR se trouve dans l'Alaska. Les rampes y atteignent 12 %.

Celles du Licking River RR (dans le Kentucky) sont de 8 % et celles de l'Eldorado RR de 10 %. Ces rampes ne sont pas compensées. Le Columbia and Nehalem R. R. a des rampes de 8 % également et des courbes de 36°.

Le Casper, South Fork, and Eastern R. R. est en Californie.

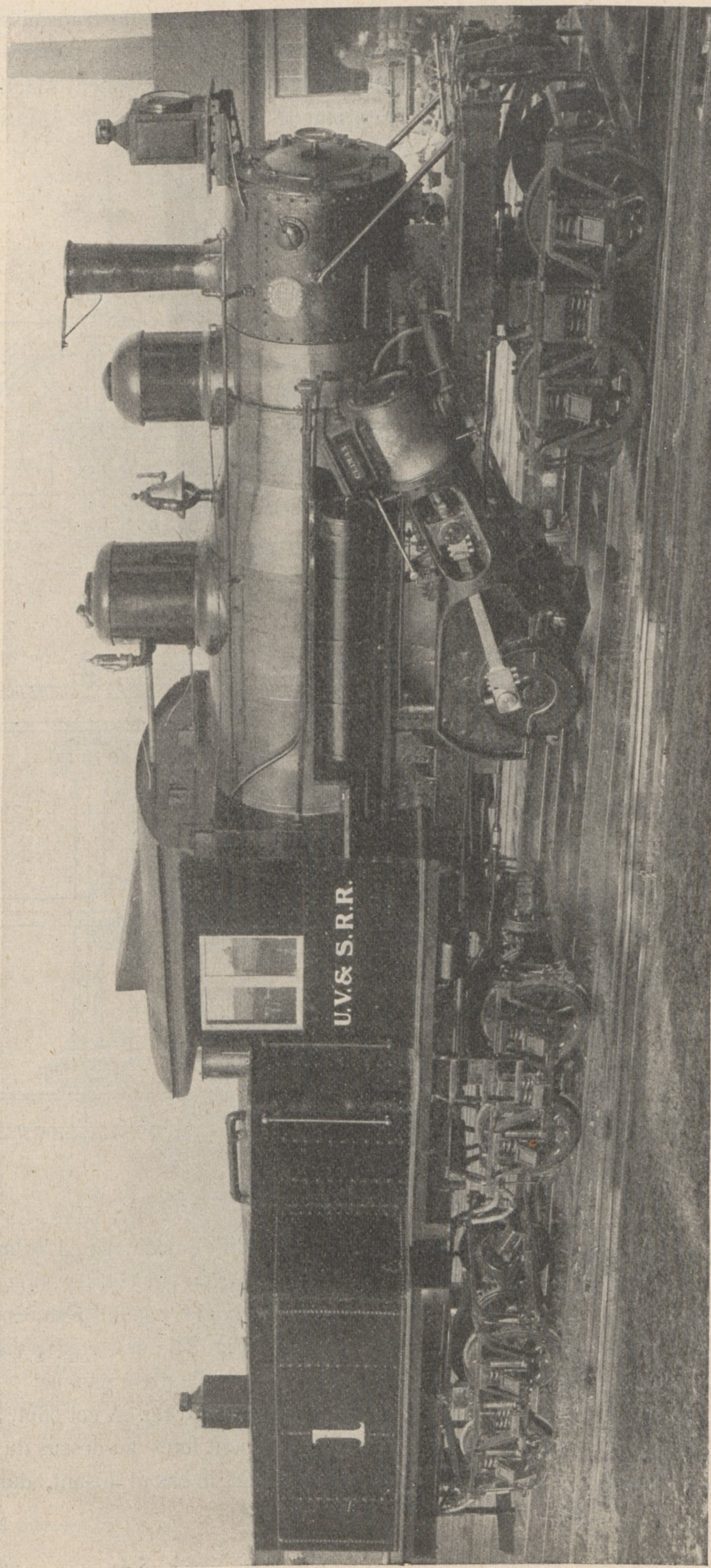
Sur tous ces chemins de fer, les locomotives Climax sont employées surtout au transport des bois bruts ou sciés.

Le Williamsport and North Branch R. R. conduit de Sonestown à Eagle's Mere Lake, en Pennsylvanie. C'est essentiellement une ligne de tourisme, ayant surtout un service de voyageurs. Les rampes y atteignent 4 %, les courbes 40° (43^m de rayon). Les locomotives Climax, ayant un rapport de 2 : 1, y sont employées depuis 1904 au service des voyageurs.

Il en est de même sur le White Deer and Loganton R. R., à Sunbury, qui fait usage de ces locomotives pour ses trains de voyageurs depuis 1908.

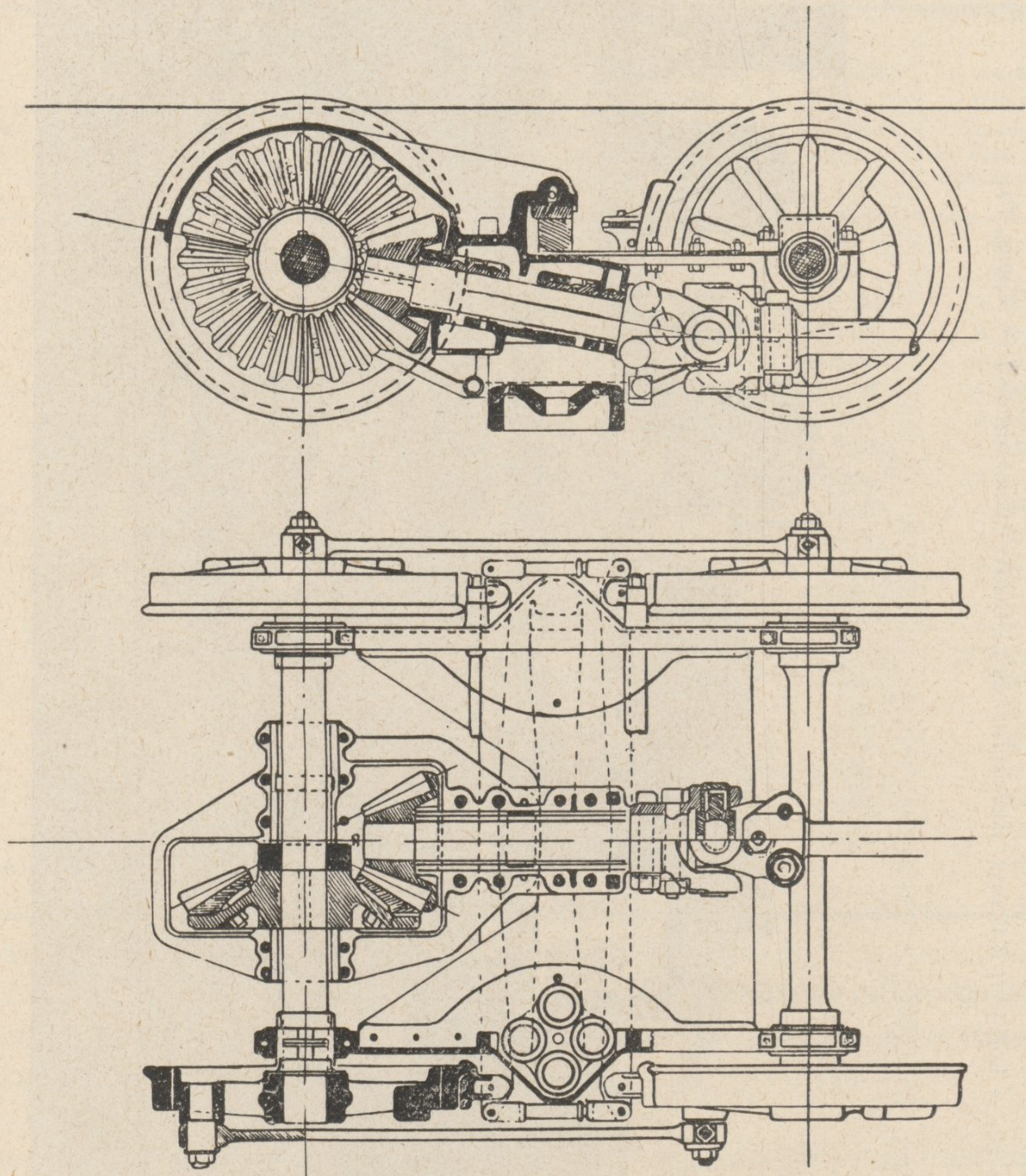
La Fig. 32 représente la plus puissante locomotive Climax qui ait été construite à ce jour et dont le poids est de 81^T,6. Elle est en service sur une ligne minière, à Jérôme, Arizona.

Fig. 32. — LOCOMOTIVE CLIMAX, CONSTRUITE PAR LA CLIMAX MANUFACTURING CO., CORRY, PA.



3. **Locomotives Heisler.** — Dans ces locomotives, l'arbre de transmission est axial, et communique son mouvement à l'essieu extrême de chacun des deux bogies à deux essieux, situés aux extrémités de la locomotive. Cette transmission de mouvement se fait par engrenages coniques, noyés dans un bain d'huile à l'intérieur d'un carter (Fig. 33). Cet essieu extrême est

Fig. 33. — TRUCK DES LOCOMOTIVES A ENGRENAGES, SYSTÈME HEISLER.



accouplé avec l'essieu voisin par des bielles, à la manière ordinaire. L'arbre de transmission passant au-dessus d'un essieu de chaque bogie est horizontal sur cette section, les deux portions extrêmes plongeant vers l'essieu avant de chaque bogie y sont réunies par des joints à articulation universelle (Fig. 35). L'arbre est axial (Fig. 34); une roue d'engrenage est calée sur l'essieu extrême d'un bogie à droite de l'arbre, et sur l'autre à gauche.

L'arbre reçoit son mouvement de rotation à sa partie centrale. A cet effet, les cylindres de la locomotive ont une position toute particulière. Ils sont fixés au-dessus du châssis de part et d'autre de la chaudière, la tige du piston dirigée vers le bas et faisant, dans un plan vertical

Fig. 35. — ARBRE DE TRANSMISSION, LOCOMOTIVES A ENGRENAGES HEISLER.

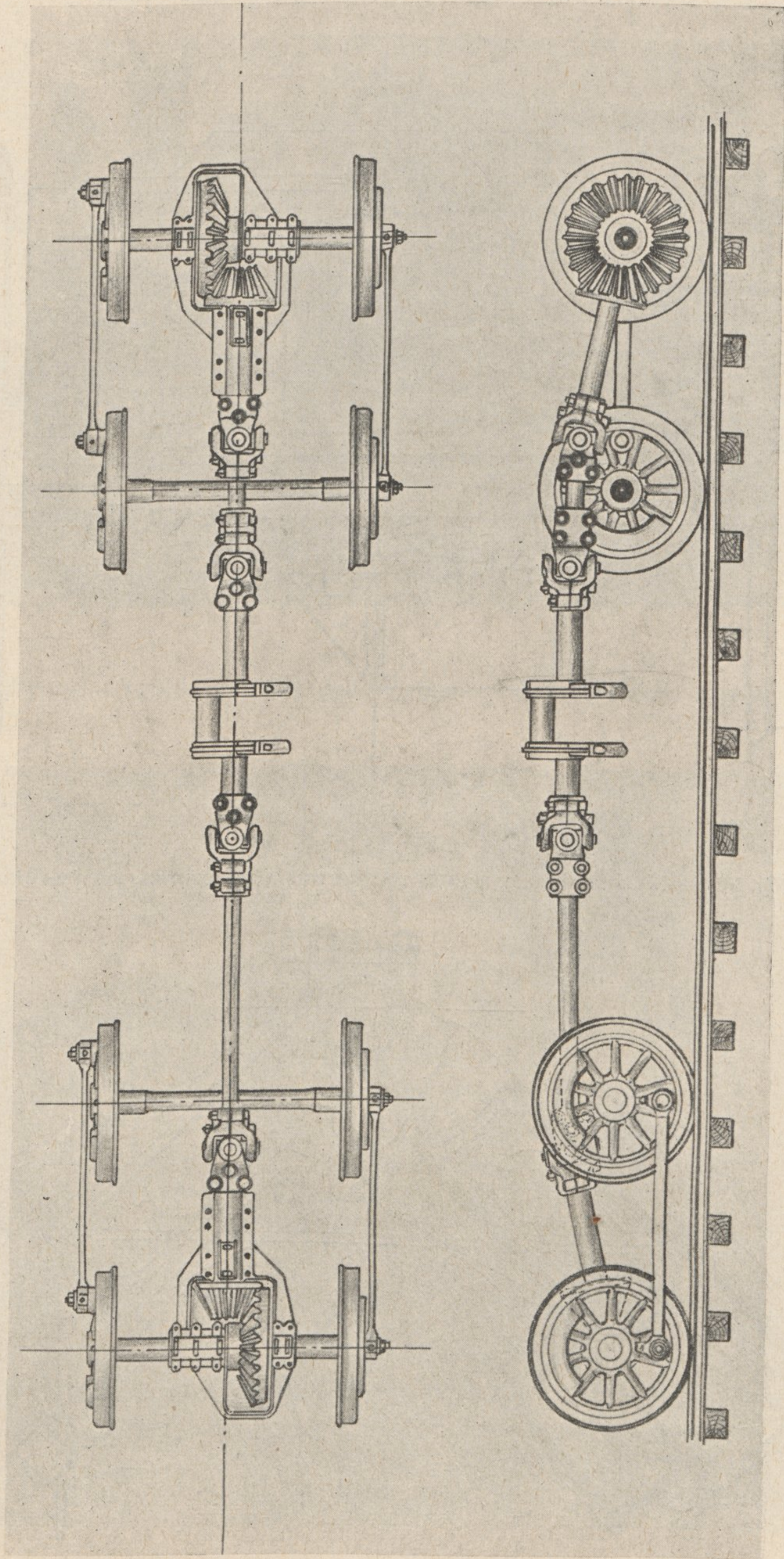


Fig. 34. — TRUCK DES LOCOMOTIVES, SYSTÈME HEISLER.

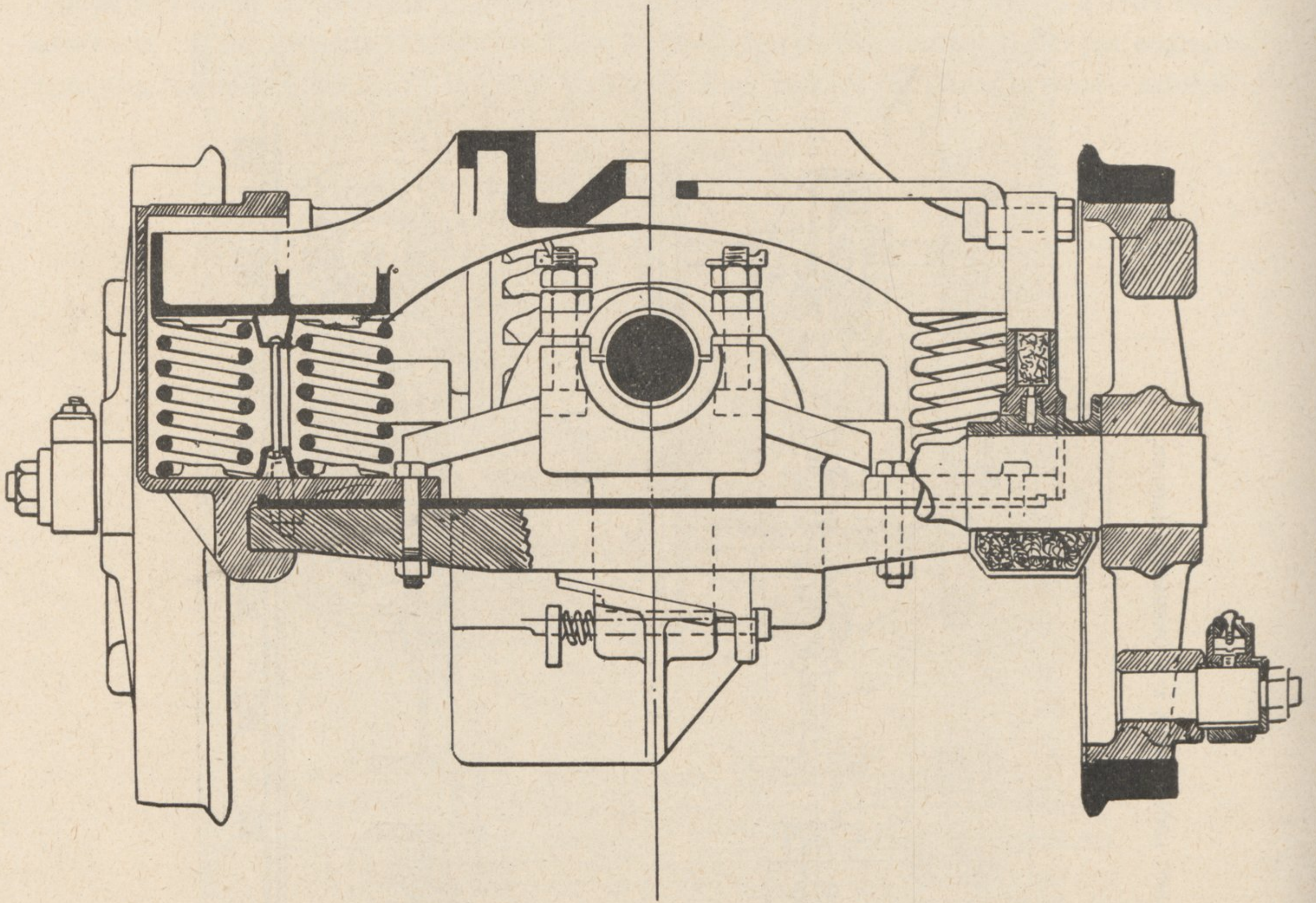
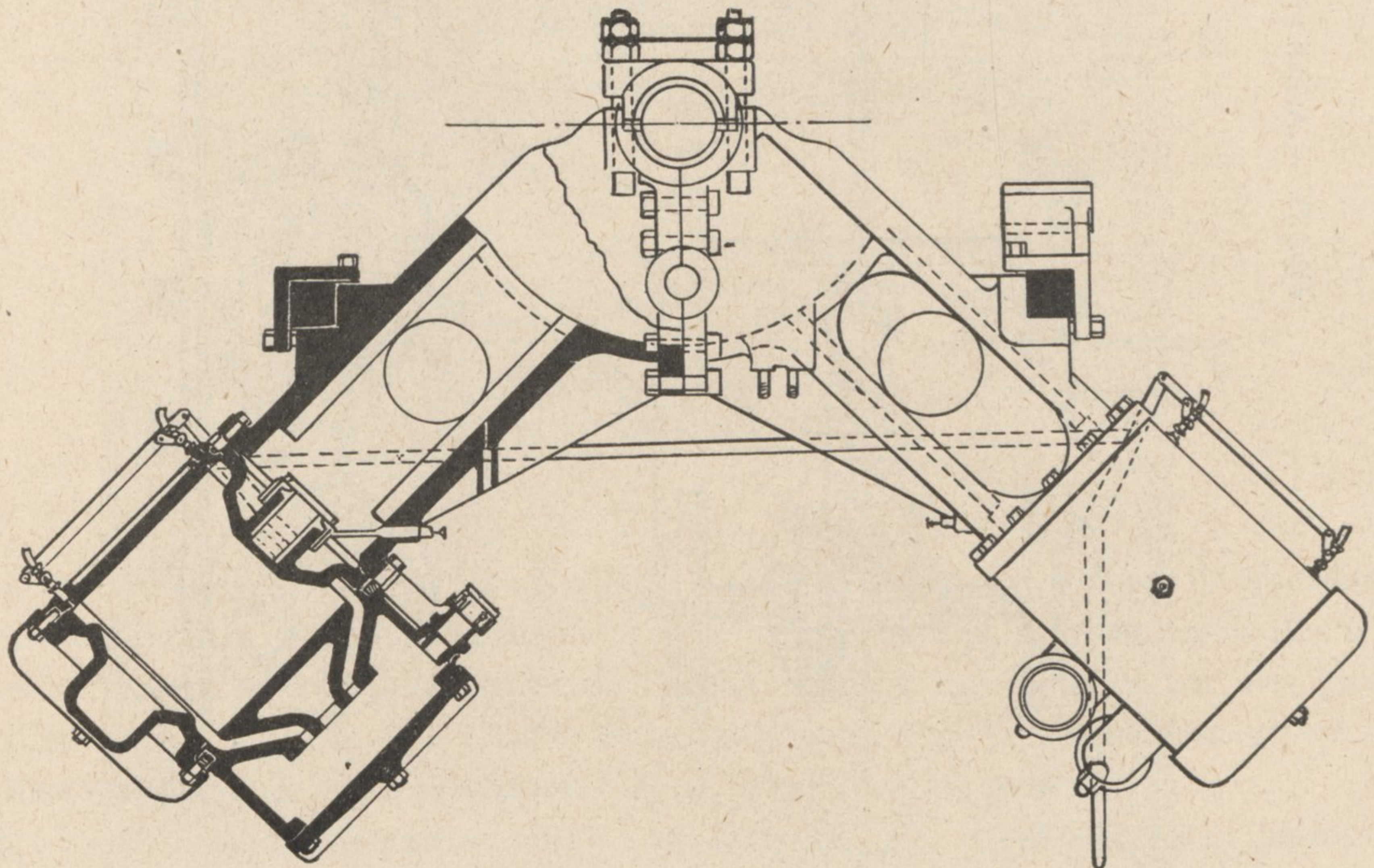


Fig. 36. — MACHINE (CYLINDRES) DES LOCOMOTIVES A ENGRENAGES, SYSTÈME HEISLER.



perpendiculaire à l'axe longitudinal de la chaudière, un angle de 45° avec la verticale (Fig. 36).

Fig. 38. — LOCOMOTIVE A ENGRENAGES, SYSTÈME HEISLER, A CHASSIS DROIT.

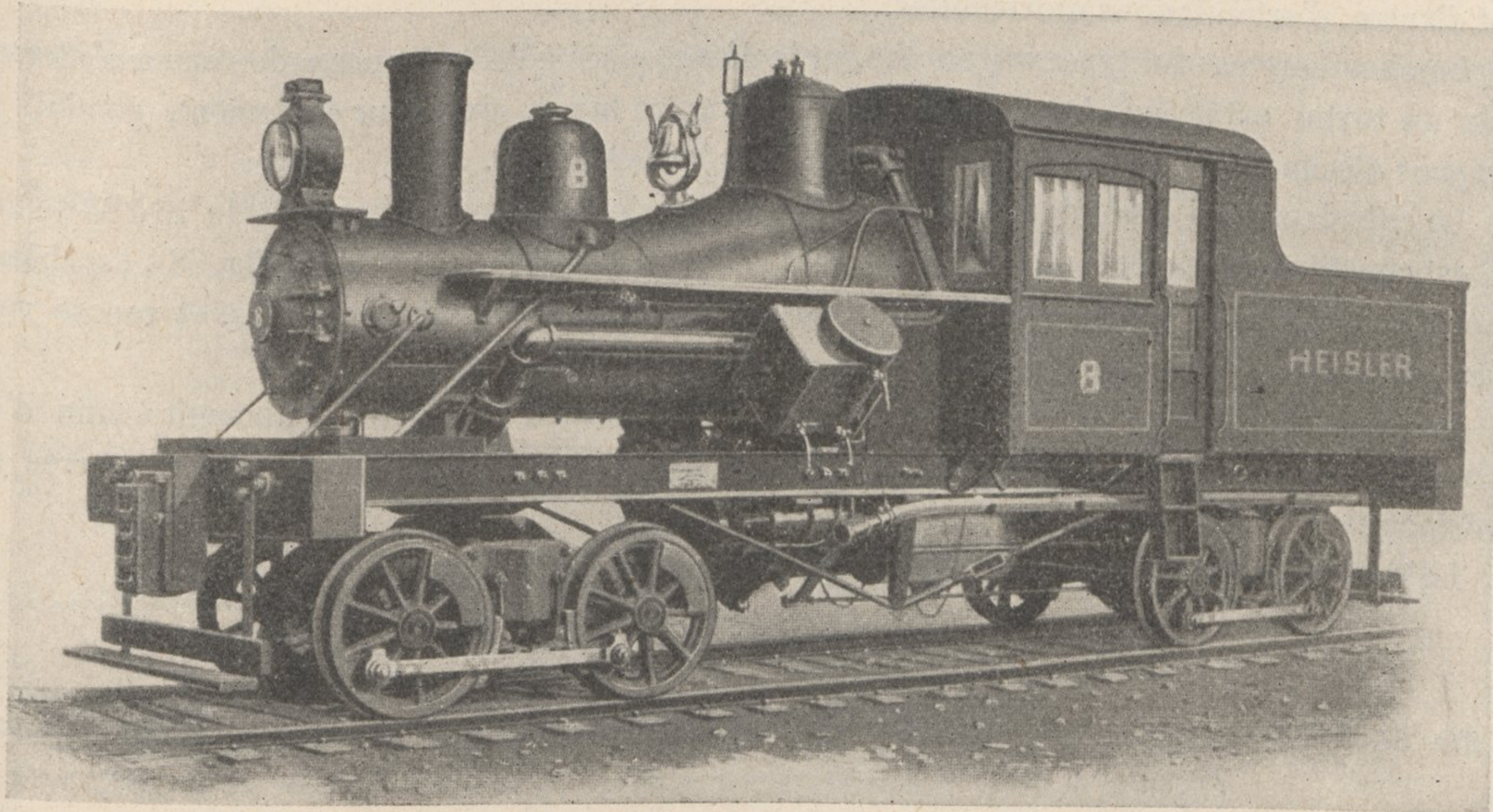
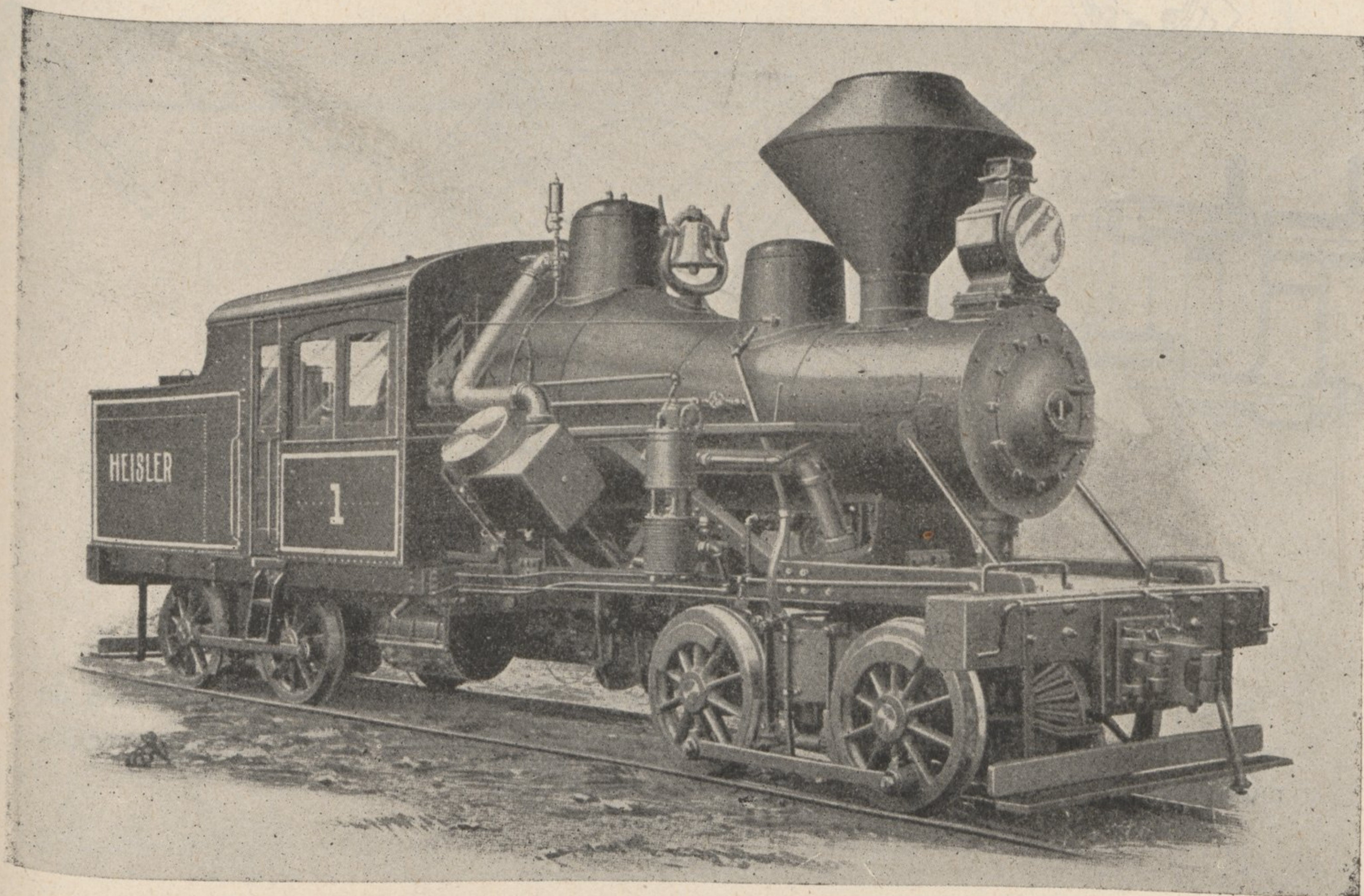


Fig. 39. — LOCOMOTIVE A ENGRENAGES, SYSTÈME HEISLER, A CHASSIS DIAMANT.



Les tiges des deux pistons prolongées rencontreraient l'arbre de transmission au même point et feraient entre elles un angle de 90°. L'arbre de transmission est coudé et muni, de part et d'autre, d'articulations universelles.

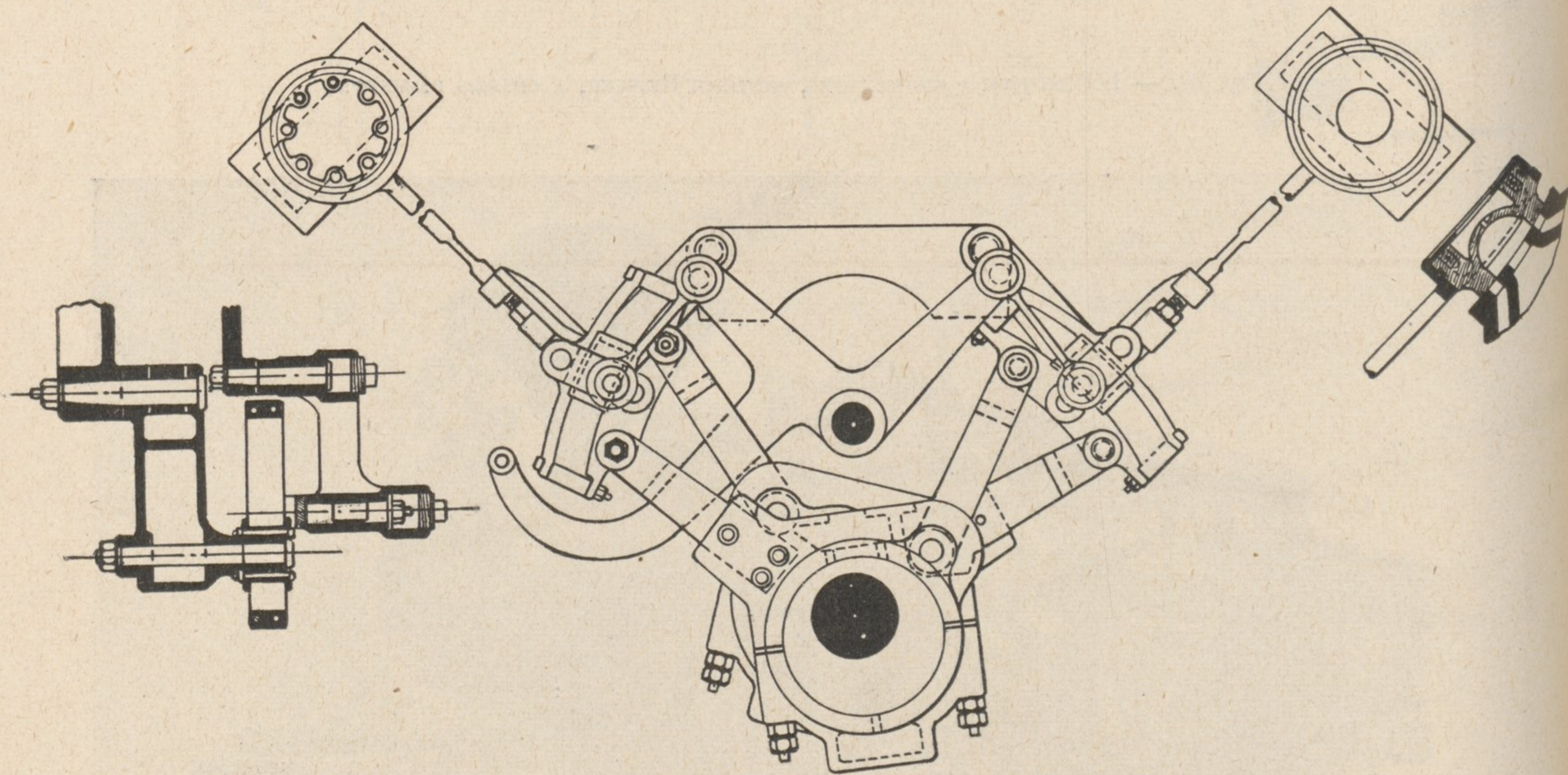
La chaudière est du type wagon top, et le dôme, placé à l'A. La prise de vapeur s'effectue par un tuyau extérieur, jusqu'au cylindre. Un autre tuyau, extérieur également, conduit la vapeur d'échappement à la partie inférieure de la boîte à fumée.

Le châssis est, lui aussi, de construction toute spéciale. Pour les locomotives de 16 à 33 tonnes il est constitué par deux longerons en double T, convenablement entretoisés (Fig. 38). Ce châssis porte à l'A la selle de la chaudière, vers son centre l'assemblage des cylindres, et repose vers ses extrémités sur les deux bogies à deux essieux moteurs.

Les locomotives de 38 tonnes et davantage sont pourvues de châssis « diamant » afin d'en augmenter la rigidité. Les éléments en sont constitués par des barres de section carrée ou rectangulaire (Fig. 39).

Le mouvement de changement de marche est indiqué sur la figure 37.

Fig. 37. — DÉTAILS DES LEVIERS DE CHANGEMENT DE MARCHE, LOCOMOTIVES A ENGRENAGES, SYSTÈME HEISLER.



Nous avons réuni, dans le tableau ci-après, les dimensions principales de quelques-unes de ces locomotives. On les emploie, outre les lignes forestières, sur certains embranchements, notamment du Northern Pacific R. R.

TABLEAU H. — DIMENSIONS DE LOCOMOTIVES HEISLER.

Poids en service.....	t.	20.8	32.7	38.1	56.3	77.1
Roues nombre		8	8	8	8	12
diamètre.....	m.	0.762	0.914	0.914	1.016	1.016
Empatement rigide.....	m.	1.118	1.422	1.422	1.676	1.676
total.....	m.	6.096	7.315	7.849	9.144	13.665
Cylindres diamètre.....	m.	0.279	0.330	0.381	0.425	0.457
course.....	m.	0.254	0.305	0.305	0.356	0.406
Chaudière timbre.....	k.	11.25	12.66	12.66	14.062	14.062
Effort de traction (adhérence de 1/5)..	k.	4.173	6.532	7.620	11.249	15.422
Maximum hauteur.....	m.	3.099	3.404	3.429	3.708	3.861
largeur.....	m.	2.286	2.591	2.692	2.896	3.048
longueur.....	m.	8.737	9.753	10.363	11.976	16.231
Capacité eau.....	m ³	2.839	4.732	6.057	8.139	13.250
charbon.....	t.	1.225	1.860	2.720	3.855	4.627
bois.....	m ³	1.81	2.72	2.72	4.53	5.44
Rayon de courbe minimum.....		18 ^m	26 ^m	29 ^m	30 ^m	35 ^m
Poids minimum de rail.....	k.	9	13,5	16	25	27
Remorque sur niveau.....	t.	1.125	1.715	1.867	2.756	3.779
sur 1 %.....	t.	326	435	505	748	1.030
sur 2 %.....	t.	152	239	280	410	465
sur 3 %.....	t.	103	160	186	275	375
sur 5 %.....	t.	56	88	102	152	210
10 %.....	t.	19	30	35	52	72

(1) Chiffres donnés par le constructeur.

(A suivre).

NOTE

SUR

LES LOCOMOTIVES ARTICULÉES

Par Lionel WIENER.

(Suite et fin).

GROUPE II

LOCOMOTIVES SEMI-RIGIDES

Locomotives Mallet. — Les locomotives articulées ne sont pas sans avoir prêté à critique, dont la principale est un manque de stabilité latérale, particulièrement aux vitesses élevées. De plus, l'étanchéité de tuyaux flexibles, par où passe la vapeur à haute pression, dans certains types, est bien difficile à maintenir.

Ces deux défauts ont été évités dans la locomotive Mallet. En principe, celle-ci consiste en une locomotive ordinaire, reposant sur deux trains de roues moteurs.

Le train de roues arrière est fixé au châssis de la manière habituelle, et comporte un mécanisme de distribution et des cylindres en tous points pareils à ceux des locomotives rigides.

Le train de roues avant est réuni en un truck moteur du système Bissel, dont le centre de rotation est situé à peu près à hauteur des centres des cylindres du train arrière. Ce train de roues porte également un mécanisme complet, y compris les cylindres, qui sont mobiles par rapport à la chaudière.

L'avant de la chaudière, qui se déplace par rapport au truck *A*, est supporté par des appareils appropriés.

Nous n'avons pas dit, avec intention, que la locomotive était compound, parce que, quoique la grande majorité des locomotives Mallet soient des compound, ce qui permet de placer sur le truck *A* des cylindres à basse pression, et de ne faire circuler dans les tuyaux flexibles que de la vapeur à pression réduite, il n'est pas indispensable, en principe, qu'il en soit ainsi.

Il en est de même de la position des cylindres, qui sont le plus souvent à l'*A* de chaque train de roues, les cylindres à HP, se trouvant alors à l'*A* du train *R*, rigide, et fixés au châssis et à la chaudière, et recevant la vapeur du dôme situé immédiatement au-dessus.

La grande diversité de types de locomotives Mallet résulte de ce que cette locomotive est issue de la nécessité de satisfaire à deux conditions bien distinctes, à savoir :

- a) Locomotives devant satisfaire à des conditions de flexibilité ;
- b) Locomotives devant satisfaire à des conditions de puissance.

Les premières ont été étudiées, en premier lieu, pour les lignes militaires de Toul, à écartement de 0^m,60 (1). A l'époque de leur construction (vers 1888), trois essieux couplés paraissaient un maximum pour des lignes de ce genre, et la locomotive Mallet permettait de donner la souplesse nécessaire à des locomotives à 4 essieux moteurs et même davantage (2). Depuis, cette locomotive s'est propagée en Europe et sur les chemins de fer étrangers à voie étroite, pourvus de locomotives sortant de chez les constructeurs européens.

La seconde catégorie de locomotives Mallet a été étudiée afin de donner, aux voies normales, des locomotives dont le nombre d'essieux soit supérieur à 4 ou 5 sans développer, dans les organes du mouvement de distribution, des efforts trop considérables. Les nécessités de l'exploitation des chemins de fer européens n'ont pas souvent obligé les Compagnies à faire usage de cette solution, et la locomotive à quatre essieux moteurs, et plus récemment à cinq essieux couplés, avec dispositifs permettant un certain jeu, ont rempli leurs desiderata. Le Chemin de fer du Gothard a fait construire, vers 1890, une locomotive-tender Mallet à six essieux moteurs, pour le service de renfort en queue, et plus récemment, les chemins de fer de l'Etat Belge ont construit des locomotives analogues, en 1897, pour un service de renfort, sur la rampe d'Ans, et le Chemin de fer central Aragon pour ses trains de minerai, en 1902.

Ce n'est pourtant qu'exceptionnellement que ces locomotives ont été employées pour le service des grandes lignes européennes.

Il n'en a pas été de même en Amérique, où l'exploitation nécessite constamment des unités

(1) Il est intéressant de rappeler que le nom de Mallet est attaché non seulement aux locomotives plus spécialement désignées sous cette appellation, mais qu'il est l'auteur des premières locomotives compound.

Celles-ci, à deux cylindres de volume différent, furent construites vers 1877, par les Usines du Creusot (Schneider et C^{ie}), pour le chemin de fer à voie normale de Bayonne-Anglet-Biarritz. On sait le chemin que cette invention a fait depuis, et si la locomotive compound à deux cylindres n'est plus très employée aujourd'hui, il n'en est pas de même de celles à trois et surtout à quatre cylindres. Aussi est-il intéressant de rappeler les dimensions principales des deux types de compound du chemin de fer B.A.B. qui, pensons-nous, sont encore en service :

Type	0-4-2	0-6-0 (sans tender séparé)
Année	1877	1878
Cylindres		
diamètre.....m.	0.240	0.30
» BP.....m.	0.400	0.42
course.....m.	0.450	0.55
Roues		
diamètre.....m.	1.05	1.05
Chaudière		
timbre.....k.	10	
Empatement		
rigide.....m.		2.70
total.....m.	2.70	2.70
Poids		
à vide.....t.	15 T	20 T
en service.....t.	19 T	24 T
adhérent.....t.	15 T	24 T

(2) Ce résultat est obtenu aujourd'hui non seulement par des locomotives articulées ou semi-rigides, mais encore par des locomotives partiellement articulées.

Différents chemins de fer emploient des locomotives à 4 et même à 5 essieux couplés, sur des voies aussi étroites que 0^m,60, et la Hannoversche Maschinenbau a construit avec succès pour les chemins de fer de l'Etat, à Java, des locomotives tender à 6 essieux couplés à voie de 1^m,067. Il ne s'agit plus d'une expérience puisque la même maison en construit encore neuf pour le même chemin de fer qui les emploiera concurremment avec des Mallet 0-6 + 6-0.

plus puissantes. Le diamètre de la chaudière étant bientôt arrivé à occuper le gabarit de chargement, il a fallu accroître sa puissance en l'allongeant. Après avoir utilisé quatre, puis cinq essieux couplés, on s'est vu contraint d'employer six essieux moteurs, que l'on a groupés en deux trains de trois essieux couplés (locomotive du Baltimore and Ohio, en 1904, locomotive de l'American RR of Porto Rico, même année).

Du même coup, l'on s'est trouvé reporté en-deçà des limites précédemment atteintes en ce qui concernait les organes du mouvement de distribution et l'empatement des locomotives, aussi à la locomotive Mallet à trains de trois essieux couplés a succédé celle comportant des trains de quatre essieux couplés, sans compter les porteurs parfois employés. La longueur de plus en plus grande de la chaudière a eu pour corollaire l'apparition d'organes réchauffeurs et surchauffeurs, afin de suppléer, dans la mesure du possible, à la diminution d'efficacité de la partie extrême, à mesure de l'éloignement plus grand du foyer.

Comparée aux autres systèmes de locomotives articulées, la locomotive Mallet a les avantages suivants : elle possède une grande chaudière au lieu de deux petites, et la vapeur à HP y circule uniquement dans des conduites rigides. Le compoundage appliqué ici, comme à d'autres systèmes, diminue le patinage, les deux machines étant solidaires en ce qui concerne la vapeur. Si le train de roues utilisant la vapeur HP patine, le débit de vapeur dans le receiver sera plus grand que ce que peut utiliser le cylindre BP, et il se produira une contrepression arrêtant le patinage.

Si le train de roues utilisant la vapeur BP patine, la pression de vapeur dans le receiver sera réduite et le patinage s'arrêtera lorsqu'il y aura équilibre de pression. Si les deux trains de roues patinent en même temps (ce qui est exceptionnel), on arrêtera le patinage par les moyens habituels.

Comparée aux locomotives rigides, la Mallet permet d'employer des organes moins forts, les efforts étant divisés, et a un empatement rigide moindre.

Les inconvénients sont que l'inscription en courbe est moins parfaite que pour les locomotives articulées, par suite du déplacement excentrique de l'avant de la chaudière. Ceci peut aussi être un inconvénient pour atteler le matériel, particulièrement dans les aiguillages. Le train avant devant pouvoir prendre un mouvement latéral par rapport à la partie avant de la chaudière, celle-ci doit avoir son axe à une certaine hauteur, ce qui aura souvent des inconvénients pour les voies étroites. C'est pourquoi les locomotives articulées proprement dites se sont principalement développées sur ces voies, la locomotive semi-rigide étant surtout employée sur les voies larges.

A. Locomotives Mallet du premier type. — Les locomotives du premier type sont des locomotives employées surtout sur des lignes sinueuses, à voie étroite ou même normale, c'est-à-dire le plus souvent sur des lignes secondaires.

Afin d'utiliser le plus de poids possible pour l'adhérence, la locomotive porte ses approvisionnements dans la plupart des cas. Les soutes à eau sont latérales, celles à charbon ou à bois placées derrière la cabine.

Ces locomotives font le service des voyageurs ou des marchandises, souvent par trains mixtes. Elles sont utilisées également pour les exploitations forestières ou d'autres exploitations industrielles.

Nous avons réuni dans les tableaux I, K, L, les dimensions principales d'un certain nombre de locomotives Mallet récentes de cette catégorie, pour divers écartements.

TABLEAU I. — LOCOMOTIVES MALLET DE CONSTRUCTION EUROPÉENNE, POUR VOIES ÉTROITES.

Ecartement	0.600	0.600	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.760	0.760	0.760	0.760	0.765	0.800	0.900	0.954	0.950	0.950	0.950		
Chemin de fer	0.600	0.600	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.760	0.760	0.760	0.760	0.765	0.800	0.900	0.954	0.950	0.950	0.950		
Constructeur	Exposition	Java	Jakowleff	Queiros (Espagne)	Antivari (Monténégro)	État Serbe	Aljeh (Sumatra)	Steinbeis (Bosnie)	Steinbeis (Bosnie)	Steinbeis (Bosnie)	Steinbeis (Bosnie)	Brothaler Eis.	Monceau-Mines	Povoa Fimalicao (Portugal)	Sardaigne	Monteponi (Sardaigne)	Amandola Adriatica	Erythrée		
Année	Métallurgique Tubize	Henschel Cassel	Alsacienne Belfort	Alsacienne Mulhouse	Borsig Berlin	Henschel Cassel	Esslingen	Munich	Munich	Munich	Munich	Jung à Kirchen	Métallurgique Tubize	Henschel Cassel	Schwartzkopf Berlin	Borsig Berlin	Borsig Berlin	Maffei Munich		
Type	1889	1896-01	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1892	1910	
Type	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	2-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0
Cylindres	diamètre . . . m.	0.187	0.210	0.210	0.230	0.240	0.275	0.210	0.260	0.210	0.260	0.250	0.230	0.270	0.260	0.250	0.290	0.265		
Roues	diamètre . . . m.	0.280	0.320	0.320	0.360	0.370	0.420	0.340	0.520	0.340	0.520	0.380	0.350	0.420	0.395	0.375	0.450	0.430		
Empatement	course . . . m.	0.260	0.320	0.320	0.400	0.400	0.450	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.360	0.450	0.440	0.380	0.420	0.500		
Chaudière	diamètre . . . m.	0.600	0.700	0.700	0.800	0.800	0.875	0.750	0.750	0.750	0.750	0.800	0.800	0.900	0.900	0.800	0.900	0.900		
Tubes	diamètre . . . m.	0.850	1.200	1.000	1.000	1.150	1.150	1.200	1.620	1.200	1.620	1.100	1.400	1.400	1.150	1.100	1.400	1.400		
Surface de Chauffage	moteur . . . m.	2.800	3.800	3.400	3.400	4.000	4.000	3.900	4.930	3.900	4.930	3.850	3.750	4.700	4.200	3.800	4.700	4.700		
	total . . . m.	2.800	3.800	3.400	3.400	4.000	4.000	3.900	4.930	3.900	4.930	3.850	3.750	4.700	4.200	3.800	4.700	4.700		
Surface de Poids	centre . . . m.	1.300	1.600	1.550	1.550	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600		
	diamètre . . . m.	0.900 moy	0.900 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy	0.800 moy		
Franchit	timbre . . . k.	12	12	12	12	14	12 atm	12 atm	14 atm	12 atm	14 atm	12 atm	12	15	14	12	12	12 atm		
	nombre	86	86	90	90	90	90	90	90	90	90	90	114	114	114	116	116	116		
Effort de Maximum	diamètre . . . m.	0.041 int	0.041 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int	0.035 int			
	longueur . . . m.	3.200	3.200	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530	2.530			
Capacité	foyer . . . m ²	4.20	4.20	2.91	2.91	2.91	2.91	2.91	6.31	4.71	6.31	3.91	3.91	4.52	4.6	4.6	4.6			
	tubes . . . m ²	36.32	36.32	25.047	25.047	25.047	25.047	25.047	50.55	34.50	50.55	35.42	35.42	51.36	50.2	56.1	56.1			
Figures	totale . . . m ²	40.52	40.52	27.957	27.957	27.957	27.957	27.957	56.86	39.21	56.86	39.33	39.33	55.88	54.8	60.7	60.7			
	grille . . . m ²	0.42	0.76	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	1.7	1.3	1.7	0.93	0.93	1.23	1.13	1.1016	1.213			
Figures	à vide . . . t.	9	13.6	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	24	15.3	24	18.12	18.12	29	24.820	21	24			
	en service . . t.	10	15.2	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	32	21.3	32	21.42	21.42	36	31.400	27	32			
Figures	adhérent . . . t.	10	15.2	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	32	21.3	32	21.42	21.42	36	31.400	27	32			
	rampes %	20	20	20	20	20	20	20	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	5.340 (0.5%)	3	3	3			
Figures	courbes R = m	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	50	50	50	50	25	5.920	50	60	70			
	traction . . . k.	17.18	17.18	17.18	17.18	17.18	17.18	17.18	5.270	3.500	5.270	2.857	2.857	5.920	3.600	4.700	4.850			
Figures	hauteur . . . m.	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300	3.430	3.450	3.430	3.430	3.430	3.430	3.200	3.450	3.650			
	longueur . . . m.	1.900	1.900	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	9.290	7.990	9.290	7.904	7.904	7.550	7.550	8.740	8.970			
Figures	largeur . . . m.	tender	tender	tender	tender	tender	tender	tender	2.220	2.255	2.220	2.050	2.050	2.050	2.500	2.120	2.500			
	eau . . . m ³	1.420	1.420	1.750	1.750	1.750	1.750	1.750	3.4	2.3	3.4	1.9	1.9	3.0	4	4	3.0			
Figures	charbon . . . t.	0.520	0.520	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550	0.7	0.6	0.7	0.5	0.5	1.3 m.	1. T	2	1.0			
	bois . . . m ³	1	1	1	1	1	1	1	3,5	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5			
Figures	autres	40	40	41	41	41	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42			

(1) La longueur de ces locomotives est comptée sans les tampons.

Fig. 40. — LOCOMOTIVE MALLET DE L'EXPOSITION DE 1889. — VOIE DECAUVILLE DE 0^m,60.

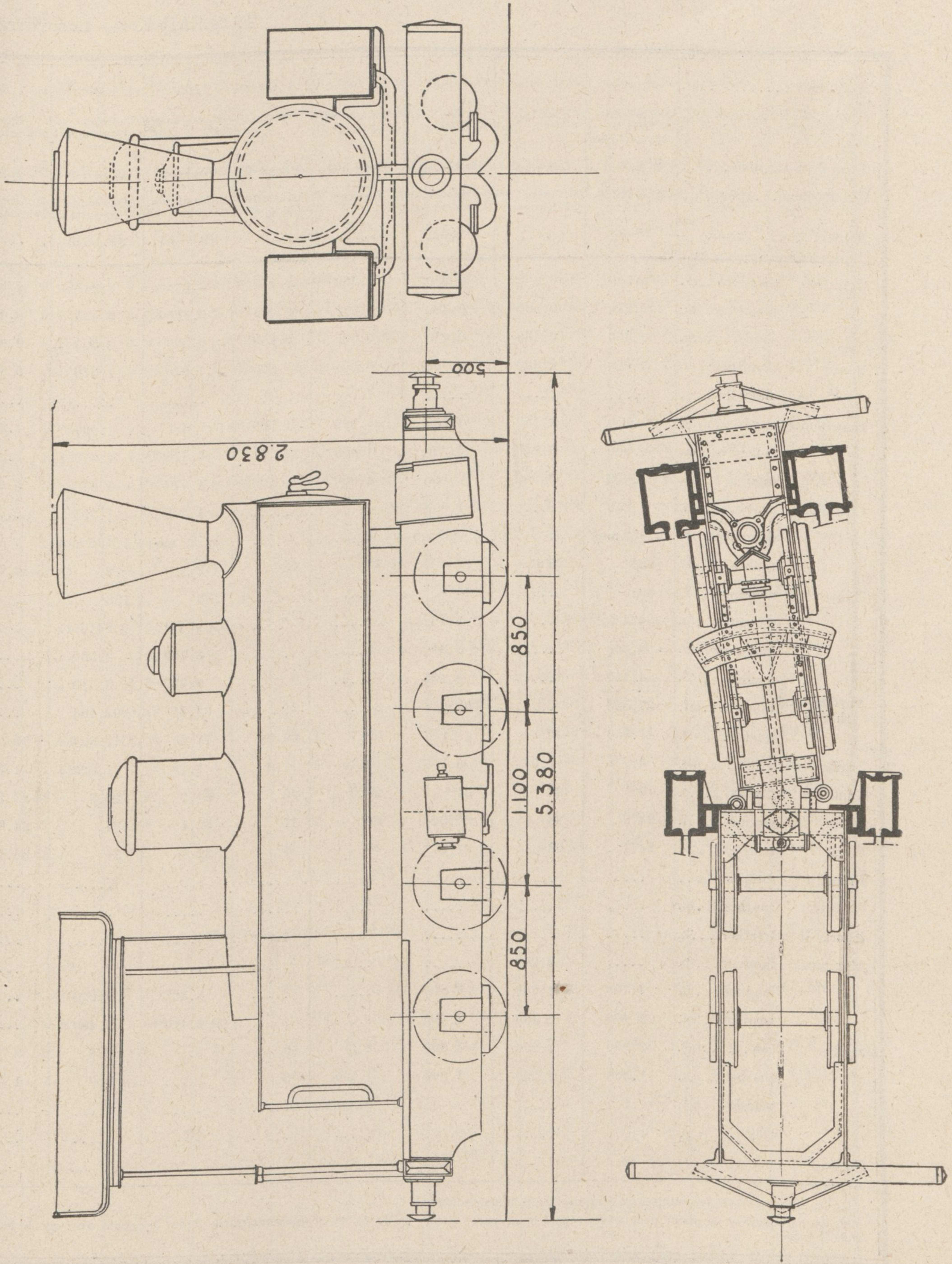


TABLEAU K. — LOCOMOTIVES TENDER DE

Ecartement.....m.	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
Chemin de fer.....	Départementaux et Economiques	Usambara	Zell à Todtnau	Daressalam Mrogoro (O A)	Togo	Madagascar	Départementaux (Corse)	Ruhr Lippe	Ouest	
Type de locomotive.....	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+0-4	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	
Constructeur.....	Alsacienne Belfort	Jung à Kirchen	Alsacienne Grafenstaden	Henschel	Orenstein Koppel	Alsacienne Belfort	Alsacienne Belfort	Hohenzollern Dusseldorf	Alsacienne Belfort	
Année.....	88-93	.....	1896	.....	.....	1909-13	92-1906	.....	1895	
Cylindres	diamètre ..m.	0.380	0.250	0.250	0.260	0.270	0.280	0.280	0.280	0.300
	diamètre ..m.	0.250	0.380	0.380	0.500	0.425	0.425	0.425	0.420	0.460
	course ..m.	0.460	0.400	0.450	0.500	0.450	0.500	0.500	0.450	0.500
Roues	diamètre ..m.	0.900	0.820	0.906	0.950	1.000	1.010	1.010	0.950	1.010
	diamètre ..m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Empatement rigide.....m.	1.150	1.150	1.150	1.500	1.500	1.400	1.400	1.800	1.700	
	moteur ..m.	4.000	3.950	4.000	4.850	4.700	4.670	4.670	5.000	5.270
	total ..m.	4.000	3.950	4.000	4.800	4.700	4.670	4.670	5.000	5.270
Chaudière	centre.....m.	1.650	.....	1.653	.....	.....	1.755	1.735	.....	1.755
	diamètre ..m.	0.922 moy	.....	0.922 moy	.....	.....	1.100 moy	1.100 moy	.....	1.100 moy
	timbre.....k.	12	12 at.	12	12	12	12	12	12.5 at.	12
Tubes	nombre.....	89	.....	89	.....	.....	136	136	.....	124
	diamètre.....m.	0.041 Int	.....	0.041 Int.	.....	.....	0.041 Int.	0.041 int.	.....	0.041 int.
	longueur ..m.	3.300	.....	3.300	.....	.....	3.700	3.550	.....	3.700
Surface de chauffe	foyer.....m ² .	4.122	.....	4.122	.....	.....	6.45	5.710	.....	5.785
	tubes.....m ² .	37.828	.....	37.828	.....	.....	64.81	62.184	.....	59.200
	totale.....m ² .	41.950	43.24	41.950	53.7	60.6	71.26	67.894	76	64.985
Surface de grille.....m ² .	0.755	1.04	0.755	1.15	1.0	1.19	1.022	1.3	.....	1.022
Poids à vide.....t.	19	22	21	23.5	25	27.7	26.8	27.5	.....	27.7
Poids en service.....t.	24.7	28	27.97	30	31	32.1	34	34.6	.....	36
Poids adhérent. .t.	24.7	28	27.97	30	31	32.1	34	34.6	.....	36
Franchit rampes %...	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	courbes R.m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Effort de traction....k.	.....	.....	.....	.....	4.000	.....	.....	.....	.....	.....
Maximum	hauteur ..m.	.....	3.600	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	longueur ..m.	7.700	(1) 7.740	7.860	.....	.....	8.435	9.020	.....	9.530
	largeur ..m.	2.400	2.456	2.400	.....	.....	(2) 2.410	2.400	.....	2.420
Soutes	eau.....m ³ .	2.900	3.200	4.000	2.5	3	4.	3.8	3	4
	charbon....t.	1.300	2.500	1.000	1.1 m.	3	.....	1.0	1.3	1
	pétrole ..m ³.	.....	.....	.....	0.4 mètr.	.....	.....	.....	.....	.....
	bois.....	.....	.....	.....	.....	.....	3 T.	.....	.....	.....
Figures	.....	43	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

(1) La longueur de ces locomotives est comptée, tampons non compris.

(2) Cette locomotive est munie d'un tender séparé et ne porte qu'une partie de ses approvisionnements d'eau, le restant ainsi que le bois, se trouvant dans le tender.

CONSTRUCTION EUROPÉENNE POUR VOIES DE 1^m.

1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.055
Harzouer Brocken	Bône Guelma	Neu- Brandebourg	Paris Orléans	Etat Portugais	Rhétique	Rhétique	Dépar- tementaux	Ostafrika Zentral	Dépar- tementaux	Nordhausen Werniger- oder	Etat Algérien
0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-0	0-4+4-2	2-4+4-0	2-4+4-0	0-6+6-0	0-6+6-0	0-6+6-0
Jung. à Kirchen	Batignolles	Jung à Kirchen	Métallurgique Tubize	Henschel Cassel	Maffei Munich	Winterthur	Alsacienne Belfort	Henschel Cassel	Winterthur	Orenstein Koppel	Alsacienne Belfort
.....	.....	.....	.....	.....	1891	.....	1908	.....	1901	.....	1909
0.285	0.300	0.300	0.300	0.320	0.330	0.315	0.280	0.290	0.310	0.380	0.350
0.425	0.460	0.460	0.460	0.480	0.550	0.550	0.425	0.445	0.550	0.600	0.530
0.500	0.500	0.550	0.460	0.550	0.550	0.550	0.500	0.500	0.550	0.500	0.500
1.000	1.010	1.100	0.900	1.100	1.050	1.050	1.030	0.950	1.010	1.000	1.010
.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.740	0.730	0.680	.....	.....	.....
1.400	1.700	1.700	.....	1.400	1.600	1.600	1.400	1.500	2.200	2.200	2.350
4.600	5.270	5.400	4.300	5.200	5.200	.....	4.700	.....	6.400	6.200	6.600
4.600	5.270	5.400	4.300	5.200	5.200	6.800	6.520	6.600	6.400	6.200	6.600
.....	1.755	.....	.....	.....	.....	.....	2.000	2.050	.....	.....	2.195
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1.120 moy	1.022 moy	.....	.....	1.210 moy
12 at.	12	12 at.	14	12	12 at.	14 at.	13	14	14 at.	12	12
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	134	127	.....	.....	173
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.041	0.0444	.....	.....	0.040
.....	.....	.....	.....	.....	.....	a....	3.550	4.000	.....	.....	3.800
.....	6.11	.....	6.000	.....	5.98	.....	5.50	5.86	.....	.....	8.10
.....	56.82	.....	64.00	.....	68	.....	61.27	62.30	.....	.....	82.57
64.628	62.93	71.64	70.00	82	74.98	80	66.77	68.16	85.3	123.15	90.67
1.2	1.0188	1.51	1.57	1.37	1.44	1.3	1.19	1.33	1.5	1.90	1.92
28	30.62	33.8	33.5	34.4	32.4	38	30.650	29.8	36	43.8	40.75
36	40.04	43.1	40.3	42	40.5	4	38	42.08	44.2	55	52.35
36	40.04	43.1	40.3	42	40.5	.....	32	37.53	44.2	55	52.35
.....	.....	.....	.....	.....	4.5 %	4.5 %	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	40	.....	100	100	.....	.....	.....	.....	.....
.....	5.100	.....	6.400	6.000	6.000	6.200	.....	6.500	.....	8.430	.....
3.498	4.060	3.775	.....	.....	3.675	.....	.....	.....	.....	.....	.....
7.795 (1)	.....	8.900 (1)	9.150	.....	10.117	.....	9.540	.....	.....	.....	11.100
2.600	9.410	2.800	2.450	.....	2.678	.....	2.400	.....	.....	.....	2.600
4.2	4.280	5	3	3.5	3.4	3.4	3.4	8	4	6	6.5
1.6	1.520	1	1.2	1.3	1	1	1	3.5	1	2	1.6
.....
.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	44	45	.....	.....	46

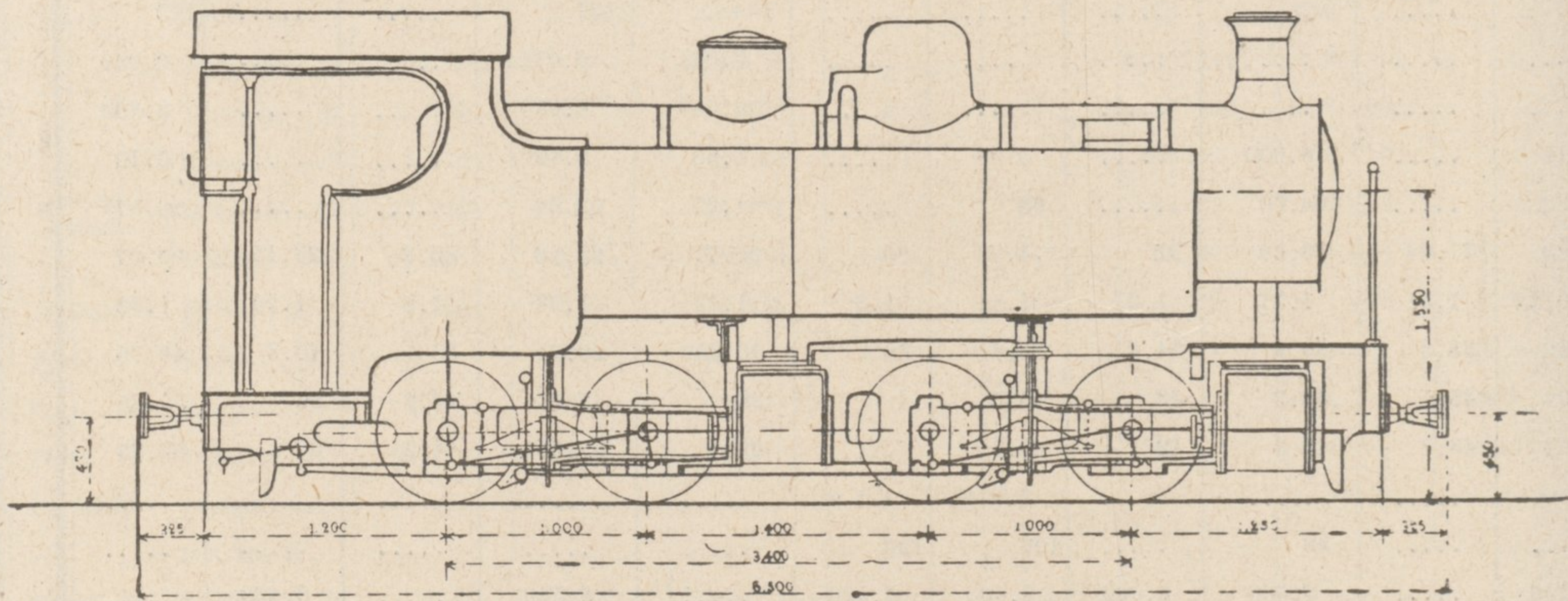
Toutes sont compound, les cylindres HP à l'avant du train *A*, et les cylindres BP, à l'*A* du train *A*.

Le type le plus habituel est 0-4-4-0, quel que soit d'ailleurs l'écartement de la voie. Dans deux cas cités, seulement, l'on a eu recours à un essieu porteur, à l'avant ou sous les approvisionnements. Lorsqu'il a fallu plus de puissance, c'est au type 0-6-6-0 que l'on a eu recours (Chemin de fer de Steinbeis, et celui de Norhausen).

C'est en Belgique que furent construites, aux Ateliers Métallurgiques (à Tubize) en 1887, les premières locomotives Mallet (Fig. 40). Elles étaient destinées aux voies Decauville à 0^m,60 d'écartement et furent essayées sur les lignes militaires de la place de Toul, concurremment avec les locomotives Péchot-Bourdon décrites précédemment. Employées ensuite à Laon, où la rampe atteignait 6,5% et les rayons de courbes descendaient à 27 m. elles firent le service de l'exposition de 1889 et furent, depuis, construites pour de nombreuses voies de 0^m,60. La locomotive de Java, citée, est pourvue d'un tender séparé.

Il n'a guère été introduit de modifications de principes dans les locomotives Mallet, construites pour voies étroites, depuis cette époque. Toutefois, elles ont subi la loi d'accroissement de puissance qui s'est manifestée sur tous les chemins de fer. Si à l'origine, les locomotives Mallet construites pour voie de 0^m,75 ne pesaient qu'une quinzaine de tonnes, l'économie des chemins de fer fait préconiser aujourd'hui des Mallet de 30 tonnes pour un service analogue.

Fig. 41. — LOCOMOTIVE TENDER 0-4 + 4-0 MINES DE QUEIROS (ESPAGNE) VOIE DE 0^m,75, CONSTRUITE PAR LA SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES (MULHOUSE).



On a adopté dans presque tous les cas des locomotives 0-4+4-0 sans essieu porteur, ce qui se justifie parfaitement par la flexibilité et la construction de la locomotive. La locomotive 0-6+6-0 citée est due à ce qu'il fallait une locomotive plus puissante et que le profil des rails ne permettait pas de dépasser 5 1/4 T par essieu.

D'une façon générale, le diamètre des roues est à peu de chose près égal à l'écartement de la voie, loi qui n'est pas, étant donné le service demandé à ces locomotives, aussi empirique qu'elle le paraît de prime abord. L'écartement des essieux parallèles et extrêmes en est un corollaire.

Les chaudières sont presque uniformément timbrées à 12 atmosphères. On a rarement atteint 14, et 15 est un maximum que l'on ne rencontre que sur une ligne portugaise.

TABLEAU L. — LOCOMOTIVES-TENDER DE CONSTRUCTION EUROPÉENNE, POUR VOIE DE 1,435

Chemin de fer.....	Soc. Naz. Ferr. Tr. Borsig Berlin	Avricourt-Blaumont Cirey Henschel Cassel	Pyrénées-Orientales Henschel Cassel	Etat Bavière Maffei Munich	Mosell Bahn Hohenzollern Dusseldorf	Halle Hettstedt Vulcan Stettin	Iseo Edolo Borsig Berlin	Central Suisse Maffei Munich	Central Suisse Maffei Munich	Nazionale Rome Borsig Berlin	Suddeutcher Eis. Alsacienne Grafenstaden
Type de locomotive.....	0.290	0.280	0.280	0.310	0.350	0.360	0.380	0.355	0.350	0.380	0.300
Cylindres diamètre.....m.	0.450	0.440	0.440	0.490	0.530	0.560	0.590	0.550	0.540	0.590	0.460
diamètre.....m.	0.500	0.550	0.550	0.530	1.250	0.550	0.500	0.640	0.610	0.500	0.550
course.....m.	1.000	1.100	1.100	1.000	.....	1.100	1.150	1.280	1.200	1.100	1.080
Roues diamètre.....m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
diamètre.....m.	1.500	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.450	1.900	1.680	1.450	1.700
Empattement rigide.....m.	5.000	5.200	5.200	5.200	5.450	5.400	5.000	6.200	5.580	5.000	5.400
moteur.....m.	.....	5.200	5.200	5.300	5.450	5.400	5.000	6.200	5.580	5.000	5.400
total.....m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Chaudière centre.....m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
diamètre.....m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
timbre.....k.	12	14	14	12 at	12 at	14 at	12	12 at	14 at	12	12
Tubes nombre.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
diamètre.....m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
longueur.....m ²	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Surface de foyer.....m ²	.....	.....	.....	5.4	.....	.....	.....	7.9	7.26	.....	6.55
tubes.....m ²	.....	.....	.....	63.7	.....	.....	.....	101.1	99.18	.....	65.09
chauffe totale.....m ²	70	64.8	72.4	69.1	85.5	88.87	110	109	106.44	109.5	71.64
Surface de grille.....m ²	1.2	1.35	1.35	1.35	1.50	1.5	2	1.82	1.65	1.98	1.51
Poids à vide.....t.	28.5	32.600	32.250	32.500	38.000	40.700	48	48.000	43.500	40.600	34.100
service.....t.	36	41.000	40.600	42.500	48.000	51.500	59	59.500	58.500	52.000	43.550
adhérent.....t.	36	41.000	40.600	42.500	48.000	51.500	59	59.500	58.500	52.000	43.500
Franchit rampes.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	3 %	3 %	.....	.....
courbes.. R = m.	.....	.....	.....	100	.....	.....	.....	180	180	.....	.....
Effort traction.....t.	5.300	6.100	6.100	6.100	6.800	6.590	7.500	6.800	7.500	.....	.....
Maximum hauteur.....m.	.....	.....	.....	3.860	.....	4.200	.....	4.240	4.240	.....	.....
longueur.....m.	.....	.....	.....	10.010	.....	10.472	.....	11.717	10.400	.....	10.000
largeur.....m.	.....	.....	.....	3.100	.....	2.980	.....	3.020	3.090	.....	2.800
Capacité eau.....m ³	3.5	4	4	4.300	6	6	5.5	5	7.2	5	5
charbon.....t.	1.2	2 m. c.	2 m. c.	1.300	1.5	2	1.6	2	3.3	1.6	1
Figure.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	47

(1) Societa Nazionale Ferrovie e Tramvie, de Rome. L'écartement est de 1^m,445.

Quelques locomotives ont été pourvues de tenders à 2 essieux : celle de Java, celle du Chemin de fer de Jakowleff (construite à 4 exemplaires, et dont le tender pèse 4 T. 5 vide, et 8 T. 1 en service). Mais, de façon générale, l'on a préféré faire porter les approvisionnements par la locomotive, quoique leur poids soit variable. Ceci est logique : ces locomotives étant de faible puissance, le poids mort d'un tender est relativement considérable, et notablement plus grand que celui de soutes à combustible et à eau.

Le combustible usuel est naturellement le charbon quoique certaines locomotives, notamment celles du Chemin de fer de Jakowleff et Steinbeis, brûlent du bois. Ces dernières sont destinées à desservir une exploitation industrielle de forêts.

Les locomotives à voies métriques — car il n'y a pas lieu de distinguer les locomotives à écartement de 1^m,05 ou de 1^m,067 de celles à écartement de 1 m. ont été le plus souvent construites en séries d'après des types établis par diverses usines.

Il y a une variété plus grande de puissance, due elle-même à ce que les voies métriques sont utilisées et pour des lignes locales, et pour les lignes principales alors que des circonstances spéciales ont fait préférer le choix de cet écartement à celui de la voie normale.

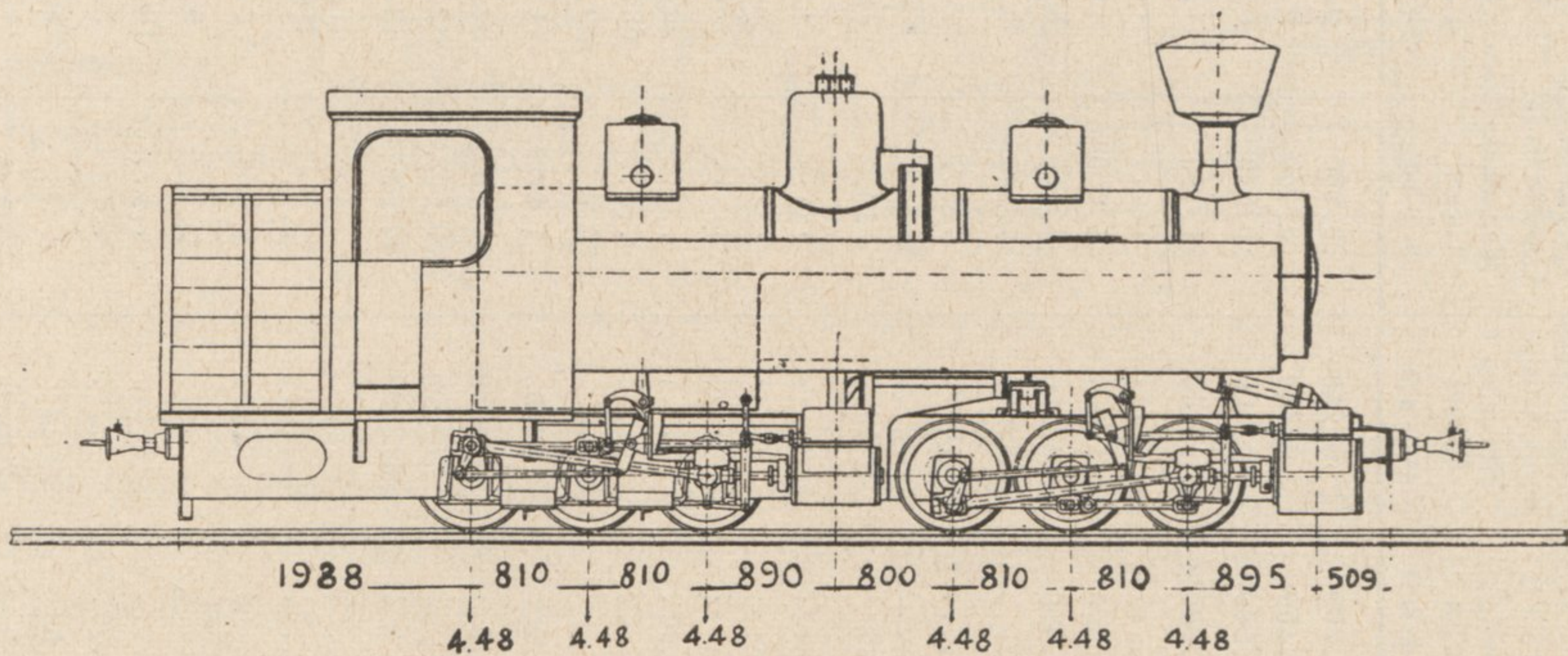
Le type le plus fréquent est encore le type 0-4 + 4-0 ; on a parfois ajouté un essieu porteur à l'avant ou à l'arrière et, lorsqu'il a fallu plus de puissance, l'on a eu recours au type 0-6 + 6-0.

La pression de la chaudière est encore de 12 atmosphères allant exceptionnellement jusque 14.

Le diamètre des roues étant presque toujours petit (1 m. avec 10 % de variation en plus ou en moins) on a pu maintenir le centre de la chaudière assez bas. Le poids par essieu varie de 6 T. 1/4 à 10 1/4.

Nous citons dans le tableau K, quatre types de locomotives Mallet des Chemins de fer Départementaux, dont deux du type 0-4 + 4-0 de puissances diverses, l'un de type analogue avec essieu porteur à l'avant, et l'un du type 0-6 + 6-0.

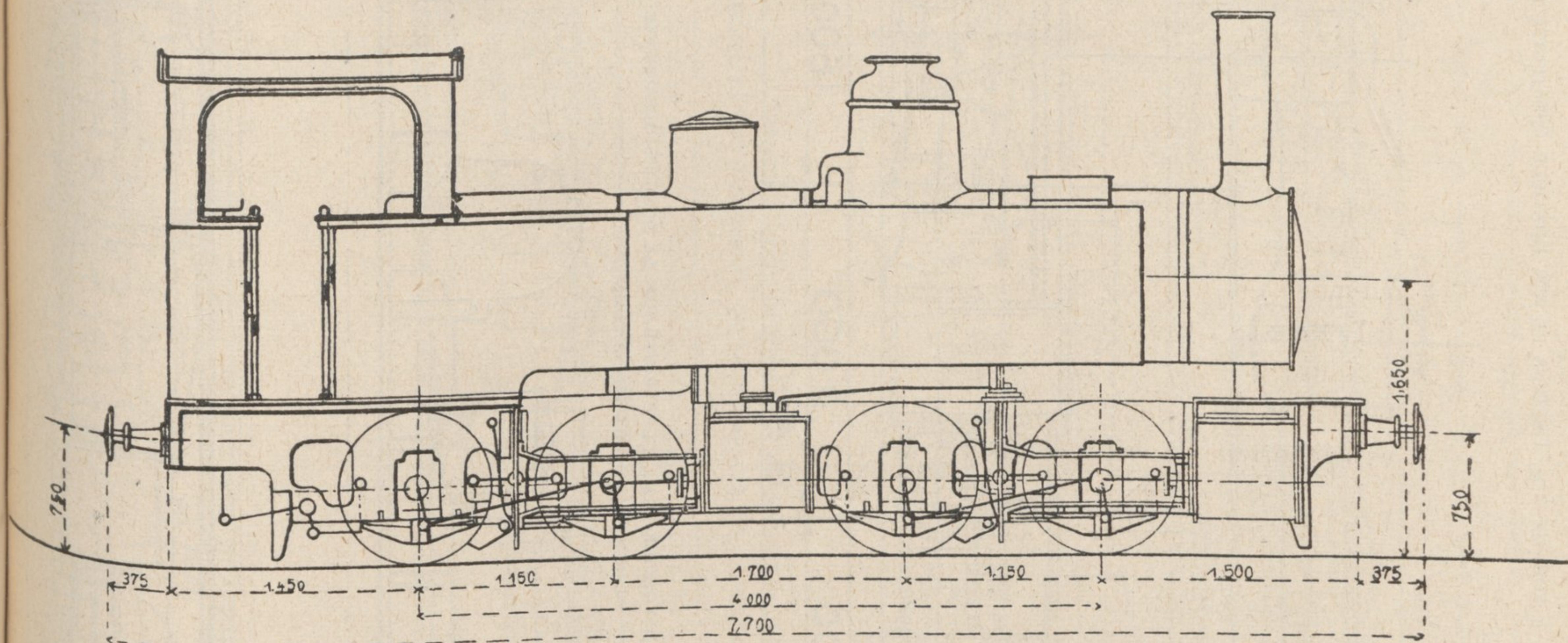
Fig. 42. — LOCOMOTIVE TENDER MALLET 0-6 + 6-0 COMPAGNIE STEINBEIS (BOSNIE) VOIE DE 0^m,76, CONSTRUITE PAR MAPPEL.



Les locomotives 0-4 + 4-0 de 24 T. en service datent de 1888. La première (qui est aussi la première locomotive Mallet à voie de 1 m.) circula sur la ligne de Montereau à Souppes. La Société Alsacienne de Constructions Mécaniques en construisit une douzaine tant pour les Départementaux que pour les Chemins de fer Economiques (Fig. 43). Le même type a été répété pour le Chemin de fer de Zell à Todtnau et n'en diffère guère que par un raccourcissement insignifiant de la course du piston et un accroissement des approvisionnements.

Le type de 34 T. fut créé pour le réseau de la Corse, en 1892 et répété en 1893, 1895 et 1906. Les mêmes ateliers construisirent des locomotives identiques pour le Chemin de fer d'Yverdon-Sainte-Croix (en 1893) pour la ligne de Luxembourg-Echternach, (en 1903) pour le Chemin de fer du Sud de la France, (une vingtaine de 1891 à 1900) pour le Chemin de fer de Bone-Guelma. La locomotive de Madagascar est très analogue et n'en diffère à vrai dire, que par des modifications de la chaudière. Le combustible étant le bois, ne peut être porté en quantité suffisante dans les soutes, aussi a-t-il fallu le placer dans un tender séparé. Toutefois, on a conservé des soutes à eau latérales d'une capacité de 1.920 litres, le restant soit 2.100 litres se trouvant dans le tender. Celui-ci est à deux essieux de 1^m,800 d'empatement et pèse 5 T. 4 vide et 10 T. 5 en service. Sa longueur n'est que de 4^m,435 hors tout. Le diamètre des roues est de 0^m,810.

Fig. 43. — LOCOMOTIVE MALLET A VOIE DE 1 M., CONSTRUITE PAR LA SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, CHEMINS DE FER DÉPARTEMENTAUX, ÉCONOMIQUES, ETC.



La plupart des lignes citées sont des chemins de fer secondaires ou des lignes de montagne, qui, ne se trouvant pas sur le parcours des grands courants de trafic, en ont le caractère. Aussi ces locomotives ne diffèrent pas sensiblement des locomotives métriques que nous venons de citer.

Type usuel 0-4 + 4-0; diamètre de roues de 1 m. à 1^m,25; timbre de chaudière de 12 à 14 kilos. Le poids par essieu est de 10 à 12 T. à l'exception des locomotives du Central Suisse et du Chemin de fer Nazionale de Rome, sur lesquelles nous reviendrons.

Tout comme les précédentes ces locomotives ont donc été construites en séries que l'on rencontre disséminées sur nombre de lignes situées en différents pays. Les locomotives de la Société Nazionale, par exemple, sont utilisées sur divers chemins de fer. Un type analogue de 35 T. en service se rencontre sur les Ferrovie Apennino Centrale et sur les F. Arezzo-Zossaco et ne diffère guère, hormis les modifications forcément entraînées par une différence d'écartement, de celles du Chemin de fer d'Amandola à l'Adriatique.

La locomotive du Central Suisse (aujourd'hui incorporé dans le réseau des Chemins de fer Fédéraux) est avec celle du Chemin de fer du Gothard, la première construite pour voie

Fig. 44. — LOCOMOTIVE MALLET TENDER 0-4 + 4-2 A VOIE DE 1 M. CHEMINS DE FER RHÉTIQUE CONSTRUITE PAR LES ATELIERS DE WINTERTHUR.

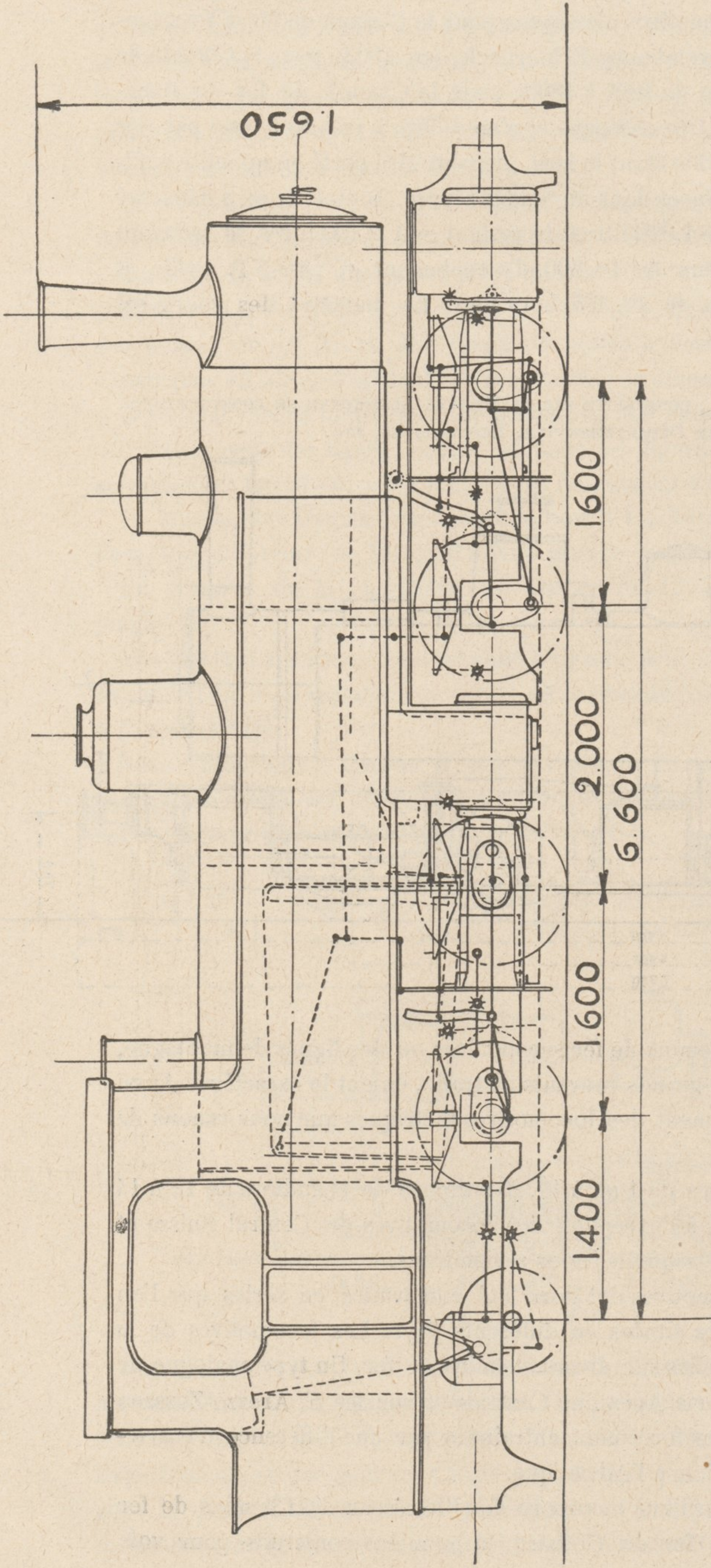
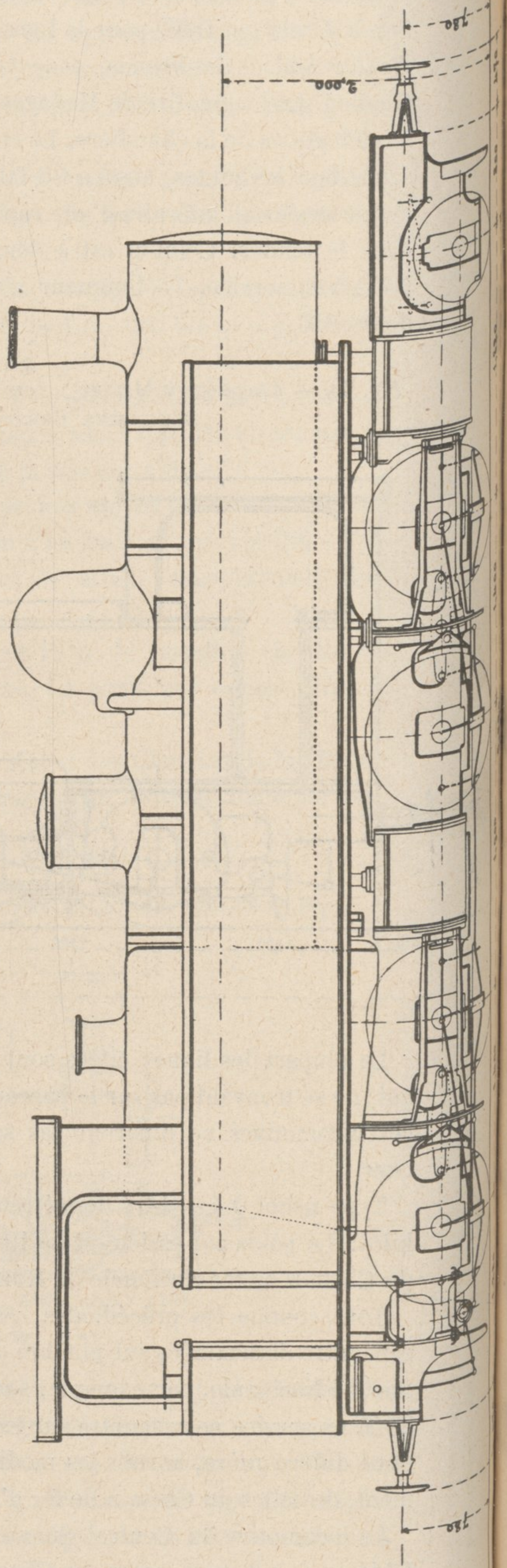


Fig. 45. — LOCOMOTIVE TENDER MALLET 2-4 + 4-0 POUR VOIE DE 1 M., CONSTRUITE PAR LA SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES A BELFORT, CHEMINS DE FER DÉPARTEMENTAUX.



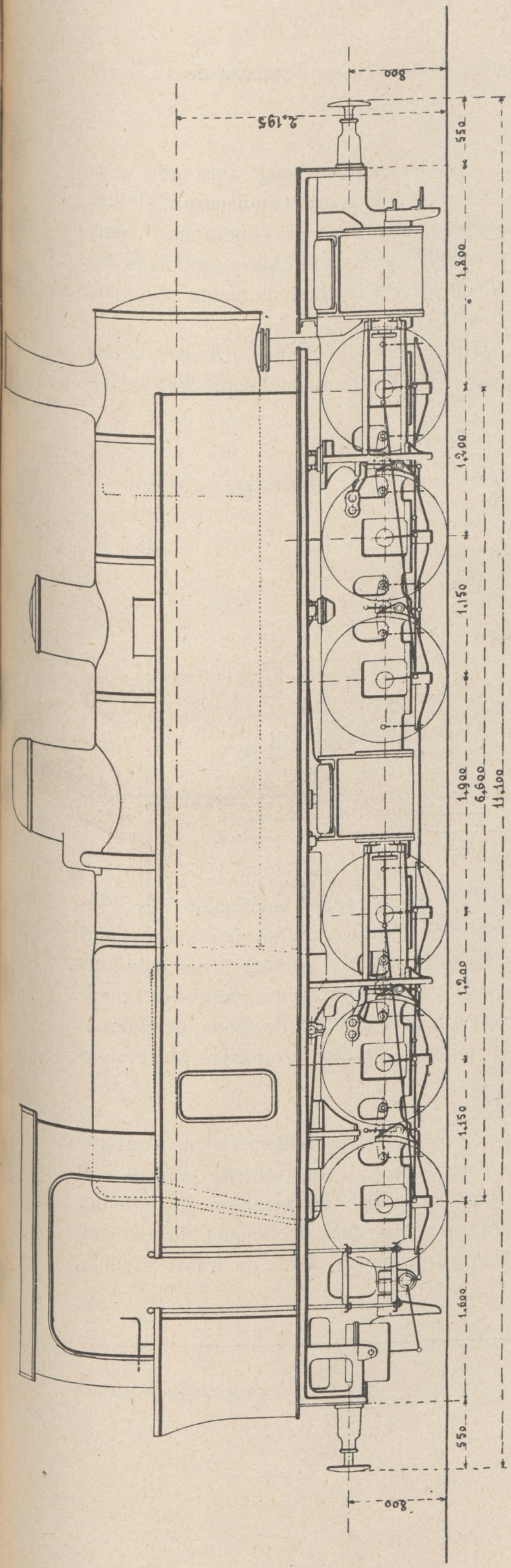


Fig. 47. — LOCOMOTIVE TENDER MALLET 0-4 — 4-0 A VOIE DE 1^m,435, CONSTRUITE PAR LA SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES SUD DEUTSCHER EISENBAHN GES.

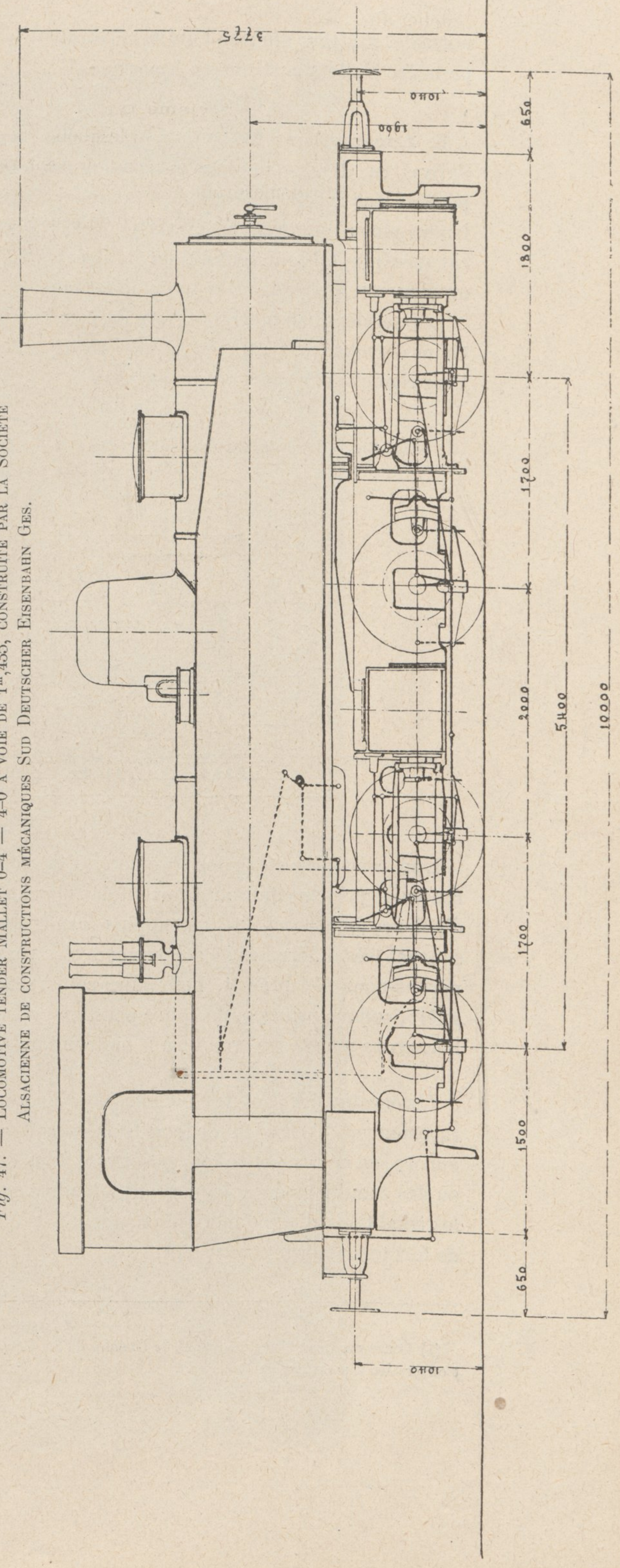


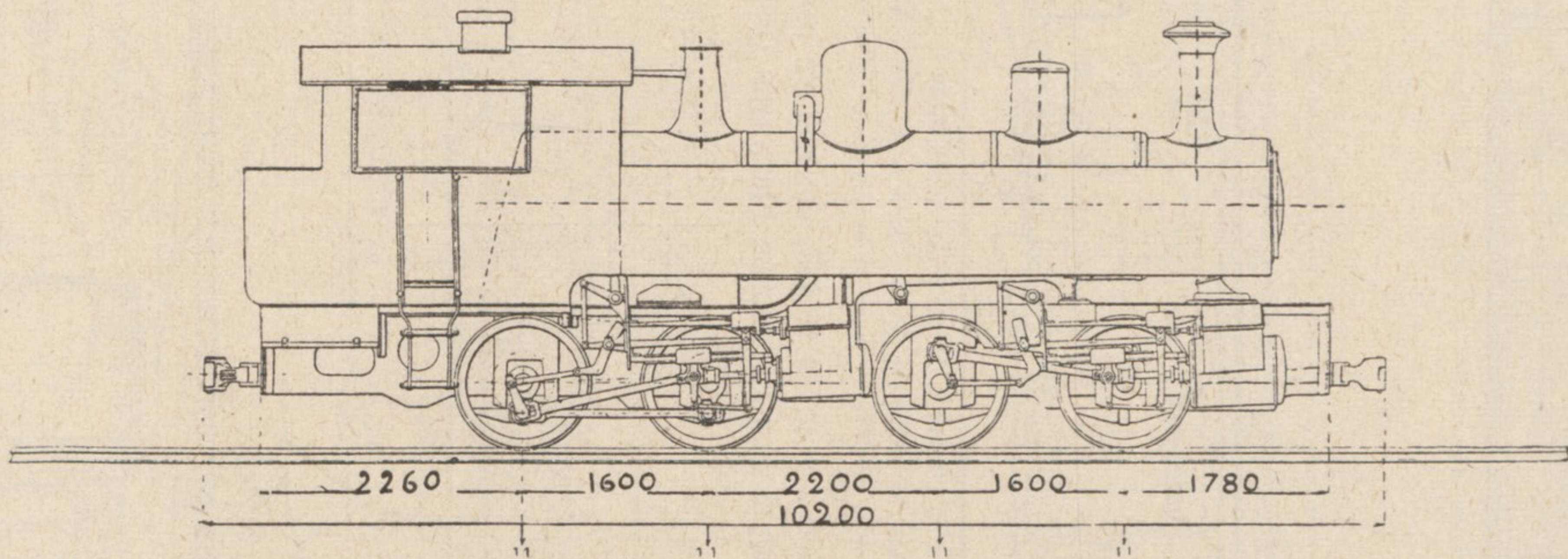
Fig. 48. — LOCOMOTIVE MALLET 0-4 — 4-0 A VOIE DE 1^m,435, CONSTRUITE PAR LA SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES SUD DEUTSCHER EISENBAHN GES.

normale. L'atelier allemand qui la construisit — Maffei, de Munich — devançait de 14 ans la première Mallet construite en Amérique (1).

B. Locomotives Mallet du deuxième type. — Ces locomotives sont, ainsi que nous l'avons vu, des locomotives puissantes, dans lesquelles l'on a eu recours au dispositif Mallet, pour ne pas devoir démesurément allonger l'empatement rigide. Dans ces conditions, il leur faudra plus d'approvisionnements que n'en peuvent porter les locomotives-tender, sauf dans des cas spéciaux, tels que renfort, sur de courtes rampes, ou service régulier de pleine voie, sur un parcours relativement réduit et déterminé.

Les services habituels sont ceux de marchandises et les services de renfort. Le service des trains de voyageurs est exceptionnel, ceux-ci étant rarement d'un tonnage tel que les locomotives rigides ne les puissent remorquer.

Fig. 49. — LOCOMOTIVE TENDER MALLET 0-4 + 4-0. CHEMIN DE FER NIPPON (JAPON) VOIE DE 1^m,067, CONSTRUITE PAR MAFFEI MUNICH.



L'on rencontre entre les locomotives de construction européenne et américaine, des différences de principe qui se retrouvent dans les locomotives Mallet. Les Mallet américaines sont d'ailleurs de puissance tellement plus grande que leur construction a conduit à des solutions souvent très différentes de celles employées par les constructeurs européens, aussi les examinerons-nous séparément. Les Mallet pour voies étroites appartenant à cette classe, ne diffèrent guère, comme principe, de celles pour voie normale, aussi ne les séparerons-nous pas, et nous bornerons-nous à les grouper à la suite des autres.

Locomotives Mallet de construction Européenne. — Les constructeurs européens n'ont que rarement eu l'occasion de construire des locomotives Mallet de très grande puissance et encore, en ce cas, est-ce le plus souvent pour des chemins de fer d'outremer ou des colonies où des conditions économiques ont fait admettre des lignes à sujétions techniques dures et où les conditions d'exploitation demandent à ce que l'on y effectue le moins de trains possible, de fort tonnage par conséquent.

(1) Outre ces deux types de Mallet, le Chemin de fer Central Suisse fait construire des Mallet à tender séparé dont on trouvera les dimensions au tableau O.

Fig. 48. — LOCOMOTIVE TENDER MALLET 0-6+6-0 A VOIE DE 1 M. CHEMINS DE FER BÔNE GUELMA,
CONSTRUITE PAR LA SOCIÉTÉ BERLINOISE DE CONSTRUCTION DE LOCOMOTIVES.

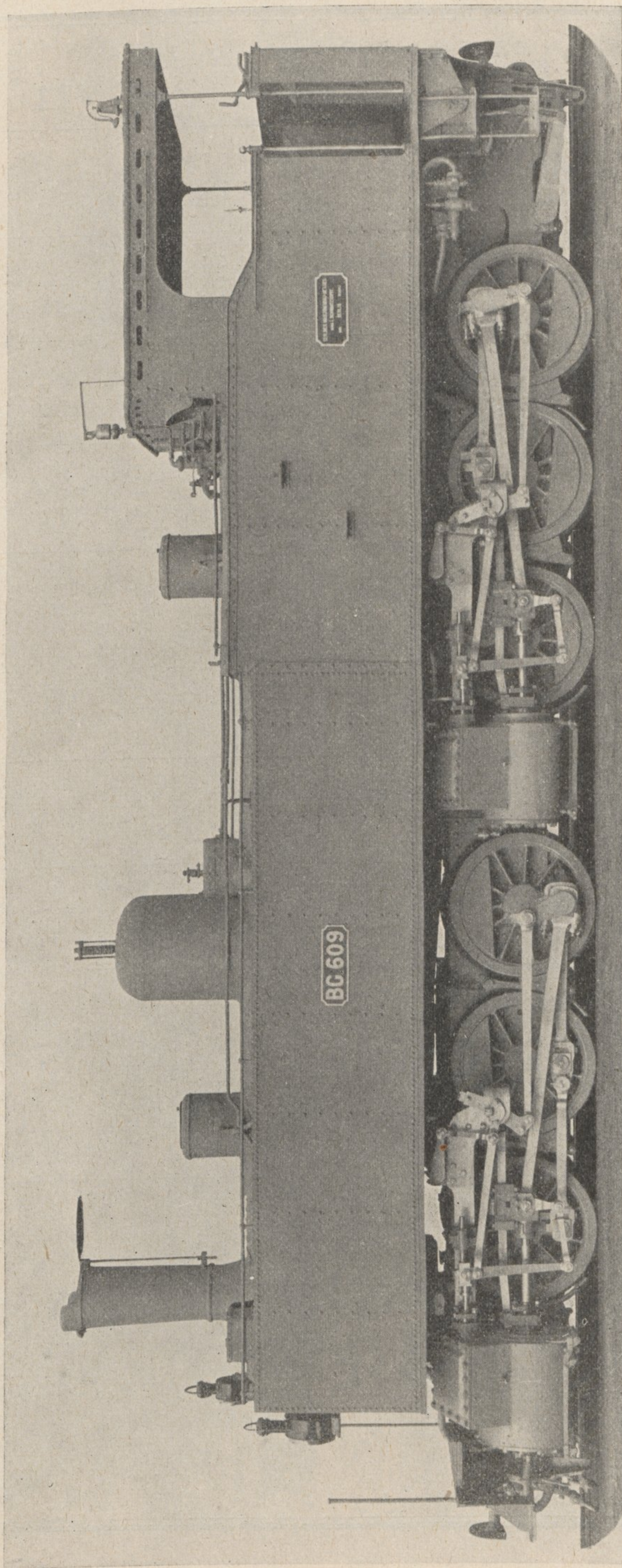


TABLEAU M. — FORTES LOCOMOTIVES-TENDER MALLET DE CONSTRUCTION EUROPÉENNE. Écartements divers.

Ecartement Chemin de fer.....m.	1.000 Utrillas Espagne 0-4 + 4-0 Orenstein Koppel	1.000 Bône Guelma 0-6 + 6-0 Henschel Schwartzkopf Batignolles	1.000 Guinée 0-6 + 6-0 Batignolles	1.050 Damas Hamah 0-4 + 4-2 Chemnitz	1.067 Nippon 0-4 + 4-0 Maffei à Munich	1.067 Java SS (Etat) 0-4 + 4-2 Chemnitz Schwartzkopf	1.067 Java SS (Etat) 2-6 + 6-0 Chemnitz Schwartzkopf	1.435 Gothard 0-6 + 6-0 Maffei 1890	1.435 Etat Belge 0-6 + 6-0 St-Léonard à Liège 1897	1.762 Central Aragon 0-6 + 6-0 Borsig à Berlin 1901
Année.....										
Cylindres	diamètre...m. 0.360 diamètre...m. 0.560	0.380 0.580 0.560	0.340 0.520	0.340 0.520 0.510	0.300 0.490	0.300 0.460	0.340 0.520	0.400 0.580	0.500 0.810	0.470 0.710
Roues	course...m. 0.500 diamètre...m. 1.000	1.100	0.760	0.760	1.000	1.102 0.774	1.112 0.776	0.640 1.230	0.650 1.300	0.600 1.100
Empatement	rigide...m. 1.800 moteur...m. 5.600 total...m. 5.600	2.440 6.900 6.900	1.350	1.350	1.600 5.200 5.200	1.400 4.800 6.000	2.600 9.400	2.700 8.130 8.130	3.000 9.350 9.350	3.000 8.600 8.600
Chaudière	centre...m. diamètre...m. timbre...k. 12	2.030 15	12	12	12 at	12	12	12 at	15	2.600 1.634 moy. 12
Tubes	nombre... diamètre...m. longueur...m.	162 0.040/45 4.000	162	162	162	224 0.037/41 3.600	109 0.060/65serv 4.635	145 154.3	288	266 0.045/50 5.450
Surface de chauffe	foyer...m ² tubes...m ² totale...m ² 109	9.82 86.51 96.33	7.30 103.82 111.12	7.30 103.82 111.12	6.9 63 69.9	7.74 93.7 101.44	9.44 125.81 135.25	9 145 154.3	288	219.47
Surface de grille...m ²	1.9	1.55	1.75	1.75	1.35	1.45	2.04	2.2	8	4.29
Poids	à vide...t. 50 en service...t. 50 adhérent...t. 50	47.2 59.6 59.6	41.58 54.08 46.14	41.58 54.08 46.14	32.5 42.5 42.5	33.3 42.9 35.7	45.6 58.8 51.6	68 85 85	91 108 108	76 108 108
Franchit	rampes % courbes R=m	..... .....	..... .....	..... .....	100	..... .....	..... .....	2.7 180	3	21.5 180
Effort de traction...t.	7.750	12.840	6.600	6.600	.....	6.080	6.430	.....	16.000	16.000
Soutes	à eau...m ³ charbon...t. 6 2	6.5 1.8	5.5 2.5	5.5 2.5	4.7 1.25	4 1.35	6 2	7.06 4.08	..... .....	20 4
Maximum	longueur...m. largeur...m. hauteur...m.	11.614 4.060 48	..... ..... .....	..... ..... .....	10.34 3.70 3.65 49	10.41 2.70 3.70 50	..... ..... ..... 51	13.76 3.090 4.800 52	..... ..... ..... 53	..... ..... 4.200
Figures	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

CONSTRUITE PAR LA SOCIÉTÉ BELGEOISE DE CONSTRUCTION DE LOCOMOTIVES (SCHWARTZKOPF).

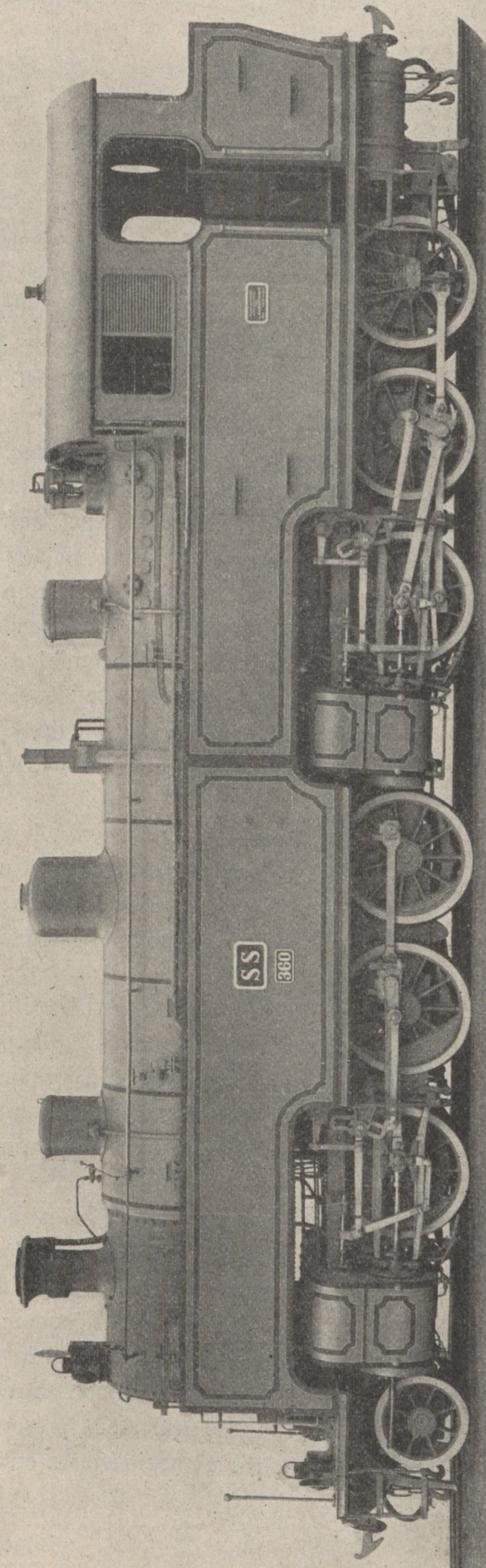
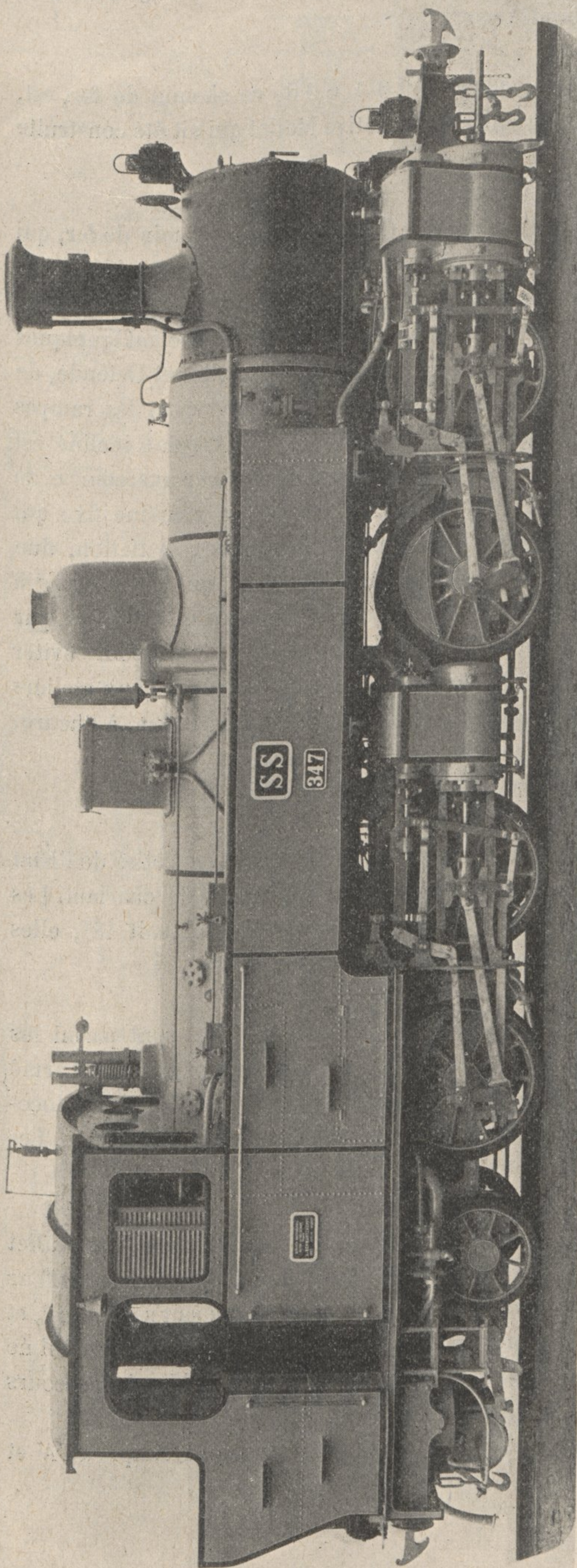


Fig. 51. — LOCOMOTIVE TENDER MALLET 2-6+6-0 A VOIE DE 1^m,067. CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT (SS) JAVA, CONSTRUITE PAR LA BERLINER MASCHINENBAU A.G.

Ces locomotives ont 4, 5 ou 6 essieux moteurs. Le compoundage est d'ordre général ; la surchauffe exceptionnelle jusqu'en ces derniers temps.

Chemin de fer du Gothard (Fig. 52). — La locomotive 0-6 + 6-0 de ce chemin de fer, est, avec celle du Chemin de fer Central Suisse, la première locomotive Mallet qui ait été construite pour voie normale.

Chemin de fer de l'État Belge (Fig. 53). — La locomotive 0-6 + 6-0 de ce chemin de fer, qui fut exposée à l'annexe (de Tervueren) de l'Exposition de Bruxelles, fut construite en 1897 pour effectuer un service de renfort en queue, sur la rampe de Liège à Ans. Il a été écrit tant d'inexactitudes au sujet de cette rampe, que nous croyons bien faire en rappelant quelques détails. Ce plan incliné permet à la ligne internationale d'Allemagne à Bruxelles et Ostende, de sortir de la vallée de la Meuse. Ceci a été effectué en construisant une ligne dont les rampes sont en général de 28 et 30^{mm} et qui ne dépassent pas ce dernier chiffre. Le plan incliné est constitué de deux tronçons rectilignes, de 2 km. environ chacun, raccordés par une courbe de grand rayon, à hauteur de la station de Haut-Pré. C'est là que se trouvait la machine fixe qui actionnait le câble servant, autrefois, à la remorque des trains. Cette belle installation, due à M. Maus, a disparu en 1867 pour les trains de voyageurs, plus tard pour les trains à marchandises, les trains remorqués par une ou deux locomotives, étant poussés, de plus, par une ou deux locomotives-tender, (0-8-0) de grande puissance, en queue. C'est pour éviter l'addition de deux locomotives de renfort que la locomotive Mallet fut construite aux ateliers de Saint-Léonard. Cette locomotive a effectivement remorqué, à la vitesse de 12 km. à l'heure, sur cette rampe, un train de 85 unités, soit 490^T environ.

Elle a depuis été démolie, en suite de questions intéressant le service des réparations.

Chemin de fer Central Aragon. — Ces locomotives-tender, qui furent avec celles de l'État Belge, les plus pesantes de l'Europe, étaient destinées au service des trains de charbon. Les dimensions des rails n'étant pas en rapport avec leur poids par essieu, qui atteignait 18^T, elles ont, depuis été converties en locomotives à tender séparé, et modifiées.

Chemin de fer de Jaroslaw Archangelsk (Fig. 54). — Ces locomotives sont parmi les premières locomotives Mallet pour voies métriques. Le réseau de cette compagnie étant armé de rails légers (18 1/2 kilos) on eut recours à ce système afin de pouvoir employer des locomotives de poids adhérent relativement élevé (47 1/2 T) sans dépasser 8 tonnes par essieu. Les courbes sont de grand rayon, qui ne descend pas au dessous de 375 m.

Chemins de fer de l'État Japonais (Fig. 55). — Cette locomotive est la seule des Mallet compound de ce tableau, où l'on ait fait usage du surchauffeur Schmidt. L'usage du surchauffeur est pourtant particulièrement indiqué pour les Mallet, où les parcours de la vapeur sont longs, et permet de réaliser des économies notables de combustible. Mais l'on peut se demander s'il ne suffirait pas de surchauffer la vapeur BP seulement, ce qui, non seulement facilite le parcours de la vapeur, mais rend l'entretien plus aisé, et partant, moins coûteux.

Le tender, également, présente une particularité : il est porté par un essieu simple à l'A et à l'R, par un bogie à deux essieux.

Fig. 52. — LOCOMOTIVE TENDER MALLET 0-6+6-0. CHEMIN DE FER DE L'ÉTAT BELGE,
CONSTRUITE PAR LES ATELIERS MAFFEI DE MUNICH.

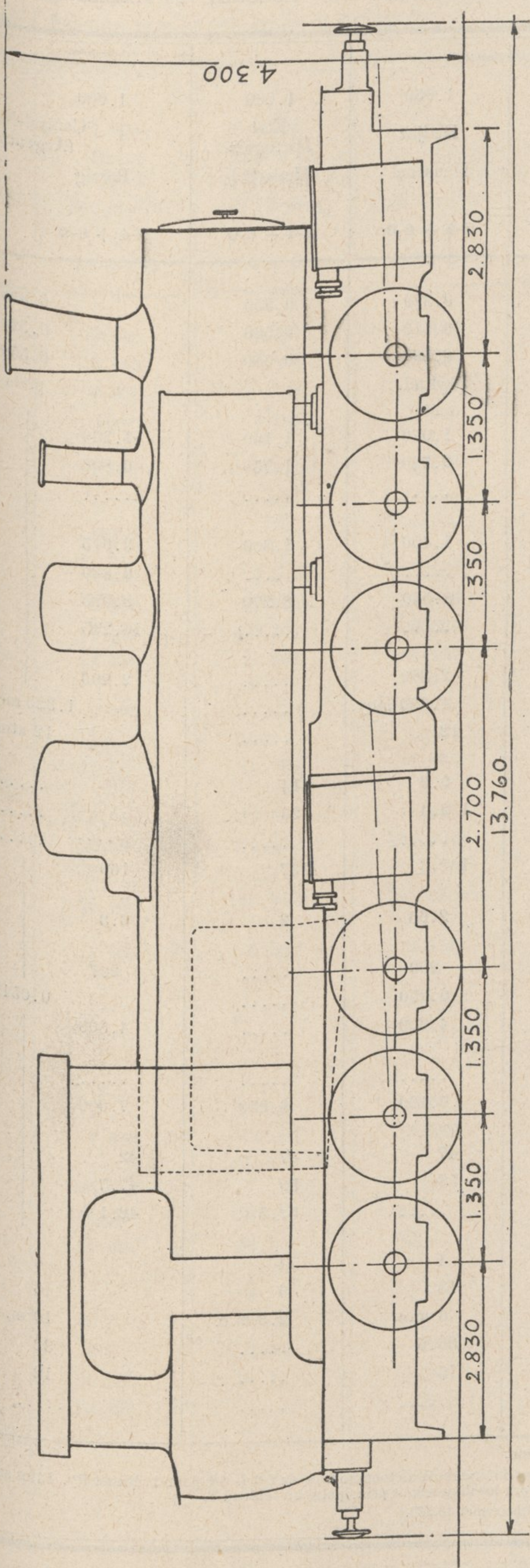


Fig. 53. — LOCOMOTIVE TENDER MALLET 0-6+6-0. CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE,
CONSTRUITE PAR LES ATELIERS DE SAINT-LÉONARD A LIÈGE.

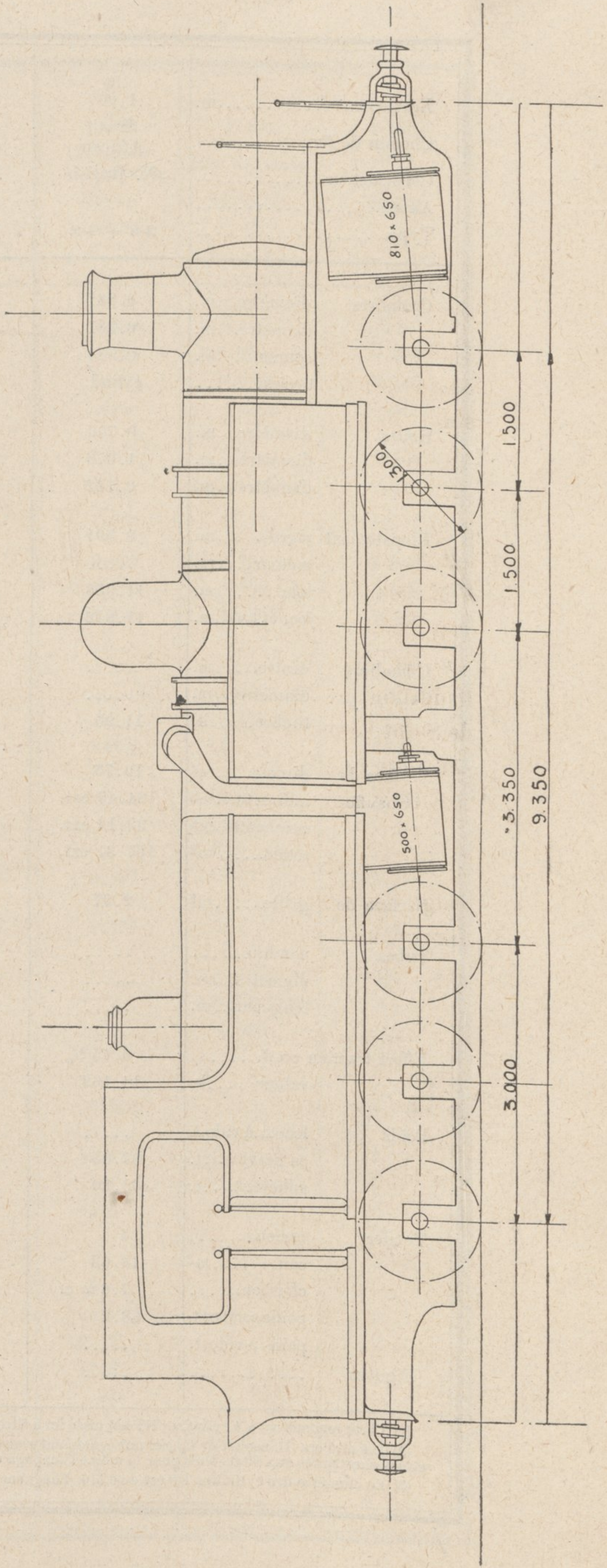


TABLEAU N.— LOCOMOTIVES MALLET DE CONSTRUCTION

	(1)					
Ecartement.....m.	1.067	1.067	1.050	1.000	1.000	1.000
Chemin de fer.....	South African	South African	Hedjaz	Etat Portugais	Central-Norte (Argentine)	Borsig
Constructeur.....	N. British	N. British	Henschel	Henschel	Borsig	Borsig
Année.....						
Type.....	2-6 + 6-2	2-6 + 6-0	2-4 + 6-0	2-4 + 6-0	2-4 + 6-0	0-6 + 6-0
Cylindres						
diamètre...m.	0.381	0.444	0.320	0.350		0.330
diamètre...m.	0.381	0.711	0.510	0.500		0.520
course....m.	0.584	0.660	0.580	0.550		0.550
tiroirs.....	cylind.	cyl.-plats	cylind.	.....		plats
Roues						
diamètre...m.	0.762	0.724	1.070	1.100	1.300	1.100
diamètre...m.	1.073	1.156	0.720	1.750	0.800	.....
diamètre...m.	0.762	.....	.....	.....	.....	.....
Empatement rigide....m.	2.591	2.540	1.450	1.360	3.615	2.460
moteur....m.	.....	.....	.....	.....	6.830	6.890
total....m.	11.658	10.185	8.550	8.270	8.995	6.890
loc. et tend.m.	17.818	18.059	.....	.....	16.245	14.480
Chaudière						
centre....m.	.....	.....	2.300	.....	2.200	2.150
diamètre...m.	.....	1727-1854	1.380 moy.	.....		1.320 moyen
timbre....k.	11.95	14.062	12	.....		12 atm.
Surface de chauffe						
directe...m ²	10.76	14.29	9.9	14		.....
indirecte...m ²	124.49 ext.	228.72 ext.	152.4	123		.....
surchauffe...m ²	32.14 ext.	.....	.....	.....		.....
totale....m ²	167.31 ext.	243.03 ext.	162.3	137	169	150
Surface de grille....m ²	2.97	3.95	2.66	2	3.3	3
Tubes						
nombre.....	.....	258	200	.....	207	191
diamètre...m.	.....	0.057	0.050	.....		0.051
longueur...m.	.....	4.947	4.900	.....	4.800	4.500
Effort traction coeff.	0.75 %	0.75 %	.....	.....	.....	.....
valeur ....k.	14.162	19.051	7.100	8.650	7.000	8.000
Poids						
locom. à vide.t.	.....	.....	47	47	42	40.7
en service...t.	87.85	96.7	53	59	47.7	47.5
adhérent...t.	60.30	33.2	.....	52.5	42.1	47.5
Tender						
essieux.....	4	4	4	4		4
eau.....m ²	13.63	18.17	18	6		15
charbon.....	7.6 m.c.	6.3 m.c.	6 m.c.	2.3 m.c.		10 m.c.
poids service t.	38.2	44.2	38.5	.....		32
poids à vide.t.	.....	.....	15	.....		12
Figures	.....	.....	.....	.....	.....	.....

(1) Cette locomotive à 4 cylindres HP est citée ici à titre de comparaison.
 (2) Les ateliers Henschel de Cassel ont également construit deux types intéressants de locomotives de 2-6 + 6-2 pour la Brazil Ry. Elles sont semblables à celles construites aux Etats-Unis pour la même Compagnie. On en trouvera les dimensions principales au tableau T.
 (3) Le diamètre des cylindres BP est de 0.616. Longueur locomotive plus tender 13.960.

EUROPÉENNE A TENDER SÉPARÉ ET VOIES DIVERSES ⁽²⁾

1.000 Arica La Paz Hannoversche 0-6 + 6-0	1.000 Dakar St Louis Batignolles 0-6 + 6-0	1.000 Burma Ry ⁽³⁾ et S. Mahratta Ry N. British 0-6 + 6-0	1.000 Ca Sierra Minera (Espagne) N. British 0-6 + 6-0	1.000 N. British 0-6 + 6-0	1.067 Jaroslaw Archangelsk Borsig 1895 0-6 + 6-0	1.067 Etat Japonais Henschel (2) 0-6 + 6-0	1.000 Jaffa Jérusalem Borsig 0-4 + 4-0
0.400	0.310	0.394	0.457	0.432	0.330	0.420	0.290
0.610	0.480	0.622	0.711	0.673	0.450	0.650	0.450
0.550	0.550	0.508	0.610	0.610	0.550	0.610	0.550
plats	plats	plats	plats	plats	plats	cy lind.	plats
1.105	1.001	0.991	1.143	1.143	1.100	1.245	1.100
.....
.....
2.600	2.440	2.515	2.718	2.718	2.320	2.744	1.500
7.400	6.900	7.391	8.026	8.026	6.520	8.080	5.300
7.400	6.900	7.391	8.026	8.026	6.520	8.080	5.300
.....	13.345	14.808	15.443	15.443	.....	.....	.....
.....	2.000	.....	.....	.....	.....	2.337	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	1.505 moy.	.....
14 atm.	15	12.655	12.655	12.655	12 atm.	14	12 atm.
.....	9.82	10.68	12.54	11.33	.....	12.27	.....
.....	76.86	129.87 ext.	192.3 ext.	173.07 ext.	.....	123.10	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	35.5	.....
167	86.68	140.56 ext.	204.84 ext.	184.41 ext.	112.587	171.17	89
2.8	1.55	3.066	3.716	3.344	1.786	2.6	1.6
.....	.....	.....	.....	.....	.....	100.16	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.057-0.14 ext.	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	4.950	.....
.....	.....	60 %	0.60	0.60	.....	.....	.....
.....	7.240	9.349	16.928	15.100	6.600	.....	5.050
54	40.6	.....	.....	.....	42.1	61.2	32
60	44.05	59.1	82	75.5	47.5	67.850	35
60	44.05	59.1	82	75.5	47.5	67.850	35
4	4	4	4	4	3	.....	.....
17	9.5	9.09	14	14	9	.....	.....
7 t.	6 t.	7.6 t.	5.7 m.c.	5.7 m.c.	4.1 T bois	.....	.....
40.05	29.265	31.79	35.78	35.78	23.3	.....	.....
15.75	13.530	.....	.....	.....	10.9	.....	.....
56-57	.....	.....	.....	.....	54	55	.....

Fig. 54. — LOCOMOTIVE MALLET 0-6+6-0 A VOIE DE 1^m,067 POUR CHEMINS DE FER JAROSLAW-ARCHANGELSK.

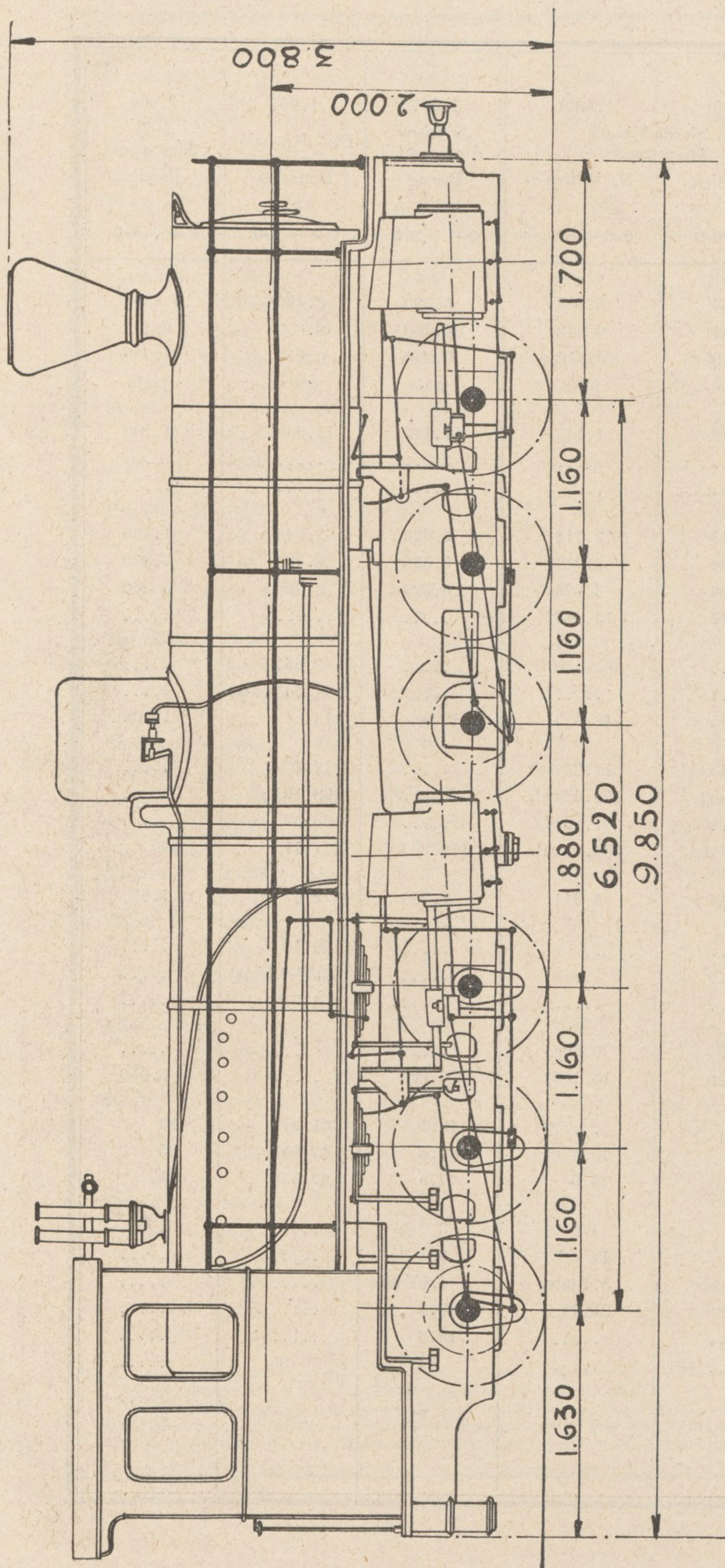


Fig. 55. — LOCOMOTIVE MALLET 0-6+6-0 A SURCHAUFFE A VOIE DE 1^m,067. CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT JAPONAIS, CONSTRUITE PAR HENSCHEL (CASSEL).

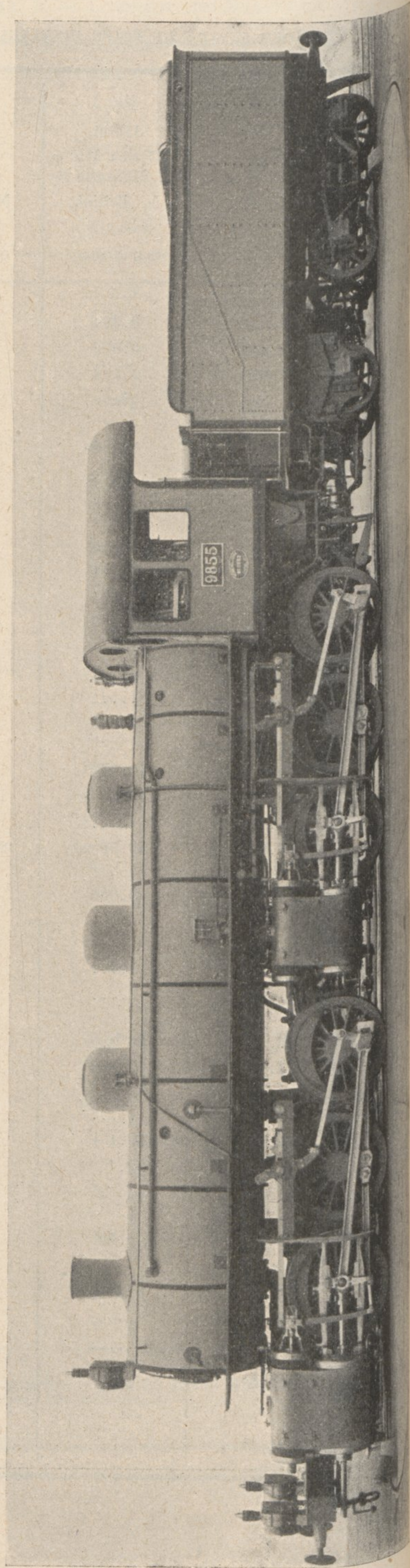


Fig. 56. — LOCOMOTIVE MALLET 0-6+6-0 A VOIE DE 1 M. CHEMIN DE FER DE ARICA LA PAZ, CONSTRUITE PAR LA HANNOVERSCHE MASCHINENBAU A. G.

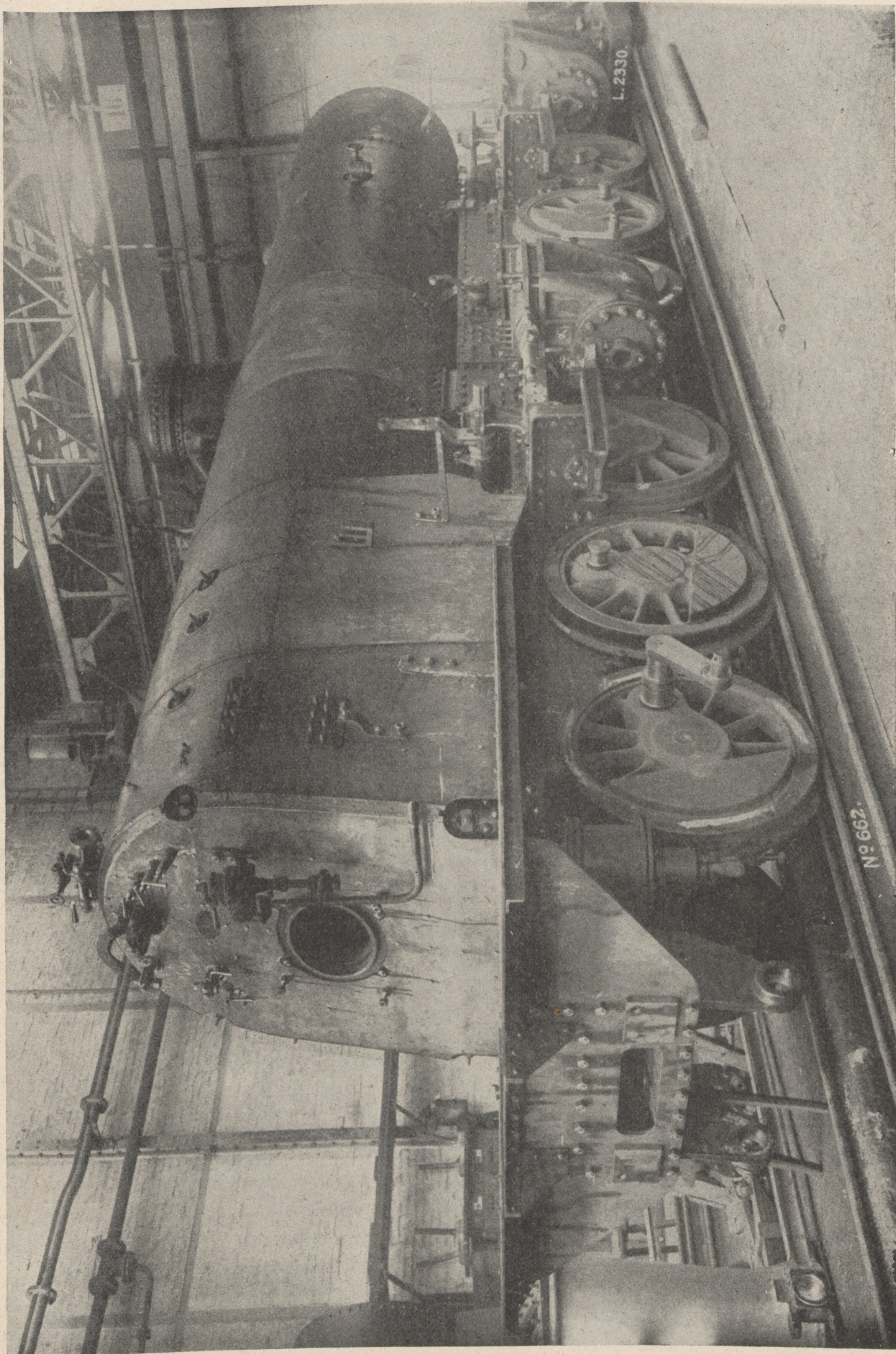
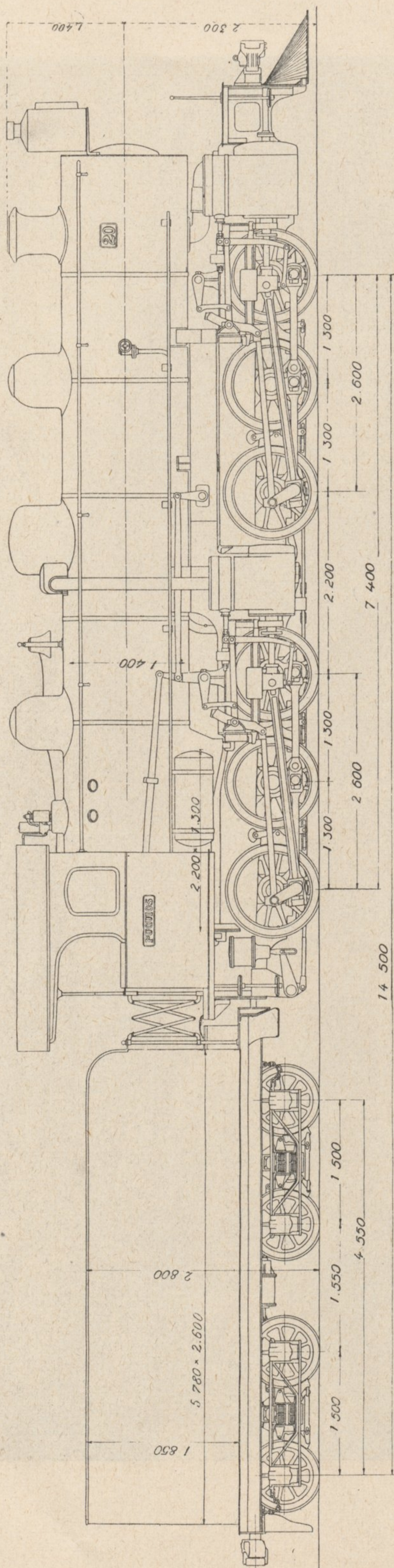


Fig. 56bis. — LOCOMOTIVE MALLET A VOIE DE 1 M. DU CHEMIN DE FER DE ARICA LA PAZ.



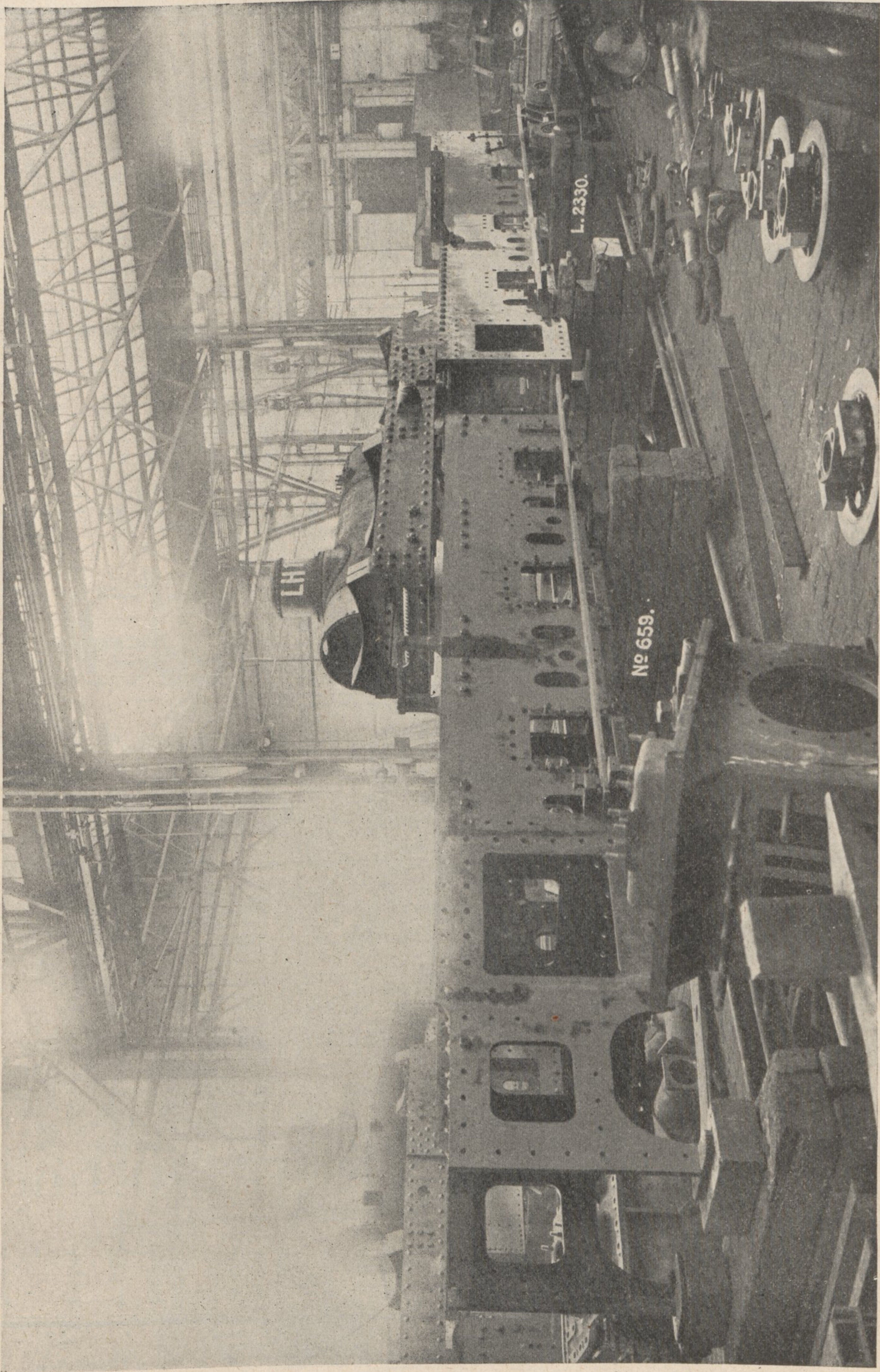
Locomotives du South African Ry. — Ce Chemin de fer est probablement le mieux équipé des Chemins de fer à voie d'un mètre. Il a d'ailleurs un gabarit très grand, et étant armé de rails lourds, permet l'emploi de wagons ayant jusqu'à 50^T de capacité. Les lignes qui quittent la côte pour accéder au plateau central, sont parcourues par des trains de minerais et de charbon, qui ont nécessité l'établissement des puissantes locomotives que nous avons citées.

Locomotives du Chemin de fer du Hedjaz. — Ces locomotives doivent remorquer des trains de 250^T sur cette ligne qui présente des rampes de 1,8 % et des courbes de 92 m. de rayon. Elle doit unir Damas à la ville sainte de Médine, à une distance d'environ 1.300 km. Au Sud de Ma'an, à 400 km. de Damas, la ligne doit descendre d'un plateau situé à 1.100 m. d'altitude, jusqu'à une altitude de 150 m., au fond d'une vallée dont elle doit remonter l'autre versant.

Locomotives du Chemin de fer Central Norte. — Ce réseau, qui appartient au Gouvernement argentin, conduit de Santa Fe à Tucuman et de là à la frontière de Bolivie. Cette dernière section est en pleine montagne. Jujuy, au km 956 est à une altitude de 1.259 m. et La Quiaca au km. 1.239 est à une altitude de 3.442. Aussi s'y trouve-t-il une section à crémaillère de 10 km. et a-t-il fallu recourir à des locomotives Mallet pour trains de voyageurs et pour trains de marchandises pour y parvenir. Les rampes atteignent 2,5 %, et les rails relativement légers ne permettent qu'une charge de 8^T par essieu. Les locomotives à marchandises remorquent une charge de 150^T en rampe de 2,5 % à une vitesse de 20 km. à l'heure, et celles à voyageurs y remorquent 120^T à une vitesse de 25 km. Le combustible employé est le bois.

État Prussien. — L'une des premières de ces 29 locomotives fut essayée sur la ligne du HOLLenthal, partie à adhérence, partie à crémaillère. Les rampes maxima sont de 5,5 % sur les sections normalement exploitées par des locomotives à crémaillère. La locomotive Mallet y remorqua 80^T à la vitesse de 15 km. à l'heure. Les locomotives de l'Etat Badois sont très analogues.

Fig. 57. — CHASSIS DE LA LOCOMOTIVE MALLET 0-6+6-0. CHEMIN DE FER DE ARICA LA PAZ A VOIE DE 1 M.
CONSTRUITE PAR LA HANNOVERSCHE MASCHINENBAU A. G.



TABEAU O. — LOCOMOTIVES MALLET DE CONSTRUCTION EUROPÉENNE ET A TENDER SÉPARÉ, VOIES LARGES.

	1.435 Etat Prussien-Badois	1.435 Etat Saxon	1.435 Etat Hongrois	1.435 Fédéraux Suisses	1.435 Etat Bulgare	1.435 Etat Hongrois	1.435 Etat Hongrois	1.435 Pekin Kalgan	1.525 Transsi- bérien	1.525 Moscou Kazan	1.672 Central Aragon
Ecartement..... m.	0.420 | 0.390	0.450	0.385	0.355	0.400	0.390	0.400	0.457	0.475	0.475	0.400
Chemin de fer.....	0.630 | 0.600	0.650	0.580	0.550	0.635	0.635	0.620	0.730	0.710	0.710	0.600
Type de locomotive.....	0.600 | plats	0.600	0.610	0.640	0.630	0.650	0.610	0.711	0.650	0.650	0.600
Constructeur.....	1.270 | 1.260	1.240	.....	plats	cyland plat	cyland	.....	cyland	plats	plats	cyland
Année.....	.....	1.240	1.220	1.250	1.340	1.440	1.220	1.295	1.180	1.220	1.200
Cylindres	.....	.....	.....	.....	0.950	1.040	.....	.....	.....	.....	.....
Roues	1.750	1.700	1.750	1.900	1.730	1.850	2.700	2.496	2.600	2.700	2.700
Empatement	5.800	5.750	5.800	6.200	5.905	6.300	8.000	8.491	7.700	8.150	7.650
	5.800	5.750	5.800	6.200	8.200	8.710	8.000	8.491	7.700	8.150	7.650
Chaudière	2.250	.....	.....	.....	.....	2.850	2.850	3.048	.....	.....	2.600
	1.500 moy	.....	.....	.....	.....	1.550 int	1.550 int	.....	.....	.....	1.45 moy
Tubes	218 | 206	12	13 at	14 atm	15 at	16 at	16 at	14.062	12	12	13
	0.045/50	.....	228	.....	.....	267-5	272	.....	.....	.....	102-21
	4.300	.....	0.052 ext.	.....	.....	0.052-0.04	0.052 ext	.....	.....	.....	0.050-0.127 ext
Surface	10.05 | 1.036	10.648	12.3	.....	11.9	13.6	13.93	15.42	.....	.....	11.61
de	132.11 | 127.35	130.41	154.6	.....	145.6	222.2	221.27	225.28 ext	.....	.....	101.36
Chauffe	142.16 | 137.81	141.058	166.9	131.5	157.5	235.8	235.20	240.7 ext	204	200	112.97
Surface de	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	37.78
Surface de	1.95	2.078	2.6	2.0	2.65	3.55	3.61	4.19	3.5	2.4	2.92
Poids	49.2 | 49.5	53.58	50.8	52	60.5	68.1	64.5	.....	.....	.....	67.4
	55.2 | 55.3	59.62	56.9	57	67	75.1	71.5	98	81	79	73.1
	55.2	59.62	56.9	57	67.1	65.1	71.5	98	81	79	73.1
Franchit	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.033	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	180	.....	.....	150	.....	.....	.....
Maximum	10.07 | 9.945	.....	11.459	.....	.....	11.399	12.880	.....	.....	.....	11.710
Largeur.	3.000	.....	3.100	.....	.....	3.100	3.100	.....	.....	.....	.....
Tender	18	.....	.....	.....	.....	14.5	.....	.....	.....	.....	.....
	6	.....	.....	.....	.....	7	.....	.....	.....	.....	.....
	20.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	44.7	.....	.....	.....	.....	36.6	.....	.....	.....	37	.....
Figures.....	.....	.....	58	.....	.....	59	.....	.....	.....	.....	60

Fig. 58. — LOCOMOTIVE MALLET 0-4+4-0. CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT HONGROIS.

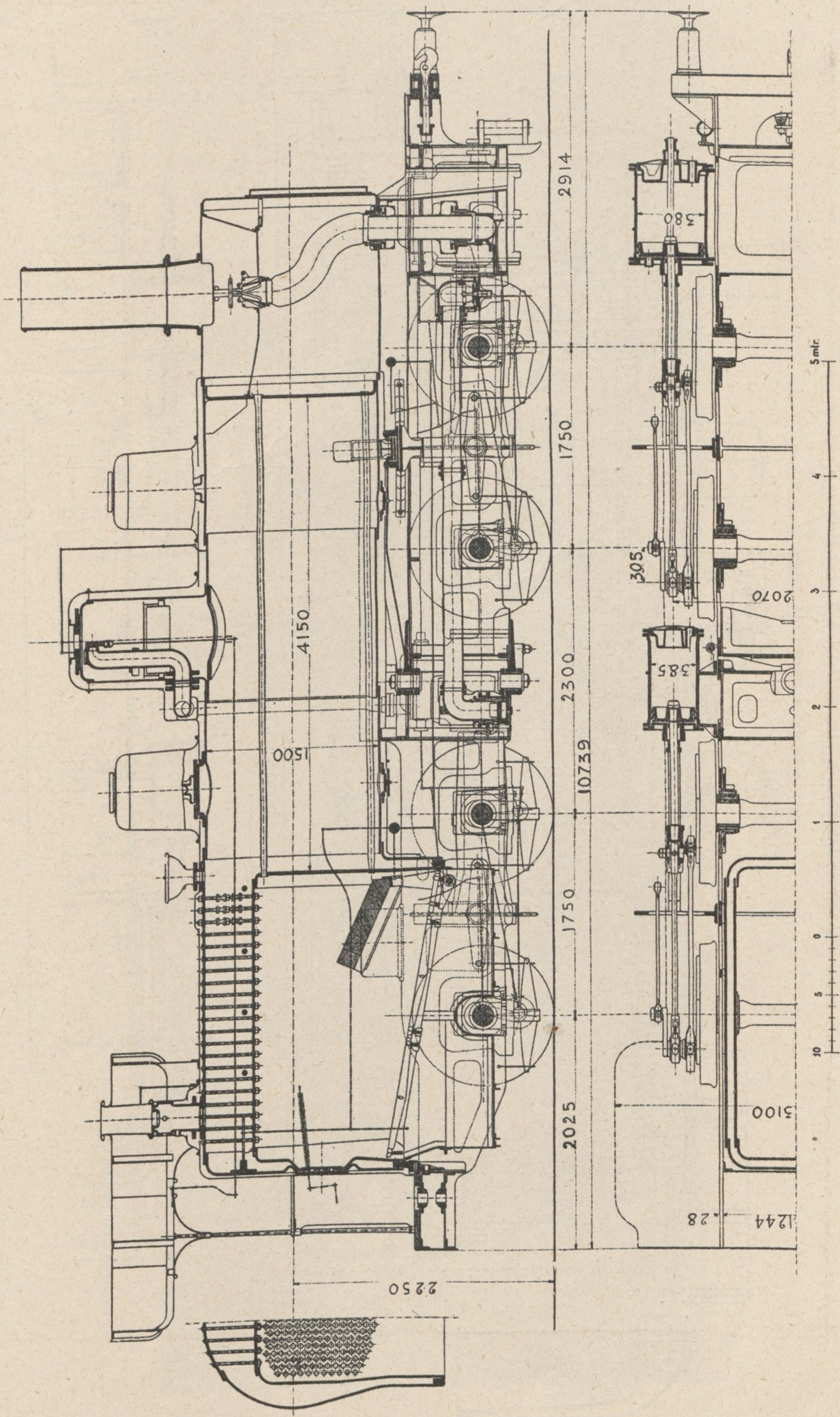


Fig. 59. — LOCOMOTIVE MALLET 2-4 + 4-0 ÉTAT HONGROIS.

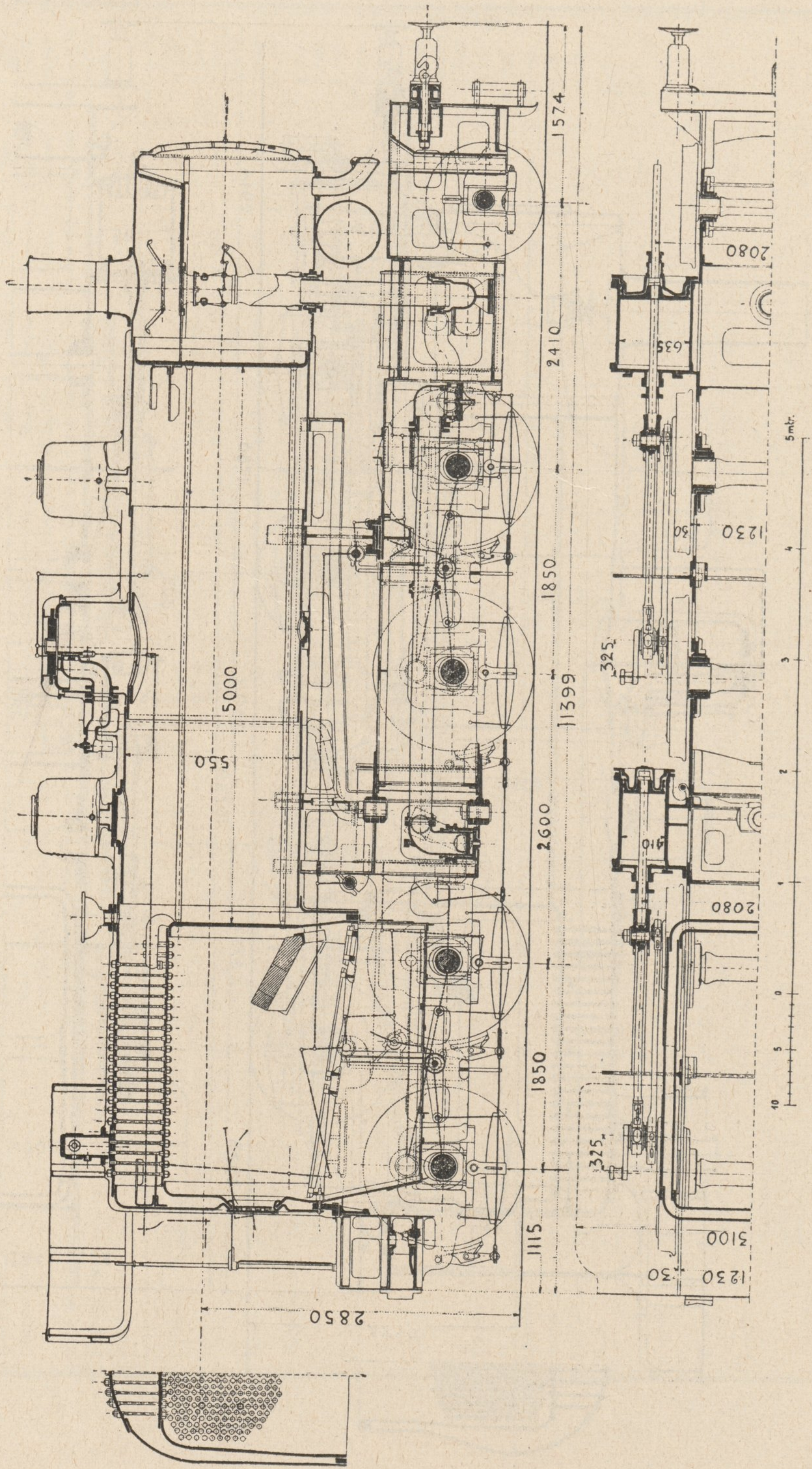
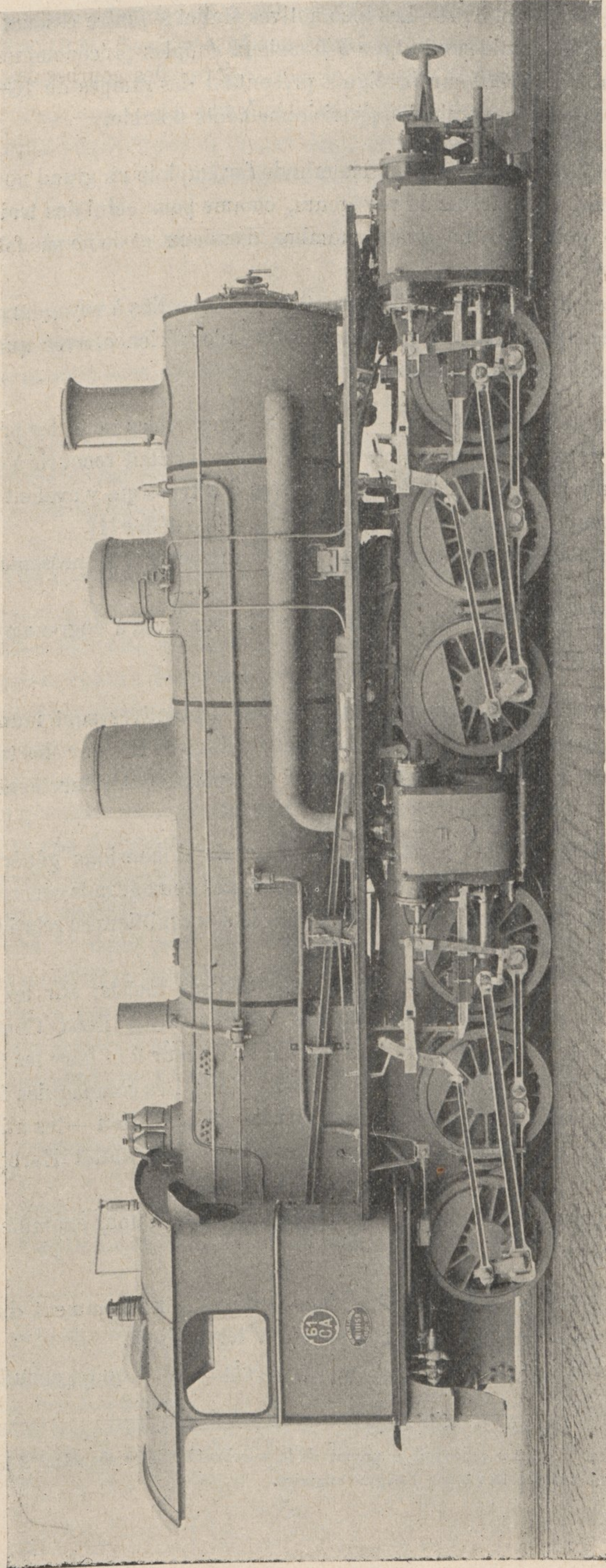


Fig. 60. — LOCOMOTIVE MALLET A SURCHAUFFE 0-6+6-0 DU CHEMIN DE FER CENTRAL ARAGON A VOIE DE 1,672, CONSTRUITE PAR HENSCHEL A CASSEL.



État Hongrois (Fig. 58 et 59). — Les locomotives Mallet à quatre essieux y furent employées afin de réaliser une économie sur le type à 5 essieux couplés précédemment en usage. Elles y remorquent des trains de 350^T sur des lignes présentant des rampes de 16^{mm} et des courbes de 275^m de rayon, avec une économie d'approvisionnements notable.

Chemin de fer Transsibérien. — Ce chemin de fer emploie un grand nombre de locomotives Mallet, pour le service des trains de voyageurs, comme pour celui des trains de marchandises, afin de répartir le poids sur un grand nombre d'essieux et de ne pas fatiguer la voie, armée en rails de 21 kilos, à l'origine.

Les Mallet à marchandises sont du type 0-6 + 6-0, celles à voyageurs, du type 2-4 + 4-0. Quelques-unes de celles-ci furent construites, à titre d'expérience, avec quatre cylindres à HP, mais l'on a renoncé à cette disposition.

Chemin de fer de Pékin-Kalgan. — Les locomotives citées sont les premières locomotives Mallet qui furent construites en Angleterre, où, lorsqu'il fallait recourir à des locomotives articulées, l'on continuait à construire des locomotives des types qui y avaient été créés, plutôt que celles d'un type venu d'ailleurs, et dont l'on paraissait se défier (1).

Ces locomotives sont employées, sur une longue rampe de 3 % présentant des courbes dont le rayon descend à 152^m.

Le même chemin de fer possède, d'ailleurs, des locomotives à engrenage Shay, et des Mallet construites en Amérique.

Chemin de fer Central Aragon (Fig. 60). — Ces locomotives sont munies de surchauffeurs Schmidt. La vapeur surchauffée est amenée aux cylindres HP par des tuyaux dont l'origine se trouve à l'intérieur de la boîte à fumée et qui sont placés extérieurement à la chaudière.

Les locomotives Mallet américaines sont de dimensions générales beaucoup plus considérables et proviennent, pour les 95 centièmes, des deux grands constructeurs : l'American Locomotive Co et Baldwin, qui en ont produit près de deux milliers en relativement peu de temps, puisque leur apparition ne date que de 1904.

On les emploie au service des trains de marchandises lourds, sur les lignes en rampe, et comme locomotives de renfort sur les sections les plus dures. Deux Compagnies, l'Atchison Topeka and Santa Fe R. R. et le Southern Pacific R. R. leur font faire les trains de voyageurs, la première en vitesse, la seconde sur lignes accidentées. Des compagnies forestières — il serait peut-être plus logique de les appeler compagnies de déforestation — les utilisent enfin pour un service qui se rapproche davantage de celui qu'assurent les Mallet Européennes pour lignes secondaires.

Etant donné le grand développement qu'a pris leur emploi, nous examinerons ces locomotives de façon systématique.

1° *Combustible*. — Les Mallet Américaines brûlent indifféremment du charbon (lignite ou bitumineux) ou du pétrole, suivant la région où on les emploie.

Le pétrole trouve ici une raison d'emploi spéciale : c'est qu'un chauffeur moyen ne peut

(1) Le même fait s'est d'ailleurs reproduit à propos de la surchauffe : le surchauffeur Schmidt ne s'y est implanté qu'après des essais nombreux d'autres types d'origine anglaise.

enfournier plus de 2 tonnes et demie à deux tonnes trois quarts de charbon par heure correspondant à 1.000 à 1.500 H. P. Certaines Mallet étant de puissance considérable, le labeur du chauffeur l'est également et l'on a été obligé d'avoir recours à des enfourneuses mécaniques, qui sont forcément une source de complications qu'évite l'emploi du combustible liquide. Celui-ci est surtout utilisé dans le sud et l'ouest des États-Unis, tributaires directs des champs de pétrole du Texas et de Californie. L'emploi du bois comme combustible est rare.

2° *Types de locomotives.* — On utilise actuellement des locomotives Mallet des types suivants :

- 2-4 + 4-2 pour lignes industrielles ou exploitations secondaires,
- 0-6 + 6-0 pour marchandises ou renfort, type de l'American Locomotive C^o,
- 2-6 + 6-2 pour les mêmes services (type de Baldwin) et les trains de voyageurs du Southern Pacific R. R.,
- 4-4 + 6-2 pour trains de voyageurs de l'Atchison Topeka and Santa Fe R.,
- 2-6 + 8-0 trains de marchandises et renfort, type provenant de reconstruction,
- 0-8 + 8-0 mêmes services, types, l'un de l'American Locomotive C^o,
- 2-8 + 8-0 » l'autre de Baldwin,
- 2-10 + 10-2 trains de marchandises, type provenant de reconstruction.

L'American Locomotive C^o a préconisé des locomotives dont tout le poids soit utilisé pour l'adhérence ; les ateliers Baldwin, des locomotives ayant un bissel à l'avant et un essieu porteur à l'arrière, mais, à l'occasion, chacun de ces constructeurs a construit des locomotives ayant d'autres dispositions des roues, et il convient de citer, dans cet ordre d'idées, les locomotives 2-6-6-0 construites par l'American Locomotive C^o pour le chemin de fer de l'Est Français (1).

La grande majorité de ces locomotives est à tender séparé. Toutefois la longueur exceptionnelle de la chaudière a conduit, pour certaines d'entre elles brûlant du combustible liquide, à une disposition facilitant la vue des signaux : la locomotive roule cabine en avant, le tender attelé derrière la boîte à fumée. C'est le système appliqué avec succès pour les Mallet 2-6 + 6-2 et 2-8 + 8-2 du Southern Pacific R. R.

Le type 0-6 + 6-0 fut introduit par l'American Locomotive C^o pour le Baltimore and Ohio R. R. en 1904 (locomotives de 152^T) et fut suivi après quelques mois de locomotives de même disposition de Baldwin pour le American R. R. of Puerto Rico (voie de 1^m).

Le type 2-6 + 6-2 fut construit par Baldwin en 1906 pour le Gt Northern R. R. (161^T).

Le type 0-8 + 8-0, produit par l'American Locomotive C^o date de 1907. Il fut construit pour l'Erie R. R. (186^T).

Le type 2-8 + 8-2 fut construit pour le Southern Pacific par Baldwin (196^T) en 1909 et répété pour l'Atchison (210^T).

Le type 2-6 + 8-0 date de 1910 (Gt Northern R. R.).

Le type 2-10 + 10-2 également, et fut construit pour l'Atchison (279^T).

(1) Outre les chemins de fer américains, les chemins de fer suivants ont notamment fait construire des locomotives Mallet en Amérique :

- 1^m, 435, Est Français, Pékin Kalgan, Mexican Central, Mexican International ;
- 1^m, 600, le Chemin de fer Central du Brésil ;
- 1^m, 067, Imp. Govt Rys of Japan, Guayaquil-Quito, Natal Govt, Central South African Rys ;
- 1^m, Mogyana (Brésil), Brazil Ry C^o, American Ry. of Puerto Rico ;
- 0^m, 91, Colombian National.

3° *Poids par essieu.* — Le poids par essieu a suivi la progression qui s'est manifestée pour tous les types, aux États-Unis, et atteint actuellement les valeurs maxima suivantes :

CHEMIN DE FER	TYPE	POIDS TOTAL en service	POIDS par essieu
Lake Terminal RR.....	0-8 + 6-0	158.8	26.47
Atchison, Topeka, Santa Fe.....	4-4 + 6-2	170.7	24.32
Carolina, Clinchfield and Ohio.....	2-6 + 6-2	171.8	24.63
Great Northern R.R.....	2-6 + 8-0	171.6	23.30
Baltimore and Ohio R.R.....	0-8 + 8-0	209	26.13
Atchison Topeka and Santa Fe R.R.....	2-8 + 8-2	209.7	23.38
Atchison Topeka and Santa Fe R.R.....	2-10 + 10-2	279.3	24.94

4° *Disposition des cylindres.* — Toutes les locomotives Mallet américaines sont à quatre cylindres et la grande majorité emploie la vapeur en compoundage. Il ne faut citer comme exceptions que des locomotives du Canadian Pacific et une locomotive expérimentale du Pennsylvania R. R. toutes deux à 4 cylindres H. P. et à surchauffe. Nous examinerons ces locomotives ci-après, sous le titre « Locomotives Mallet modifiées ».

La disposition est toujours pareille, les cylindres H. P. à l'avant du train *A*, et les cylindres B. P. à l'*A* du truck mobile d'*A* la vapeur passant de l'un à l'autre par un long tuyau receiver, à rotule et joint à fourreau, extensible, et du cylindre B. P. à la boîte à fumée par un autre tuyau analogue.

Dans les locomotives à 4 cylindres H. P. du Canadian Pacific, seules, tous les cylindres sont groupés à la partie centrale de la locomotive, raccourcissant beaucoup le parcours de la vapeur et simplifiant les conduites.

5° *Chaudière.* — La chaudière, dont l'allongement est la première cause de l'adoption de ce système (la tonne atteint et dépasse 14 mètres) est aussi l'organe qui a subi le plus de modifications, et un simple coup d'œil au tableau de dimensions donné ci-après, où l'on voit que la longueur des tubes entre plaques tubulaires dépasse 7^m,50, alors que 6^m,401 est une longueur usuelle, en est une explication suffisante.

Afin d'obtenir de la quantité limitée de charbon introduite en un temps déterminé dans le foyer, le rendement maximum, il a fallu chercher la plus grande efficacité et, d'autre part, diminuer le plus possible la perte en calories par la vapeur d'échappement. De là l'emploi, outre le compoundage, de surchauffe de vapeur H. P. et B. P. d'une part, et de réchauffage d'eau d'alimentation, d'autre part.

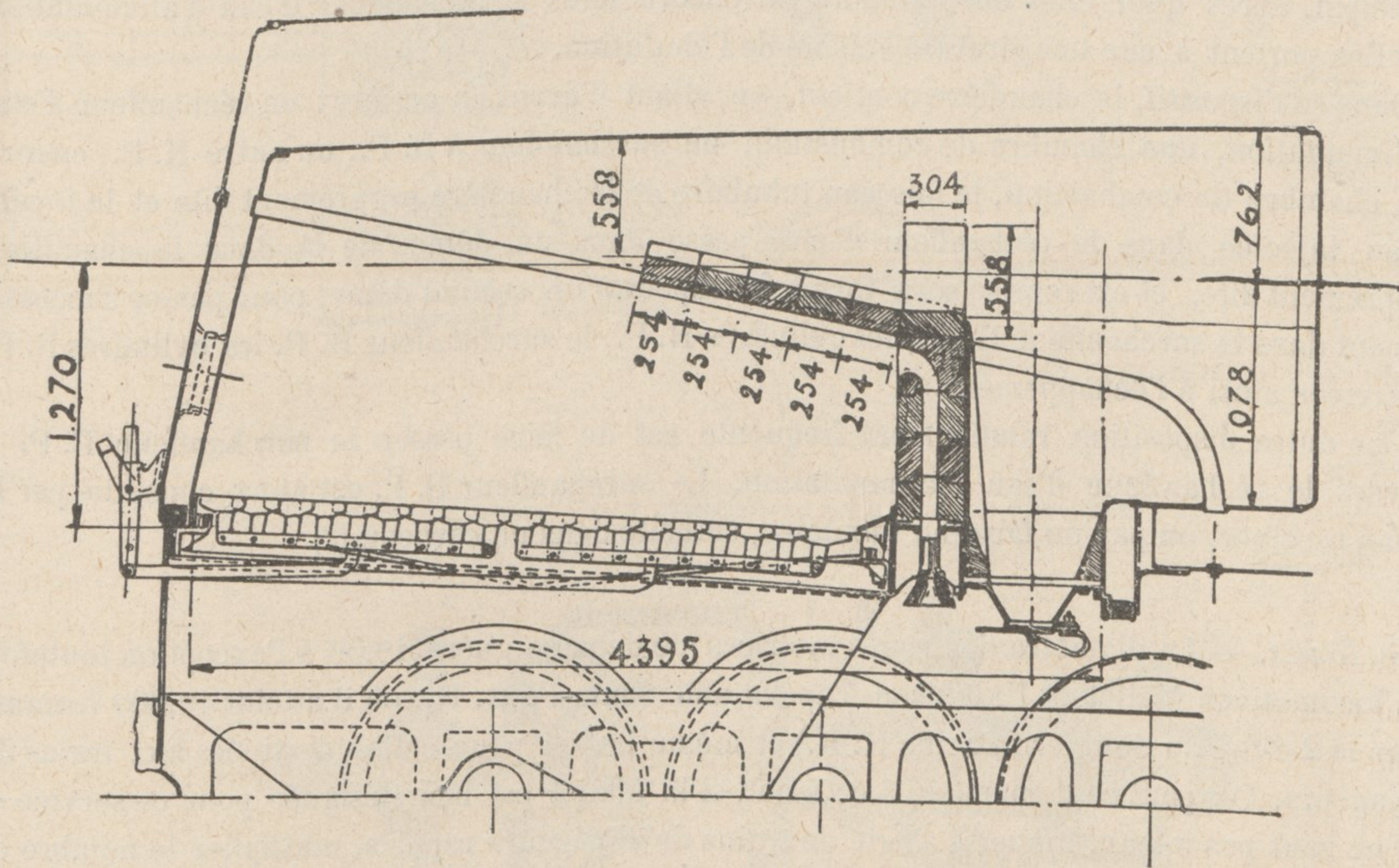
L'usage de la voûte réfractaire dans le foyer est fréquent, et parfois cette voûte est supportée par des tubes d'eau, allant de l'*A* à l'*A* du foyer, qui augmentent la surface de chauffe directe et activent la circulation (Fig. 67).

Les foyers peu profonds que l'on rencontre fréquemment dans les locomotives construites par l'American Locomotive Co sont le plus souvent prolongés par une chambre de combustion, où se fait alors le brassage des gaz. Celle-ci est entretoisée radicalement par des entretoises articulées (1).

(1) Notamment les locomotives 0-8-8-0 du Baltimore and Ohio R.R., celles de la Delaware and Hudson R.R., etc.

La chaudière de certaines locomotives de ce constructeur est pourvue, en sa partie centrale, d'un surchauffeur spécial formé d'éléments verticaux à double boucle, fixés à leur partie supérieure, et qui se dilatent librement sous l'effet de la chaleur.

Fig. 67. — FOYER A TUBES D'EAU, LOCOMOTIVE DU VIRGINIA RR AMERICAN LOCOMOTIVE Co.



Un certain nombre de chaudières Baldwin sont séparables suivant un joint situé à leur partie centrale (1). La partie *A* de la tonne contient le faisceau tubulaire et, le cas échéant, un surchauffeur de vapeur H. P. du type dit « dans les tubes » qui surchauffe à haute température (surchauffeur du type Schmidt au St-Louis, Iron Mountain and Southern R.R., du type Emerson, au Gt Northern R.R. au Chicago Burlington and Quincy R.R., etc.).

La tonne *A'* contient le plus souvent un réchauffeur d'eau d'alimentation (2) formé habituellement par un jeu tubulaire complet. Il y a parfois un surchauffeur B. P. dans la boîte à fumée, analogue au sécheur ordinaire Baldwin (3). Dans d'autres locomotives, la partie postérieure de la tonne avant de la chaudière contient des surchauffeurs à H. P., et B. P.,

(1) Les Mallet suivantes ont des chaudières séparables :

2-6-6-2, 4-4-6-2, 2-8-8-2, 2-10-10-2 de l'Atchison, Topeka and Santa Fe R.R.; les 2-6-8-0 du Great Northern R.R.; les 2-8-8-2 du Southern Pacific R.R.; du Virginia R.R.; du Duluth R.R.; du St-Louis, Iron Mountain and Southern R.R.; du Norfolk and Western R.R.; de l'Oregon R.R. and Navigation Co, etc.

(2) Les Mallet suivantes sont, notamment, pourvues de réchauffeur d'eau d'alimentation :

2-6-6-2 du Carolina, Clinchfield and Ohio R.R.; les 2-6-6-2, les 4-6-6-2 et les 2-8-8-2 de la Cie d'Atchison Topeka and Santa Fe R.R.; les 2-6-8-0 du Southern R.R., ainsi que du Gt Northern R.R.; les 2-6-6-2 et les 2-8-8-2 du Southern Pacific R.R.; les 2-6-6-2 du Chicago Burlington and Quincy R.R.; les 2-8-8-2 du Virginia R.R., du Duluth R.R., du St-Louis Iron Mountain and Southern, du Norfolk and Western, de l'Oregon R.R. and Navigation Co.

(3) Les Mallets suivantes ont, notamment, des réchauffeurs de vapeur Baldwin (surchauffeurs de vapeur à B.P.) :

2-6-6-2, 4-4-6-2, 2-8-8-2 de l'Atchison, Topeka and Santa Fe R.R.; 2-6-6-2 du Chicago, Burlington and Quincy R.R.; 2-6-8-0 de l'Alabama Great Southern R.R.; et les 2-8-8-2 du Southern Pacific, du Virginian, du Duluth, du Norfolk and Western, de l'Oregon R.R. and Navigation Co, etc.

séparés du réchauffeur d'eau d'une part et du faisceau tubulaire de la tonne *R* d'autre part, par des chambres de combustion où se refait un brassage des gaz. Ces deux surchauffeurs ne sont séparés que par une plaque tubulaire, à travers laquelle le faisceau de tubes qui les constitue est dudgeonné. Des plaques défectrices obligent les gaz à tourbillonner (1) et à abandonner une partie des calories entraînées après leur passage dans le faisceau tubulaire principal, après quoi elles en abandonnent encore dans le réchauffeur d'eau d'alimentation qu'elles portent à une température voisine de l'ébullition.

Dans ce dispositif, la chaudière contient, en allant d'avant en arrière : un réchauffeur d'eau d'alimentation, une chambre de combustion, un surchauffeur à B. P., un autre H. P., encore une chambre de combustion, le faisceau tubulaire de la chaudière proprement dite et le foyer. L'eau injectée dans le réchauffeur d'eau, passe dans un dôme, de là dans la chaudière proprement dite, et est reprise sous forme de vapeur à un second dôme, pour passer successivement dans le surchauffeur H. P., les cylindres H. P., le surchauffeur B. P. les cylindres B. P. et arriver ainsi à l'échappement.

Une autre disposition relativement fréquente est de faire passer le surchauffeur B. P. à travers le réchauffeur d'eau d'alimentation. Le surchauffeur B. P. est alors constitué par le tuyau receiver, ou par un faisceau tubulaire, emboîté dans un carneau (2).

5° *Roues*. — Le diamètre des roues motrices ne dépasse guère 1^m,50 à l'exception toutefois des locomotives Mallet de l'Atchison Topeka and Santa-Fé R. R., où il atteint 1^m,600 (comme pour la 2-6-6-2 du Southern Pacific R. R.) et même 1^m,854 pour celles destinées aux trains de voyageurs. On peut se demander, à ce sujet, si la Mallet est bien désignée pour ce service et s'il ne vaut pas mieux, lorsqu'il s'agit de trains de voyageurs rapides, multiplier le nombre de trains et, partant, les facilités accordées aux voyageurs, que faire des convois de tonnage aussi considérable.

Les bissels et essieux porteurs arrière n'ont des roues de même diamètre que quand ces deux essieux auxiliaires n'ont qu'un rôle de guidage. Lorsque l'essieu arrière supporte une partie du poids du foyer, il a fallu en agrandir le diamètre et, dans bien des cas, on l'a accouplé aux essieux-moteurs du train arrière, produisant ainsi une locomotive 2-6-8-0. L'adhérence s'en trouve augmentée, mais les pièces du mouvement perdent leur interchangeabilité.

La locomotive à voyageurs du Santa-Fé, dont nous avons déjà parlé est la seule qui ait été pourvue d'un bogie à deux essieux à l'avant.

L'American Locomotive C^o est d'ailleurs demeurée partisan de locomotives sans « poney truck » ni bogie.

Détails divers. — Voir fig. 61 à 66.

(1) Outre les surchauffeurs dans les tubes cités, les Mallet 2-6-6-2, 2-8-8-2, 2-10-10-2 de l'Atchison sont pourvus de surchauffeurs (à H.P. et B.P. système Bucks Jacobs).

(2) Notamment aux 2-6-6-2 du Chicago Burlington and Quincy, aux 2-6-8-0 du Gt Northern R.R.

Fig. 63. -- TUYAU FLEXIBLE DE VAPEUR D'ÉCHAPPEMENT
POUR LOCOMOTIVES MALLET BALDWIN.

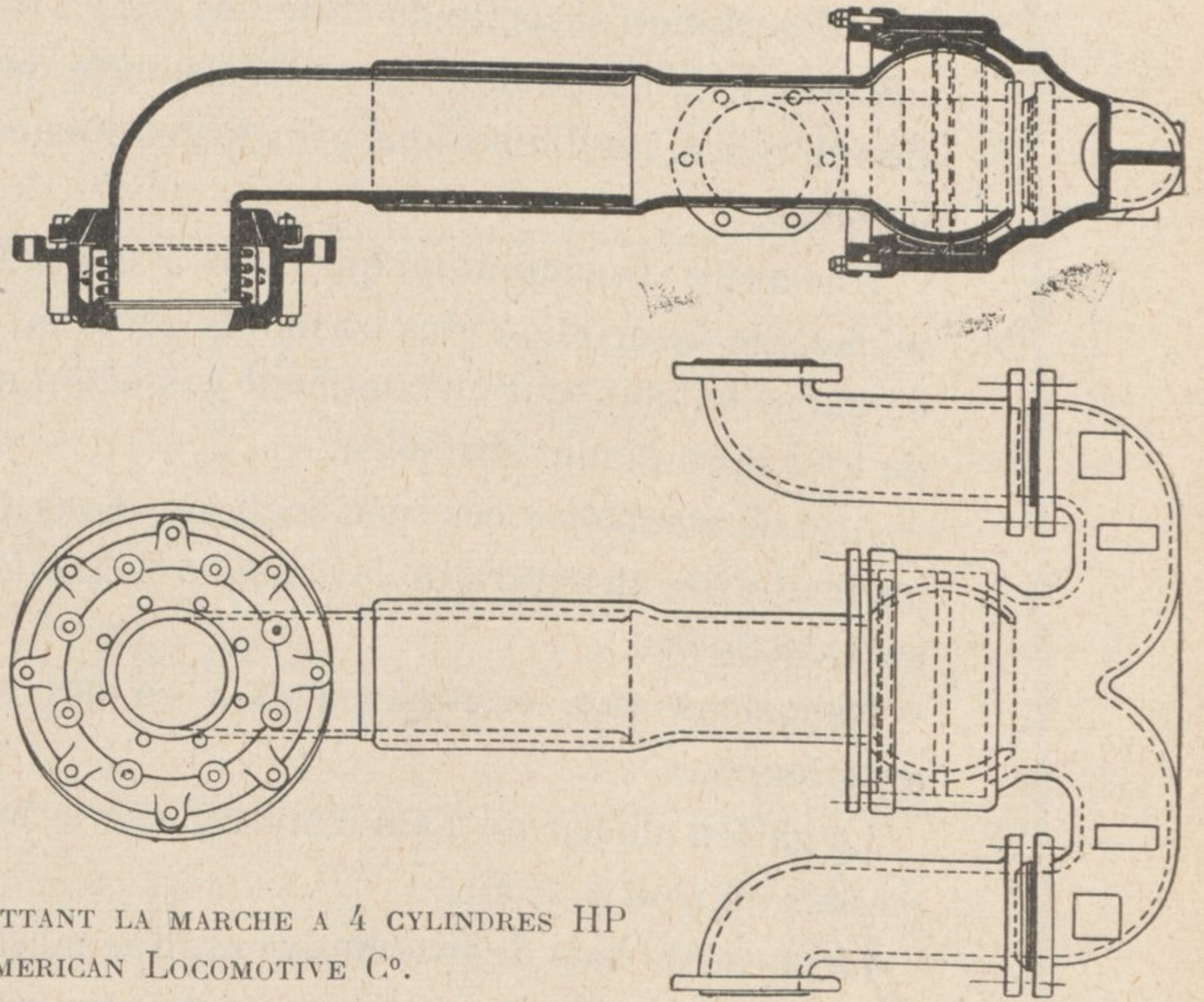


Fig. 62.

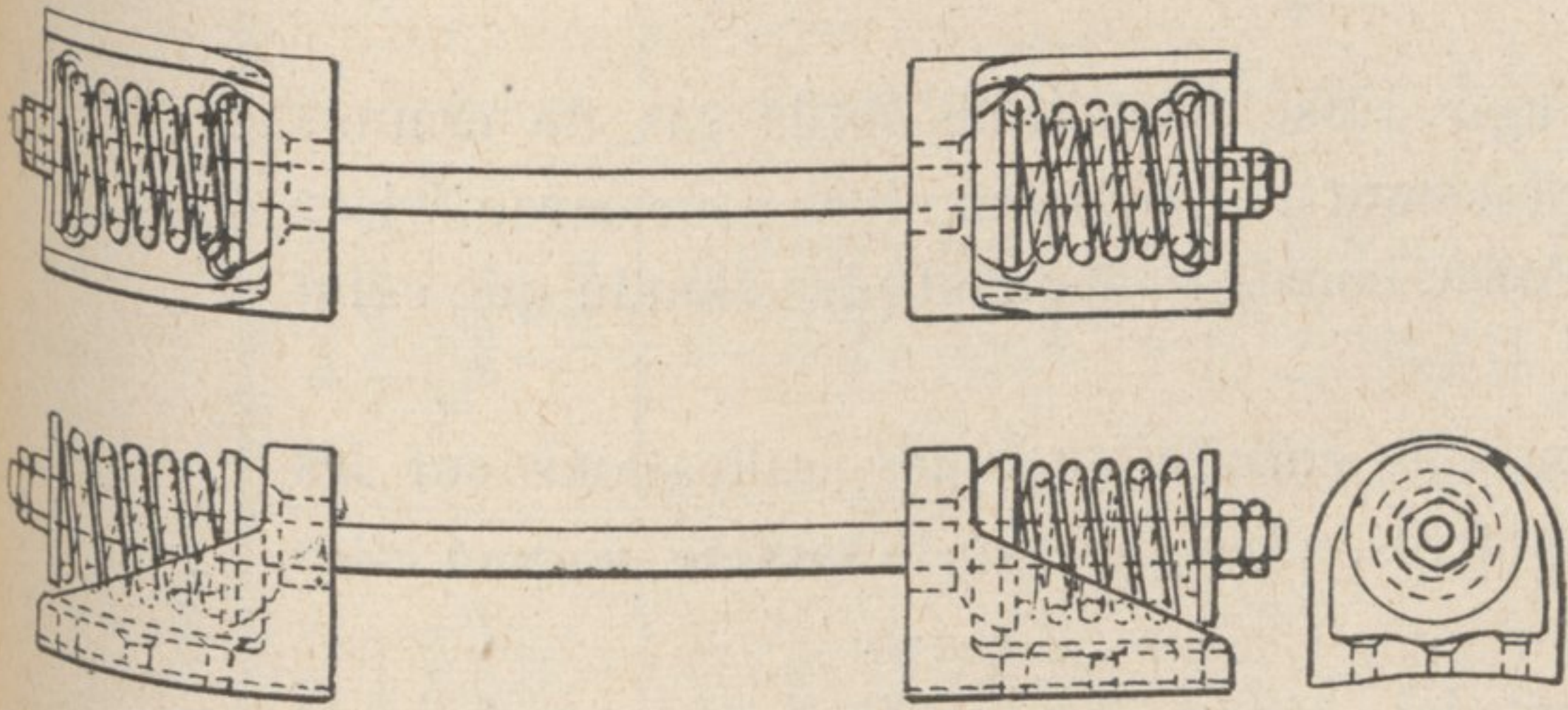


Fig. 64. -- INTERCEPTING VALVE PERMETTANT LA MARCHÉ A 4 CYLINDRES HP
AU LIEU DE COMPOUNDAGE AMERICAN LOCOMOTIVE C^o.

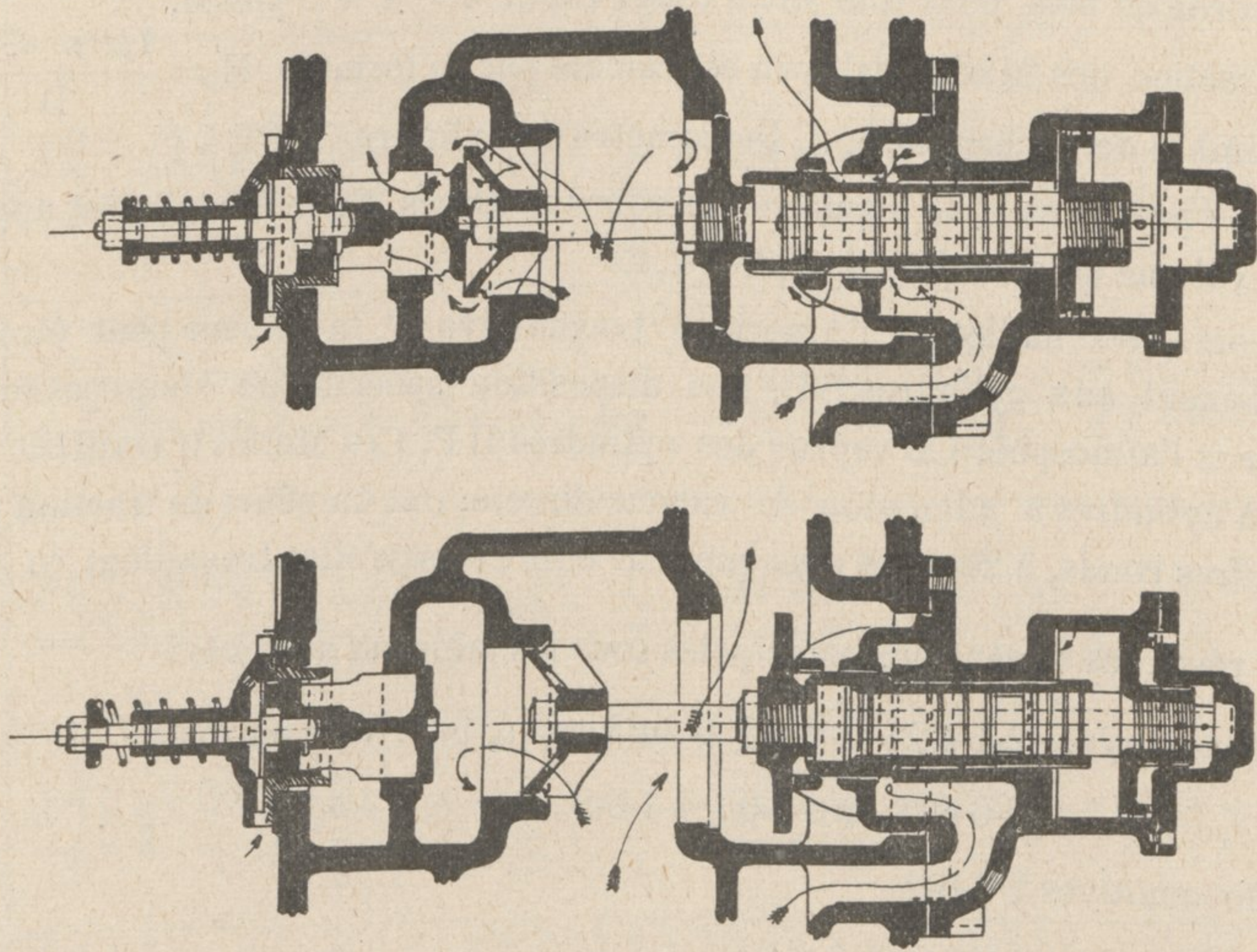


Fig. 65. -- DÉTAIL DE SUSPENSION. -- ERIE R.R.

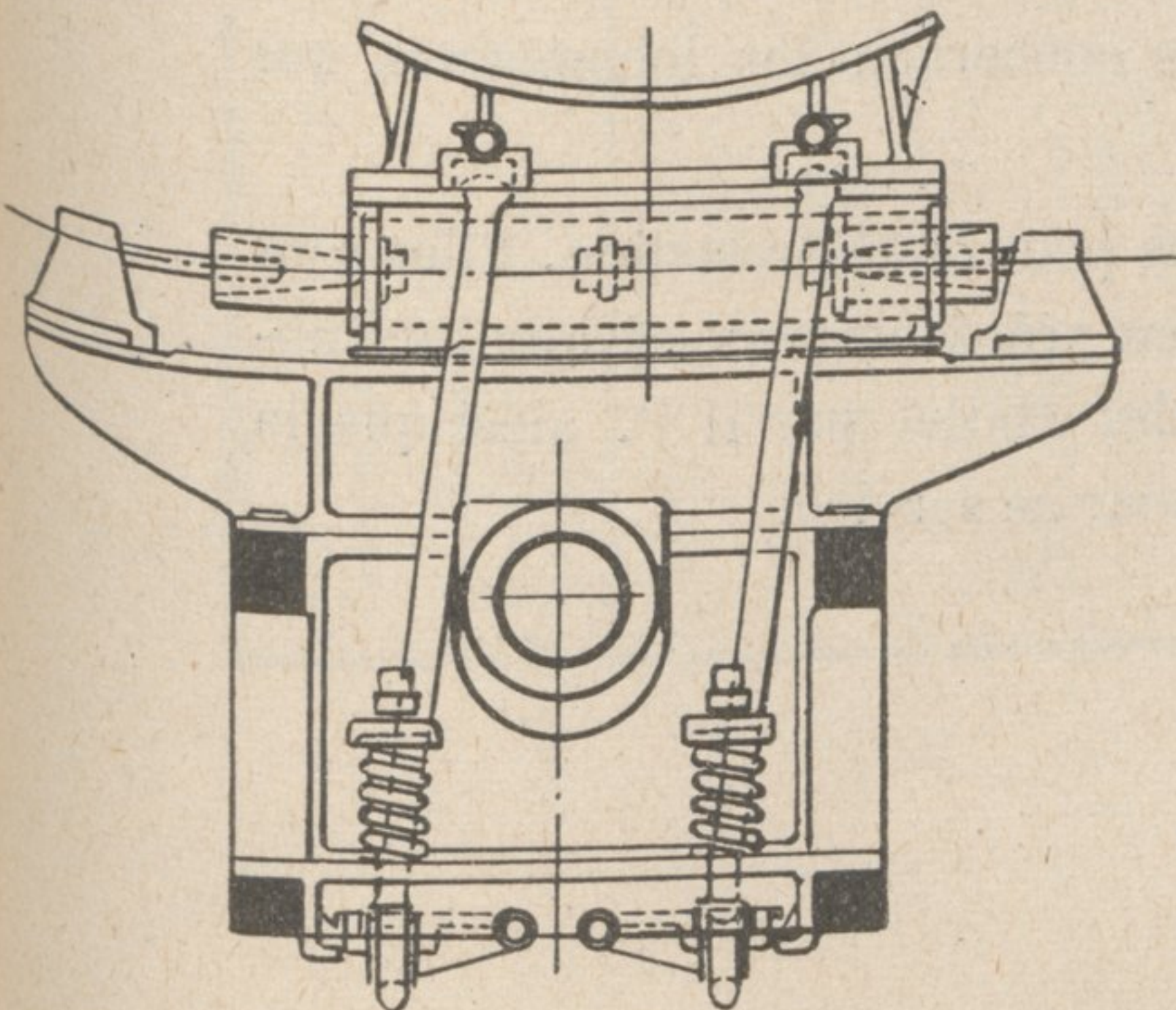
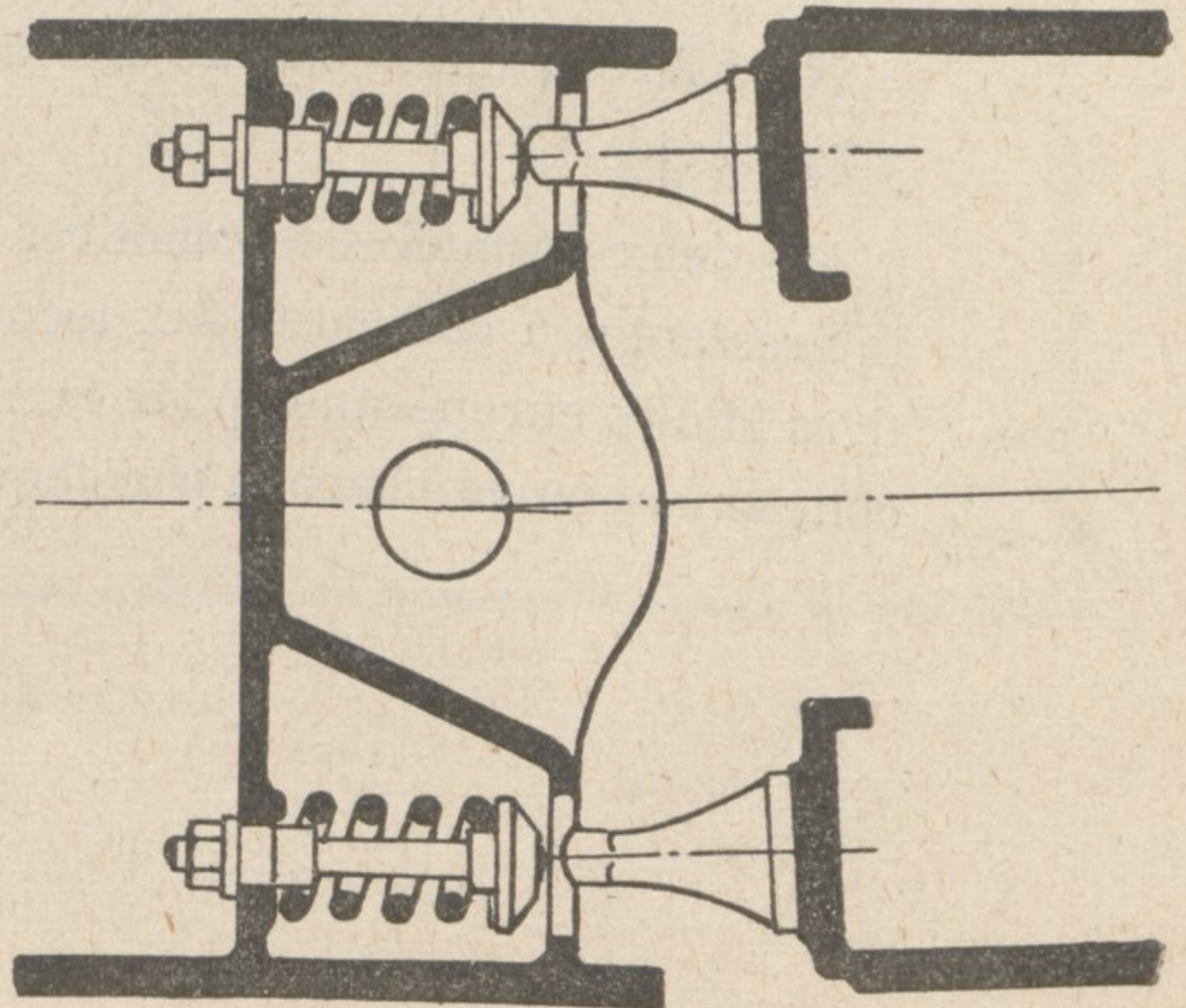


Fig. 66. -- TAMPONS LATÉRAUX A L'ARTICULATION
DU CHASSIS (DELAWARE AND HUDSON RR)
AMERICAN LOCOMOTIVE C^o.



Spécifications. — La « *Revue Générale des Chemins de Fer* » a donné, par intervalles, une description succincte de certaines Mallet récentes. Afin de pouvoir se faire une idée de l'état général de la question nous avons cru utile de grouper sous forme de tableaux, pouvant servir de référence, les dimensions principales d'un certain nombre de Mallet récentes et de puissances diverses.

Une autre considération qui nous a engagé à agir ainsi est qu'il ne suffit pas de donner même une description plus ou moins détaillée de plusieurs de ces locomotives pour caractériser ce qui se fait sur tout un continent possédant un réseau considérablement plus étendu que celui de tout le continent européen.

Afin de compléter ces spécifications, nous donnerons ensuite quelques indications sur les particularités structurales de chacune de ces locomotives, ainsi que sur le service auquel elles sont destinées.

Rappelons que, contrairement à ce qui se fait ici, toutes les surfaces de chauffe sont extérieures.

Le gallon américain a été converti sur la base de 3.7854 lit. par gallon (alors que le gallon anglais en vaut 4,5435).

La corde de bois de locomotive est une mesure de capacité de $2 \times 4 \times 8$ pieds, soit 64 pieds (alors que la corde de bois, pour tout autre usage est de $4 \times 4 \times 8$ pieds).

L'effort de traction des Mallet Baldwin est calculé par la formule $E = \frac{1,2 p d^2-1}{D}$.

p , étant le timbre de la chaudière, d , le diamètre du cylindre H P.

l , la course du piston, et D , le diamètre des roues motrices. Cette formule est applicable pour un rapport de volume de cylindres de 2,30 à 2,40.

Dans les locomotives Mallet de l'American Locomotive Co, la vapeur peut être, à volonté, admise directement aux cylindres B P, une disposition spéciale de soupapes évacuant alors directement dans l'atmosphère la vapeur des cylindres H P. Ces Mallet travaillant en locomotives simples à cylindres à admission de vapeur directe, ont un effort de traction qui peut être évalué, en chiffres ronds, à 20 % de plus que leur effort lorsqu'elles travaillent en compound.

Nous avons réuni les dimensions principales sous les tableaux suivants :

P) locomotives 2-4-4-2; 2-6-6-2 pour logging pour voie normale.

» 0-6-6-0; 2-6-6-0; 4-4-6-2 »

Q) locomotives 2-6-6-2 »

R) locomotives 2-6-8-0 et 0-8-8-0 »

S) locomotives 2-8-8-2 et 2-10-10-2 »

T) locomotives pour divers écartements autres que 1^m,435.

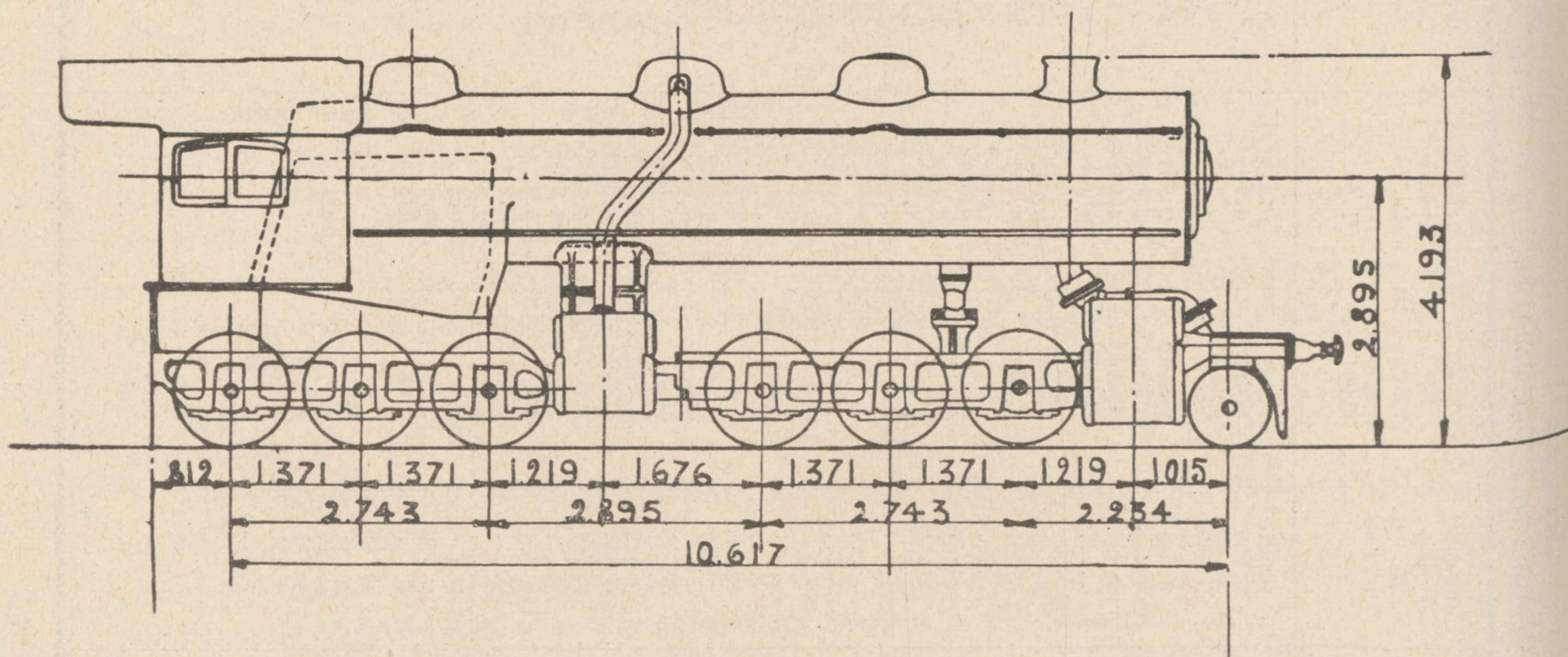
Nous ferons suivre chacun des tableaux de renseignements concernant les locomotives qui y figurent.

Les deux premières locomotives du tableau P sont utilisées pour la déforestation. Elles sont intéressantes à comparer aux locomotives à engrenages citées précédemment et aux locomotives Mallet européennes pour le même service. Le poids des Mallet par H.P. ainsi que la consommation de charbon par cheval-km. sont plus élevés pour ce service.

TABLEAU P. — LOCOMOTIVES MALLET DE CONSTRUCTION AMÉRICAINNE POUR VOIE NORMALE.

Type	0-4-4-2 Little River Baldwin 148 1910	2-6-6-2-T Booth Kelley Baldwin 2 1910	0-6-6-0 Lake Terminal Baldwin 20 1909	0-6-6-0 Baltimore Ohio American 2,400 1904	0-6-6-0 Denver N. W. Pac. American 200	2-6-6-0 Est Français American 6,001	4-4-6-2 Atchison Topeka, S. Fé Baldwin 1,301 1909	0-6-6-0 Canadian Pacific 1910
Compagnie	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Constructeur	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
N° de la locomotive	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Année	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Cylindres	diamètre..... m.	0.432	0.610	0.508	0.521	0.444	0.610	0.864
	diamètre..... m.	0.630	0.940	0.813	0.838	0.711	0.964	0.864
	course..... m.	0.610	0.813	0.813	0.813	0.660	0.711	0.660
	tiroirs.....	plats	3.048	3.048	3.048	2.896	2.997	2.810
	centre..... m.	2.388	3.048	2.134 ext.	2.083 int.	1.626 int.	1.829	.....
	diamètre..... m.	1.524	2.134	16.523	15.82	14.062	14.062	14
	timbre..... k.	14.062	14.41	charbon	.....	charbon	.....	charbon
Combustible	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Tubes à feu	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	nombre.....	221	437	436	409	269	294	.....
	diamètre..... m.	0.051	0.057	0.057	0.057	0.049	0.057	.....
	longueur..... m.	4.877	6.401	6.401	6.401	5.486	5.791	2.775
» éch. eau	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	281-12
	diamètre..... m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2.445
	longueur..... m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	foyer..... m ²	12.3	21.37	20.3	19.1	12.4	18.77	.....
	tubes..... m ²	181.81	499.8	498.5	467.8	224.2	304.25	145
	tubes d'arche..... m ²	.....	2.8	.....	.....	.....	118.82	114
	totale..... m ²	194.1	523.95	518.8	486.9	236.6	443.7	258
Surface réchauffeur	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Surface de surchauffe	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Surface de grille	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Roues	diamètre..... m.	1.118	1.397	1.423	1.397	0.851	0.794	.....
	diamètre..... m.	0.660	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	diamètre..... m.	0.660	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	rigide..... m.	1.524	3.048	3.048	3.048	2.743	1.270	3.148
	moteur..... m.	5.486	7.214	9.347	9.347	8.382	9.246	10.716
	total..... m.	9.753	11.506	9.347	9.347	10.617	15.824	10.716
	locomotive et tender..... m.	16.599	18.358	19.685	.....	.....	28.791	.....
	adhérent..... t.	50.57	158.8	151.727	148.6	82.6	121.6	119
Poids	1 ^{er} truck..... t.	6.4	.....	.....	.....	10.9	26.3	.....
	2 ^e truck..... t.	7.2	.....	.....	.....	.....	22.8	.....
	total..... t.	64.3	158.8	151.727	148.6	93.5	170.7	119
	tender..... t.	36.4	58.9	63.6	.....	.....	106.4	59
	diamètre roue..... m ³	0.762	0.838	0.838	.....	.....	0.870	.....
	eau..... m.	15.1	26.5	26.5	.....	13.	45.4	.....
	charbon..... t.	6.4	10.9	13.6	.....	5.	.....	.....
	pétrole..... t.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	hauteur..... m.	3.975	4.483	4.572	4.814	4.193	4.724	4.630
	largeur..... m.	.....	.....	3.175	3.251	3.048	.....	.....
	longueur..... m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	compound..... k.	10.660	37.422	32.400	33.503	19.200	24.040	.....
Effort max.	simple..... k.	.....	.....	38.782	40.200	23.000	.....	.....
	compound..... k.	.....	.....	4.67	4.43	4.35	.....	.....
	simple.....	.....	.....	3.9	3.694	3.58	.....	.....
Figure	.....	.....	.....	.....	.....	68	.....	.....

Fig. 68. — LOCOMOTIVE 2-6-0 + 0-6-0 DU CHEMIN DE FER DE L'EST FRANÇAIS,
CONSTRUITE PAR L'AMERICAN LOCOMOTIVE C^o.



Locomotive 2-4-4-2 du Little River R.R. — Cette locomotive circule sur des rails de 28 kilos. La ligne présente des rampes de 4 % et des courbes de rayon de 43 mètres.

Locomotive 2-6-6-2 de la Booth Kelley Lumber C^o. — Cette locomotive porte ses approvisionnements : l'eau dans des réservoirs latéraux, le pétrole dans un réservoir à l'arrière. La ligne est armée en rails de 28 kilos, a des rampes de 6,5 % et des courbes de 50 mètres non compensées.

Locomotive 0-6-6-0 du Baltimore and Ohio R.R. — Cette locomotive présente un intérêt spécial en ce qu'elle est la première locomotive Mallet américaine et fut livrée en 1904.

Elle fut mise en service sur la division de Connesville, entre Rockwood et Sant-Pitch (26 km.), section présentant des courbes de 250 mètres de rayon et des rampes atteignant 1 %. Le service était fait par une Consolidation en tête et deux en queue des trains de 1.960 T. La Mallet remplace ces deux dernières, la vitesse moyenne sur le parcours étant de 29 km. Economie de réparations entre le 5-1-1905 et le 31-12-1910, 38 %. (Calcul basé sur la moyenne de réparations de deux Consolidations, sur 13 employées à ce service).

Locomotive 0-6-6-0 du Lake Terminal R.R. — Service de renfort sur un raccordement à Lorain, Ohio. — Rampe maximum 1 % 65. Charge refoulée : 21 wagons, pesant 1.485 T. métriques.

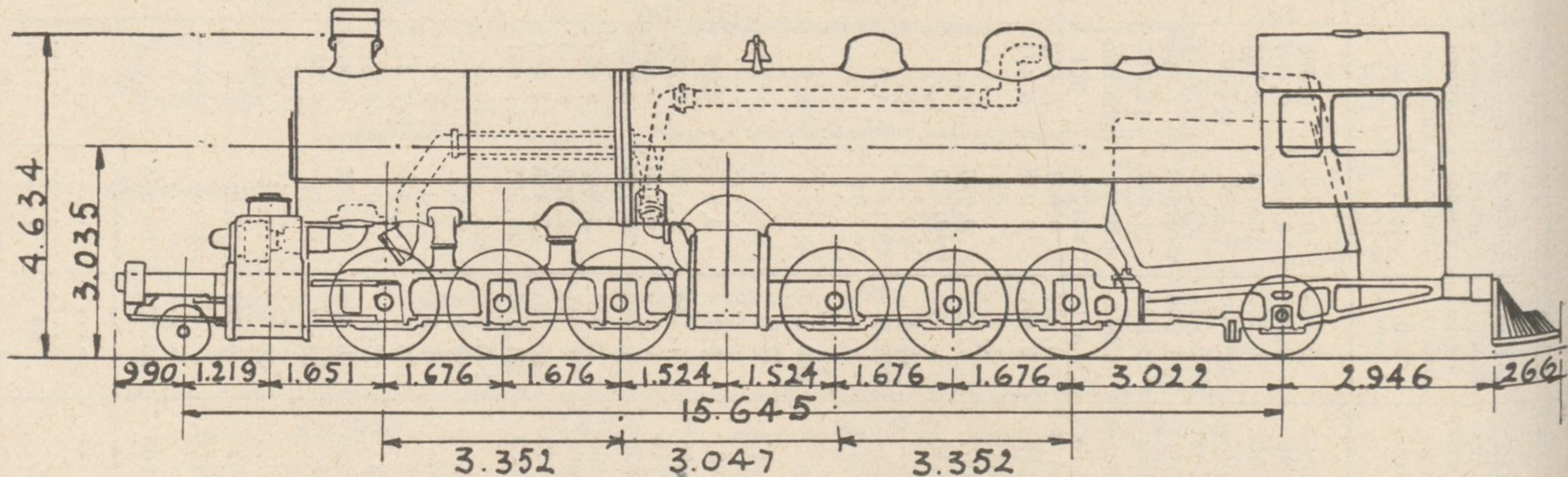
Locomotive 0-6 + 6-0 du Canadian Pacific Ry. — Cette locomotive a été décrite dans la *Revue Générale* de mars 1911.

Elle se caractérise par les points suivants :

Les quatre cylindres sont réunis à la partie centrale de la machine, ce qui réduit le parcours de la vapeur entre eux, mais écarte les trains de roues, le train *A* étant entièrement sous la cabine et le foyer, et le premier essieu *A'* sous la boîte à fumée. Malgré le porte-à-faux des quatre

cylindres à la partie centrale, il n'a pas été jugé nécessaire de les supporter par des essieux-porteurs, comme l'a fait le Chemin de fer du Nord français pour la locomotive du Bousquet.

Fig. 69. — LOCOMOTIVE 2-6-0 + 0-6-2 DE SOUTHERN PACIFIC, MARCHE CABINE AVANT, CONSTRUITE PAR BALDWIN.



La chaudière comporte à l'avant un réchauffeur d'eau d'alimentation suivi d'un surchauffeur. Le réchauffeur est à faisceau tubulaire pareil à celui de la tonne avec lequel il communique par deux tuyaux, l'un à hauteur de l'axe, l'autre à la partie supérieure, et extérieurs tous deux. Le surchauffeur (qui donne 83° de surchauffe) est constitué par 69 éléments verticaux en forme de double boucle chacun, situés en travers du trajet des gaz, entre la chaudière propre et le faisceau tubulaire du réchauffeur d'eau. La longueur de la tonne, correspondant au surchauffeur, est de 1^m,605. Le poids adhérent du train *N* est plus grand que celui d'*AR* (de 4 T.), le premier ayant davantage tendance au patinage, dans les locomotives Mallet.

La locomotive est en service à la traversée des Montagnes-Rocheuses où la ligne présente des rampes de 22^{mm} et deux tunnels hélicoïdaux (de 887 et 980 mètres) avec courbes de 175 m. de rayon, qui ont remplacé, depuis 1908, la ligne « provisoire » en service pendant 24 ans et qui descendait le versant occidental par le « Kicking Horse Pass ». Le tracé abandonné, qui permit d'achever six mois avant les délais la ligne primitive, présentait des rampes de 45^{mm}. La distance actuelle de Montréal à Vancouver, allongée de 6 km. 8, atteint donc 4.676 km. 7.

Locomotive 4-4-6-2 de l'Atchison, Topeka and Santa Fe R.R. — Ce type fut créé fin 1909, en même temps qu'une locomotive 2-8-8-2 qui présente avec elle de nombreuses similitudes (1).

Ses caractéristiques sont les suivantes :

Locomotive affectée au service de voyageurs à grande vitesse (la seule Mallet, qui fasse ce service), d'où grand diamètre de roues motrices, et bogie à l'avant.

Chaudière à joint séparable, dont l'avant contient, faisant suite à la boîte à fumée, un réchauffeur d'eau d'alimentation, une chambre de combustion, un réchauffeur de vapeur, parcouru par celle-ci dans son passage entre les deux paires de cylindres, un surchauffeur de vapeur HP et une chambre de combustion précédant la chaudière proprement dite. Le centre

(1) Voir *Revue Générale* de Mars 1910.

de cette chaudière est relativement bas (2.997), conformément aux principes de ce chemin de fer. Le foyer est du type Jacobs-Shupert.

Les cylindres sont boulonnés aux longerons, et ne sont pas venus de fonte avec la selle.

Le tender ne porte que des approvisionnements liquides (eau et pétrole) et est de section semi-cylindrique.

Les trains que remorquent ces machines franchissent une différence d'altitude de 1.525 mètres au moyen de rampes de 17 à 18^{mm}. La vitesse y est de 40 km. à l'heure.

Locomotives 2-6-6-2. — Ce type, qui est l'un de ceux qui s'est le plus développé, fut créé par les ateliers Baldwin et fut employé, sur une grande échelle, par le Great Northern R.R. en premier lieu, en 1906.

Locomotives 2-6-6-2 du Great Northern R.R. — Ces locomotives (N° 1.800 et suivants) furent mises en service comme machines de renfort en queue des trains remorqués par des Consolidation entre Leavenworth et le célèbre tunnel des Monts Cascade, soit une distance de 52 km., en rampe de 2,2 % avec des courbes de 182 mètres de rayon. Avec une Consolidation en tête, le poids du train (non compris les locomotives) est de 1.086 T. dont 725 pour la Mallet. L'économie de charbon par tonne-km, comparée aux Consolidation qui faisaient les trains précédemment, est de 46 ‰.

Devant ces résultats, le Great Northern R.R. fit construire des Mallet d'un type un peu plus léger (N° 1810) pour service de pleine voie de Leadenworth à Spokane, 317 km. avec nombreuses rampes de 1 %. Elles y remorquent des trains de 1.315 T., et atteignent des vitesses allant jusque 48 km. à l'heure sur les parties faciles. Economie, basée sur cinq mois de 1907 : 31 1/2 ‰ par tonne-km. Economie de réparations, pendant la même période, 19 %.

Locomotive 2-6 + 6-2 du Northern Pacific. — Ces locomotives sont très analogues aux précédentes. Elles effectuent un service de renfort de Livingstone à Bozeman-Pass-Tunnel, 20 km. avec rampes max. de 2,2 % et courbes de 218 mètres de rayon, le train étant remorqué par des Consolidation ou des Mikado. Charge correspondant à la Mallet : 771 T.

Locomotives 2-6 + 6-2 du Carolina, Clinchfield and Ohio R. R. — Ce type date de 1909 et effectue les trains de charbon sur rampes de 0,005. Il a un réchauffeur dans la boîte à fumée.

Locomotives 2-6 + 6-2 de l'Atchison Topeka and Santa Fe R. R. (Fig. 70 à 72). — Ces locomotives, dont la Compagnie possède un très grand nombre, sont pourvues d'une chaudière analogue à celles des locomotives 4-4-6-2 et 2-8-8-2, que la Compagnie avait fait construire précédemment.

Le foyer est du type Jacobs-Shupert. La chaudière séparable contient, derrière la boîte à fumée, un réchauffeur d'eau d'alimentation traversé par un faisceau tubulaire et des chambres de combustion, de part et d'autre de surchauffeurs de vapeur à basse et à haute pression système Bucks-Jacobs. Ces surchauffeurs sont traversés par un même faisceau tubulaire et séparés par une plaque tubulaire à travers laquelle ce faisceau est dudgeonné.

Ces locomotives sont en service sur le "Belen cut off" présentant des rampes de 0,006, où elles remorquent des charges de 2.177 T.

La Compagnie en acquit un premier lot de 40 en 1910, dont 28 à chaudière droite, 10 à chaudière wagon top et 2 à chaudière articulée (voir ci-après). Les dimensions sont pareilles.

Fig. 70. — LOCOMOTIVE MALLET A VOYAGEURS 2-6 + 6-2 DU CHEMIN DE FER D'ATCHISON TOPEKA AND SANTA-FÉ, CONSTRUITE PAR BALDWIN.

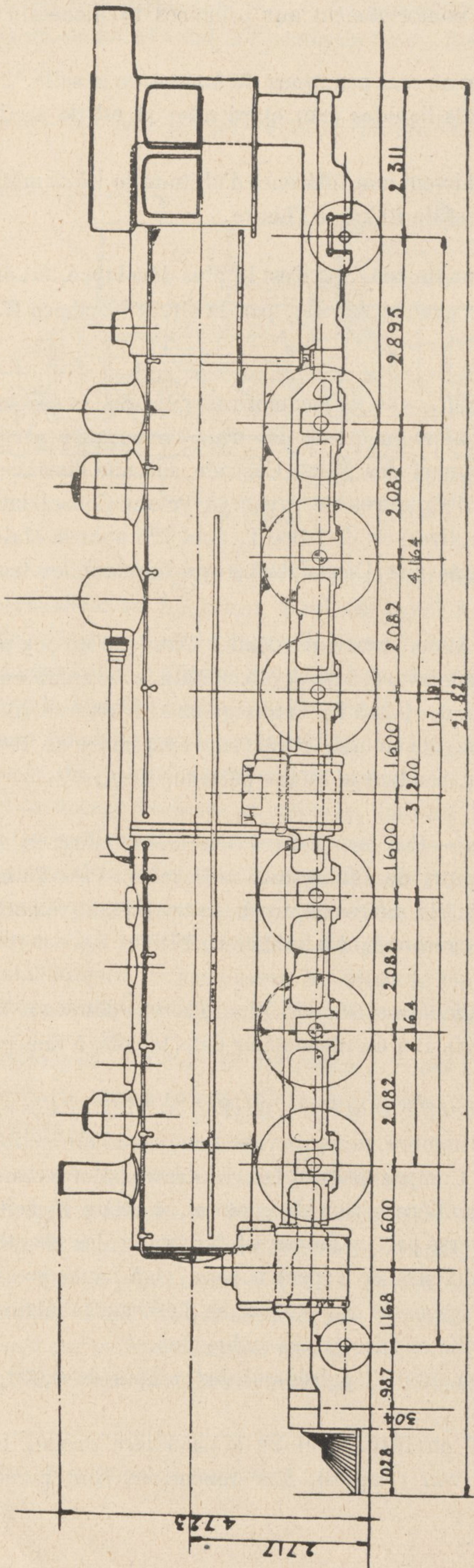
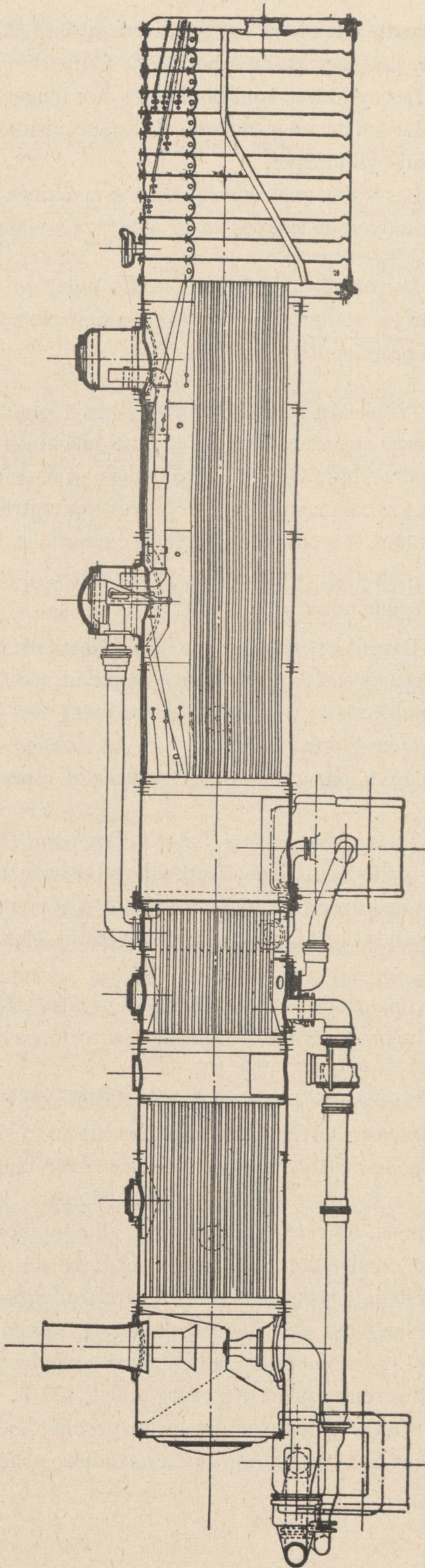
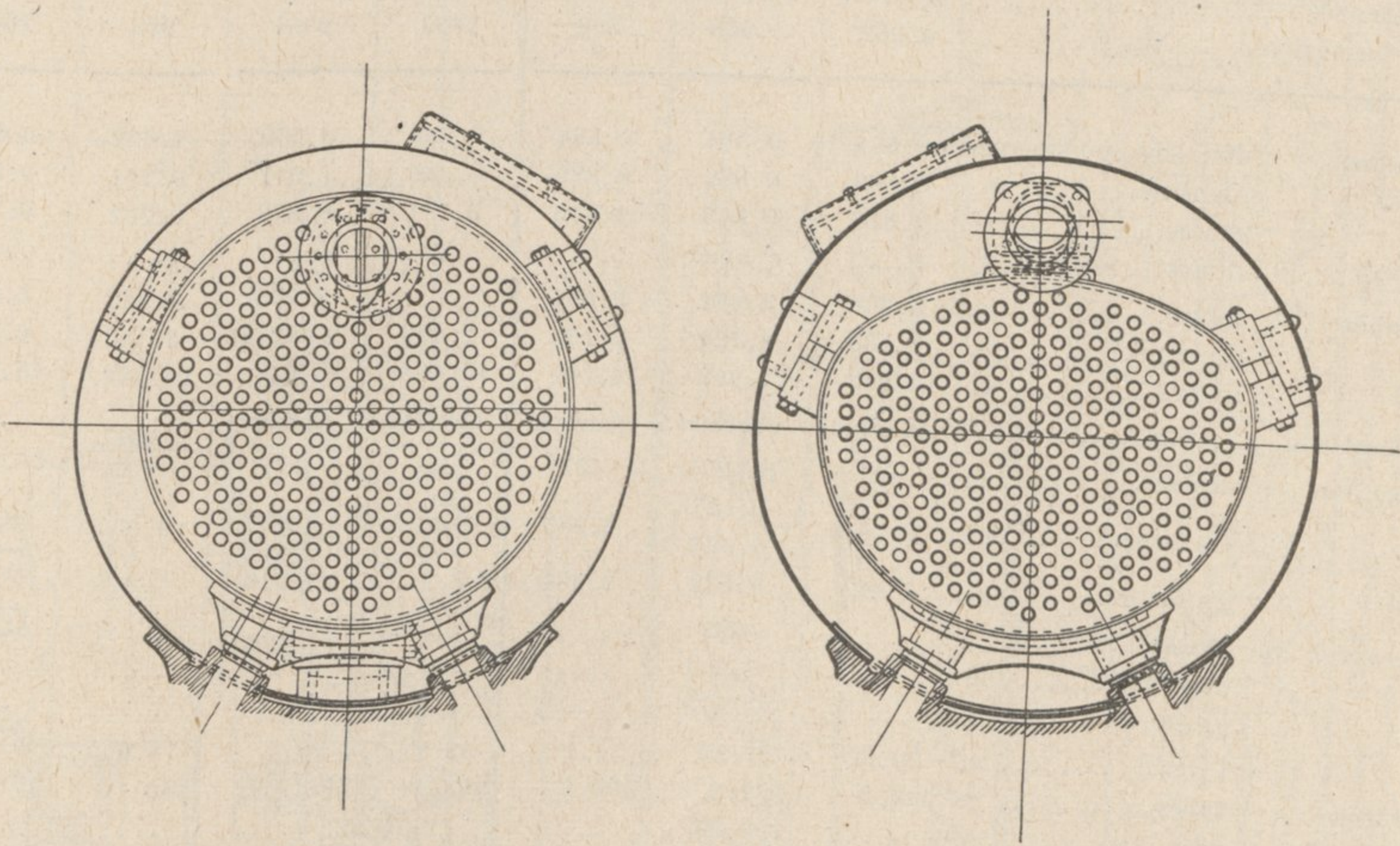


Fig. 71. — LOCOMOTIVE MALLET 2-6 + 6-2 CHEMIN DE FER D'ATCHISON TOPEKA AND SANTA-FÉ, DÉTAILS DE LA CHAUDIÈRE.



pour toutes les locomotives, les conduites sont extérieures pour les locomotives à chaudière non articulée seulement.

Fig. 72. — DÉTAILS DE LA CHAUDIÈRE.



Un deuxième lot de 20 suivit, et fut complété par un certain nombre de locomotives type Prairie, que la Compagnie convertit en Mallet dans ses ateliers de Topeka.

Locomotives 2-6 + 6-2 du Chicago Burlington and Quincy R. R. — Cette Compagnie emploie des locomotives Mallet depuis 1908. Ce type-ci date de 1910. La chaudière séparable contient un surchauffeur de vapeur HP dans la tonne AR, système Emerson, un surchauffeur de vapeur BP, dans la partie avant de la tonne, et un réchauffeur d'eau d'alimentation exceptionnellement grand (202 m. c.) à l'intérieur duquel passe le faisceau tubulaire de ce surchauffeur réuni dans un tube. Ces locomotives sont chauffées au lignite.

Locomotives 2-6 + 6-2 du Southern Pacific R. R. — Ces locomotives sont en service sur le Galveston, Harrisburg and San Antonio Ry et chauffées au pétrole, qui est injecté par l'AR du foyer. La chaudière contient un réchauffeur d'eau d'alimentation.

Locomotives 2-6 + 6-2 du Southern Pacific R. R. — Ces locomotives (datant de 1910) ont remplacé pour le service des voyageurs la double traction effectuée par des locomotives ten wheel.

La chaudière est séparable et contient un réchauffeur d'eau d'alimentation, mais pas de surchauffeur. Le combustible employé est le pétrole, ce qui permet à ces locomotives de rouler cabine avant, le tender derrière la cheminée. Celui-ci est semi-cylindrique, avec bogies à 3 essieux.

TABLEAU R. — LOCOMOTIVES MALLET DE CONSTRUCTION AMÉRICAINE.
TYPES 2-6-8-2 ET 0-8-8-0.

Type.....	2-6-8-0	2-6-8-0	2-6-8-0	0-8-8-0	0-8-8-0	0-8-8-0	0-8-8-0	
Compagnie.....	Southern	Great Northern	Alabama Gt South	Delaware Hudson	Baltimore Ohio	Norfolk Western	Erie	
Constructeur.....	Baldwin	Baldwin	Baldwin	American	American	American	American	
N° de locomotive.....	4.002	1.959	300	1600	2401	993	2600	
Cylindres	diamètre..... m.	0.584	0.584	0.584	0.660	0.660	0.622	0.635
	diamètre..... m.	0.889	0.889	0.889	1.041	1.041	0.991	0.991
	course..... m.	0.813	0.813	0.813	0.711	0.813	0.762	0.711
	tiroirs.....	.....	cylind.	.....	.....	.....	.....	.....
Chaudière	centre..... m.	3.308	3.042	3.061	.....	3.073	3.048	3.048
	diamètre..... m.	2.133	2.124	2.133	2.286	2.083 int.	2.130	2.086
	timbre..... k.	14.062	14.062	14.062	15.468	14.77	14.062	15.117
Combustible.....	charbon	charbon	charbon	charbon	charbon	.....	.....
Tubes feu	nombre.....	437	32-275	437	446	277	367	404
	diamètre..... m.	0.057	0.127 0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
	longueur..... m.	6.401	4.572	6.401	7.315	7.315	7.315	6.401
Tubes réch. eau	nombre.....	.....	582	.....	.....	.....	.....	.....
	diamètre..... m.	.....	0.057	.....	.....	.....	.....	.....
	longueur..... m.	.....	1.575	.....	.....	.....	.....	.....
Surface de chauffe extérieure	foyer..... m ²	20.52	20.89	21.1	32.8	29.9	18.6	31.8
	tubes..... m ²	500.2	282.2	500.2	583.04	483.59	482	461.9
	réch. eau..... m ²	.....	165.38	.....	.....	.....	.....	.....
	tubes d'arche..... m ²	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	totale..... m ²	520.7	468.22	521.3	615.84	513.45	500.5	493.7
Surface	réchauff..... m ²	59.3	.....	59.3	.....	.....	.....	.....
	surchauffe..... m ²	.....	44.59	.....	.....	93	.....	.....
	grille..... m ²	7.246	7.246	7.246	9.29	9.29	6.97	9.29
Roues	diamètre..... m.	1.422	1.397	1.422	1.295	1.423	1.423	1.295
	diamètre..... m.	0.762	0.762	0.762	.....	.....	.....	.....
	diamètre..... m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Empatement	rigide..... m.	4.572 3.048	4.572 3.048	4.572 3.048	4.496	4.572	4.724	4.343
	moteur..... m.	10.490	10.668	10.490	12.243	12.395	12.548	11.938
	total..... m.	13.208	13.386	13.208	12.243	12.395	12.548	11.938
	loc. et tender..... m.	21.806	23.229	21.806	23.044	.....	22.199	.....
Poids	adhérent..... t.	150.9	163.1	150.9	202	209	170.9	185.970
	1 ^{er} truck..... t.	14	8.5	14	.....	.....	.....	.....
	2 ^e truck..... t.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	total..... t.	164.9	171.6	164.9	202	209	170.9	185.970
Tender	poids..... t.	77.8	67	77.8	75.7	83.4	66.6	.....
	diam. roues..... m.	0.838	0.927	0.838	0.838	.....	.....	.....
	eau..... m ³	34.07	26.3	34.07	34.07	.....	34.07	.....
	charbon..... t.	11.8	11.8	11.8	12.7	.....	12.7	.....
	pétrole..... t.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Maximum	hauteur..... m.	4.781	4.870	4.600	4.877	4.724	4.715	4.718
	largeur..... m.	.....	.....	.....	3.454	3.505	3.277	3.353
	longueur..... m.	.....	.....	.....	27.594	28.432	27.120	.....
Effort	compound..... k.	.....	33.475	32.976	47.627	47.627	38.555	42.910
	simple..... k.	.....	.....	.....	57.153	57.153	46.266	51.619
Coeff. adh.	compound.....	.....	.....	.....	4.24	.....	.....	4.33
	simple.....	.....	.....	.....	3.53	.....	.....	3.60
Figures.....	.....	.....	.....	74	.....	.....	73	

Fig. 73. — LOCOMOTIVE 0-8-0 + 0-8-0 A DEUX CABINES DE L'ÉRIE R.R., CONSTRUITE PAR L'AMERICAN LOCOMOTIVE CO.

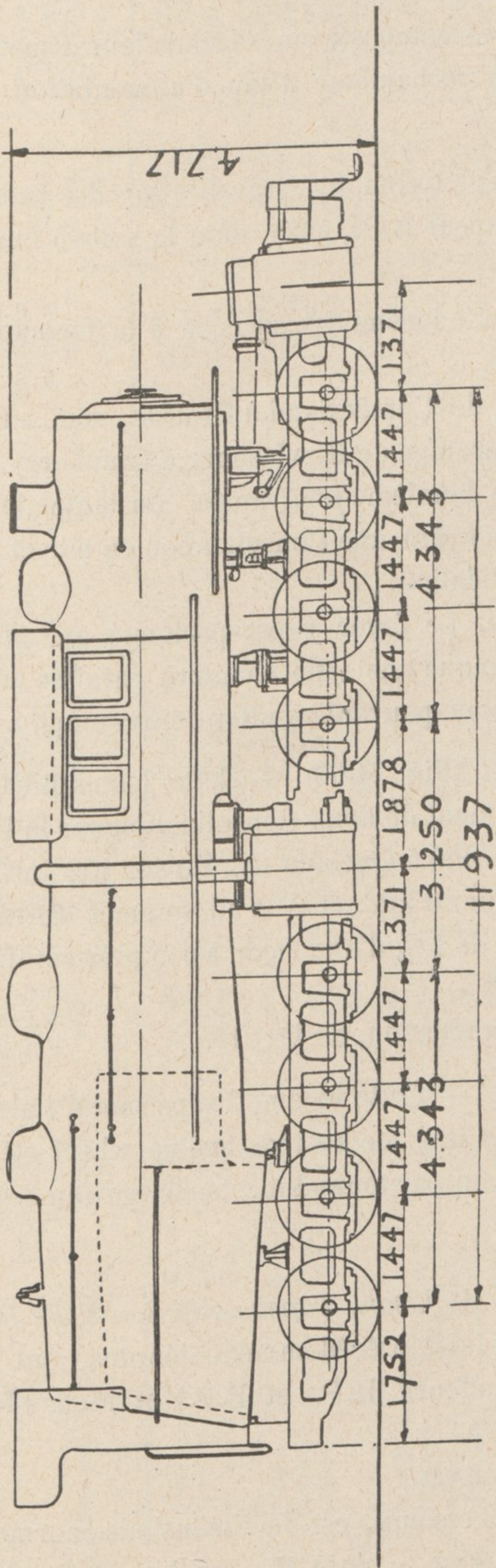
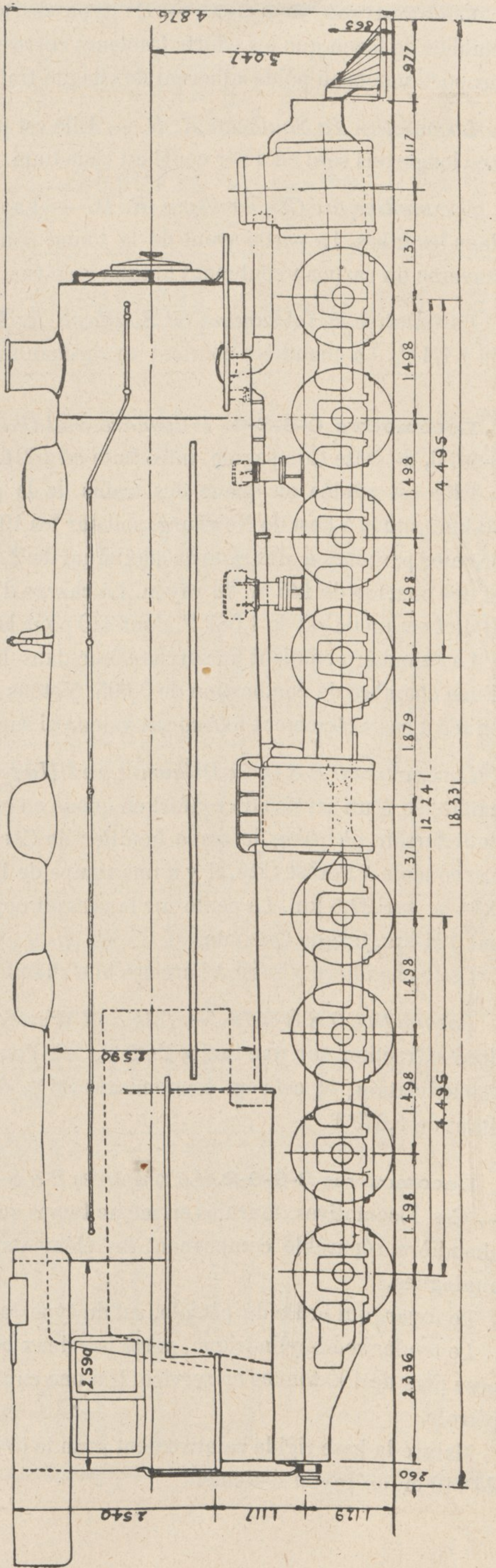


Fig. 74. — LOCOMOTIVE 0-8-0 + 0-8-0 DU DELAWARE AND HUDSON R.R., CONSTRUITE PAR L'AMERICAN LOCOMOTIVE CO.



Locomotives 2-6-8-0. — Ce type de locomotives exige que les distributions soient établies de façon que les efforts tracteurs correspondants aux deux groupes de cylindres soient proportionnels au poids adhérent de chaque train de roues.

Locomotive du Southern R. R. — Elle est pourvue d'un réchauffeur dans la boîte à fumée. Les longerons sont en acier coulé au vanadium.

Locomotive du Gt Northern R. R. — La chaudière comporte un surchauffeur Emerson dans les tubes. La partie avant de la tonne contient un réchauffeur d'eau d'alimentation que traverse un carneau contenant le tube receiver.

Locomotive de l'Alabama Gt Southern R. R. — Cette locomotive travaille sur des rampes de 1 1/4 ‰. La chaudière contient un surchauffeur de vapeur B.P., placé dans la boîte à fumée.

Locomotive 0-8-8-0. Baltimore and Ohio. — Cette locomotive succéda à la locomotive 0-6-6-0, de cette Compagnie, introduite en 1904.

Elle est attelée en queue des trains de la division de Cumberland à Grafton, soit sur les 10 km. situés à l'est de Newburg, soit sur les 19 km. de rampe de Rowlesburg à Cranberry. Le premier parcours a des rampes maximum de 2,27 ‰, le deuxième une rampe constante de 2,2 et des courbes de 145 m. de rayon. La charge d'un train ayant une Consolidation en tête et une Mallet en queue est de 1.587 T. dont 430 pour la Consolidation.

La chaudière contient un surchauffeur dans les tubes. Le foyer y est prolongé au moyen d'une chambre de combustion de 0,995. Notons que, quoique une telle chambre paraisse utile, on n'est pas exactement fixé sur sa valeur ni sur l'économie pouvant résulter de son emploi.

Locomotive 0-8-8-0 du Delaware and Hudson R. R. (Fig. 74-66). — Cette locomotive est employée à un service de renfort en queue en remplacement de deux Consolidation sur la ligne de Jefferson, où passe le trafic houiller de Carbondale (Pa) à Oneonta (N. Y.) sur 153 km. De Carbondale à Forest City, il y a une rampe de 1,36 ‰ sur 10 km., et d'ici au sommet d'Ararat, 0,81 ‰ sur 22,5 km. La pente sur le versant opposé est de 1 ‰ d'une façon à peu près continue, sur 121 km. jusque Oneonta.

Cette chaudière a aussi à l'arrière une chambre de combustion, de 1^m, 219.

Locomotive 0-8-8-0 du Norfolk and Western R. R. — Cette locomotive permet d'éviter la double traction sur une rampe de 2 ‰, où l'on utilisait une locomotive twelve wheel et une Consolidation, et cela en économisant 36 ‰ de charbon par tonne-km., la charge remorquée étant de 1.070 T.

Locomotives 2-8-8-2. Locomotives 2-8-8-2 de la Atchison. Topeka and Santa Fé R. R. — Ces locomotives, fournies en même temps que les 4-4-6-2 précédemment décrites, ont une chaudière séparable comprenant les éléments surchauffeurs (H.P. et B.P.) et réchauffeurs analogues.

Le foyer, qui brûle du pétrole, est du type Jacobs-Shupert.

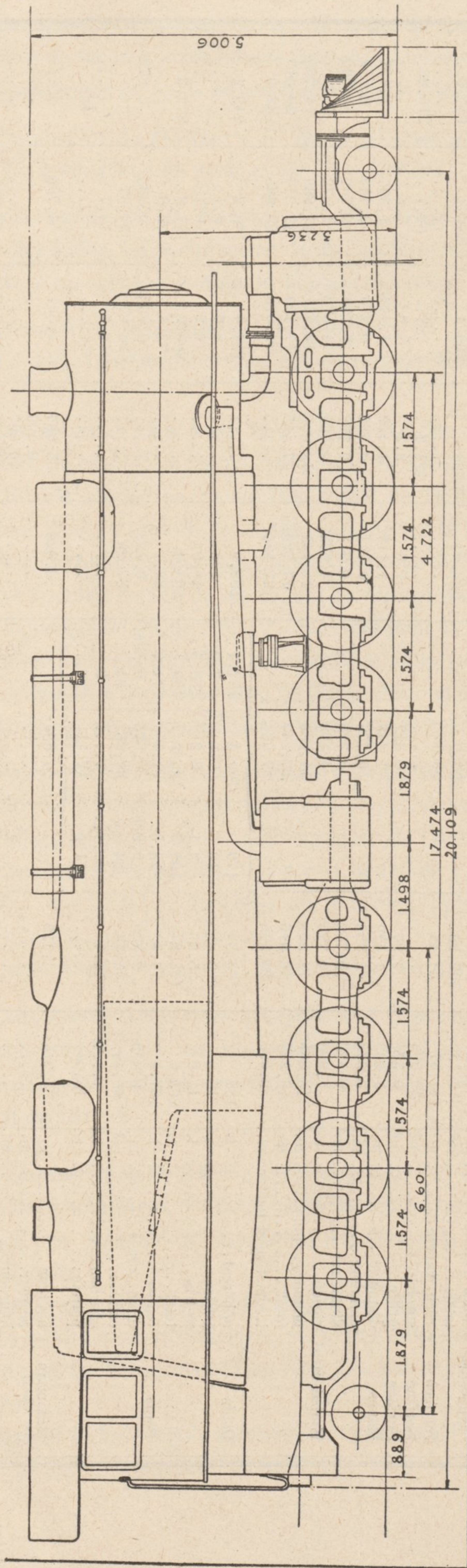
Le tender semi-cylindrique, porté par deux bogies à 3 essieux, est de dimensions énormes et pèse plus de 100 tonnes en service. Il a une capacité de 60 m. c. dont 45 pour l'eau et 15 pour le pétrole.

Malgré la base rigide relativement grande (5^m,029) cette locomotive circule dans des courbes de 110 m. de rayon seulement.

TABLEAU S. — LOCOMOTIVES MALLET DE CONSTRUCTION AMÉRICAINE. TYPES 2-8-8-2 ET 2-10-10-2.

Type.....	2-8-8-2	2-8-8-2	2-8-8-2	2-8-8-2	2-8-8-2	2-8-8-2	2-8-8-2	2-8-8-2	2-8-8-2	2-10-10-2
Chemin de fer.....	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Constructeur.....	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Numéro de la locomotive.....	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Année.....	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Cylindres	diamètre..... m. diamètre..... m. course..... m. tiroirs..... m. centre..... m. diamètre..... m. timbre..... k.	0.622 0.991 0.762 cylind. 3.023 2.032 14.062 charbon 350	0.660 0.965 0.864 cylind. 3.048 2.134 15.468 pétrole 387	0.660 0.762 cylind. 3.048 2.134 14.062 pétrole 401	0.660 0.762 cylind. 3.048 2.134 14.062 pétrole 401	0.660 1.016 0.813 3.124 2.184 14.77 charbon 401	0.711 1.118 0.813 3.239 2.489 int. 14.062 charbon 334-48	0.660 1.016 0.813 3.112 2.133 14.062 charbon 401	0.660 1.016 0.813 3.036 2.133 14.062 charbon 36-260	0.700 0.960 0.813 1.975 ext. 10.2 pétrole 377
Combustible.....	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Tubes en feu nombre.....	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
» réch. eau nombre.....	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Surface	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
de chauffe	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
extérieure	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Surface	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Surface	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Roues	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Empatement	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Poids	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Poids	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Maximum	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Effort	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000
Figures.....	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 1700 1909	Norfolk & Western Baldwin 898	Southern Pacific Baldwin 4004 1909	Southern Pacific Baldwin 4022	Oregon R. R. N. Baldwin 452	Virginia Baldwin 600	Virginia American Baldwin 604	Duluth Baldwin 205	St-Louis Iron M. & W. Baldwin 4.000	Atchison Topéka S. Fé Baldwin 3000

Fig. 75. — LOCOMOTIVE MALLET 2-8-8-2 DU VIRGINIAN R.R., CONSTRUITE PAR L'AMERICAN LOCOMOTIVE C^o.



Locomotives 2-8-8-2 du Norfolk and Western R. R. — La chaudière séparable contient un réchauffeur d'eau et un surchauffeur de vapeur B.P. dans la boîte à fumée.

Service sur des rampes de 2% avec courbes non compensées de 218 m. de rayon. Moindres courbes en pleine voie : 145 m. de rayon.

Locomotives 2-8-8-2 des Associated Lines. — Les Associated Lines comprennent diverses compagnies de Chemins de fer notamment la Southern Pacific R. R., l'Union Pacific R. R. et l'Oregon R. R. and Navigation C^o.

La division de Sacramento du Central Pacific R. R. est un tronçon de la ligne transcontinentale via Ogden, exploitée par le Southern Pacific, situé sur le versant occidental de la Sierra Nevada, la plus occidentale des chaînes constituant les Montagnes Rocheuses.

Sacramento est à une altitude de 9 m., Roseville (km. 29) est à 49 m. et le point culminant au 169^e km. est à 2.139 m. Après Roseville, la montée s'effectue par une rampe de 6 km. à 1,5% jusque Rocklin, 51 km. d'une rampe moyenne de 2%, suivi d'un parcours plus facile jusque Colfax. Puis viennent 82 km. de rampe continue de 2,15 à 2,2%.

En 1909, deux Mallet du type 2-8-8-2, brûlant du pétrole, furent fournies pour effectuer les trains de marchandise directs sur ce tronçon, et furent suivies en 1910 d'un certain nombre de locomotives de même dimension que l'on répartit entre le Southern Pacific R. R., l'Oregon R. R. et l'Union Pacific (N^o 2.002 et suivants). Les locomotives du Southern Pacific eurent le tender placé du côté de la boîte à fumée afin d'augmenter la visibilité, ce qui était faisable la locomotive brûlant du pétrole. Les autres, qui brûlaient du charbon, eurent le tender à la place habituelle.

La chaudière séparable contient un réchauffeur d'eau et un surchauffeur de vapeur BP.

4634

D'autres locomotives de dimensions presque identiques furent fournies, depuis, à ces chemins de fer ainsi qu'au Northern Pacific RR.

2-8-8-2 du Virginia R. R. — La Virginian R. R. a successivement mis en service trois types de locomotives Mallet, 2-6-6-0, 2-8-8-0 et 2-8-8-2, de puissance accrue chaque fois. Elles sont employées notamment entre Elmore et Clark's Gap (division de Deepwater) où, sur un parcours de 23 km., il y a 18,5 km. de rampe de 0,027 %.

Le premier type 2-8-8-2 construit par Baldwin en 1910 peut passer dans des courbes de 85 m. de rayon. La chaudière est séparable et contient un réchauffeur d'eau et un surchauffeur d'eau B. P. composé de 31 tubes de 0,051 de diamètre, situés dans un carneau de 0,533 de diamètre qui traverse le réchauffeur.

Le nouveau type 2-8-8-2 (N° 604, en quatre exemplaires) fut construit par l'American Locomotive Co, et est la plus puissante locomotive 2-8-8-2 (Fig. 75). La chaudière contient, à sa partie centrale, une chambre contenant un surchauffeur constitué par 48 éléments de 0^m,140 de diamètre à double boucle.

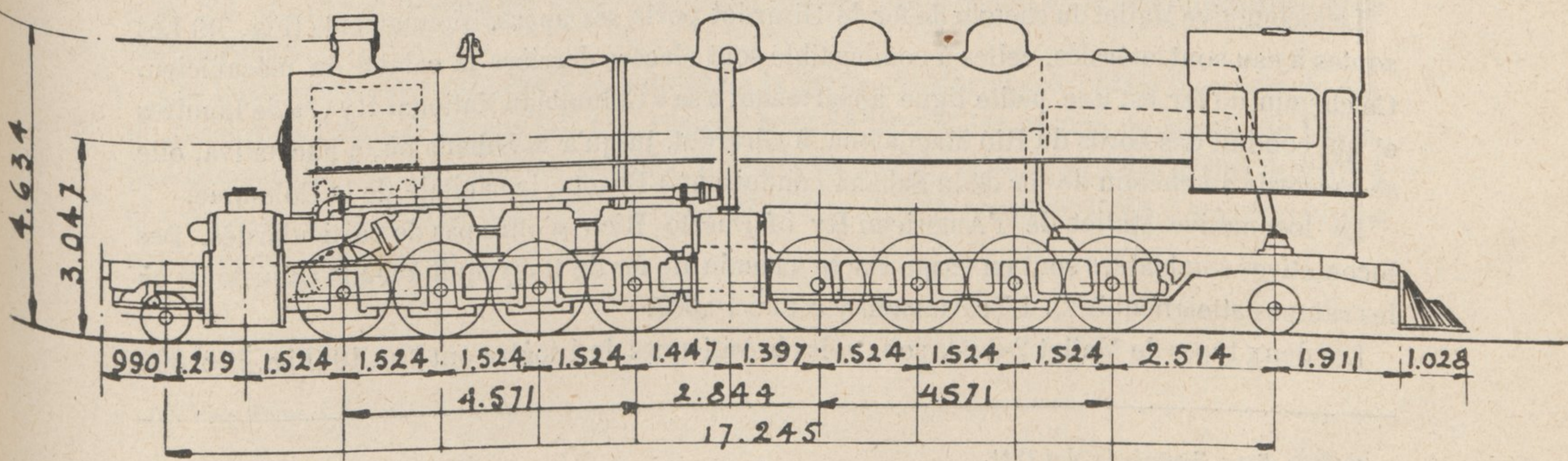
La voûte du foyer est supportée par des tubes à eau de 0,089 de diamètre qui augmentent la surface de chauffe directe et activent la circulation (Fig. 67). On a employé, dans une large mesure, l'acier au vanadium, notamment pour les châssis, les crossettes, les bandages, ressorts de truck, essieux moteurs, etc. D'autres pièces sont en fonte au vanadium.

Des trains de 3.782^T franchissent ces rampes, remorqués par une Mallet Baldwin en tête (41.731 kilos d'effort de traction) et deux de ces Mallet-ci en queue.

5° *Locomotives 2-8-8-2 du Duluth Missabe and Northern R. R.* — Ces Mallet, semblables à celles du Virginian R. R., font un service de refoulement de wagons vides entre les Docks de Duluth et la gare de formation de Proctor, la ligne, longue de 40 km., présentant des rampes de 2,2 % avec des courbes compensées de 290 m. à 175 m. La charge de 55 wagons de 14,6^T (et un fourgon de 9) parcourt la ligne à une vitesse de 49 km. à l'heure.

6° *Locomotives 2-8-8-2 du St-Louis. Iron Mountain and Southern R. R.* — (Fig. 76). Ces locomotives sont utilisées comme locomotives de manœuvre dans les parcs de triage par gravité et sont, en conséquence, pourvues d'une valve de démarrage automatique, de façon que le démarrage s'effectue toujours, les machines travaillant en simple expansion.

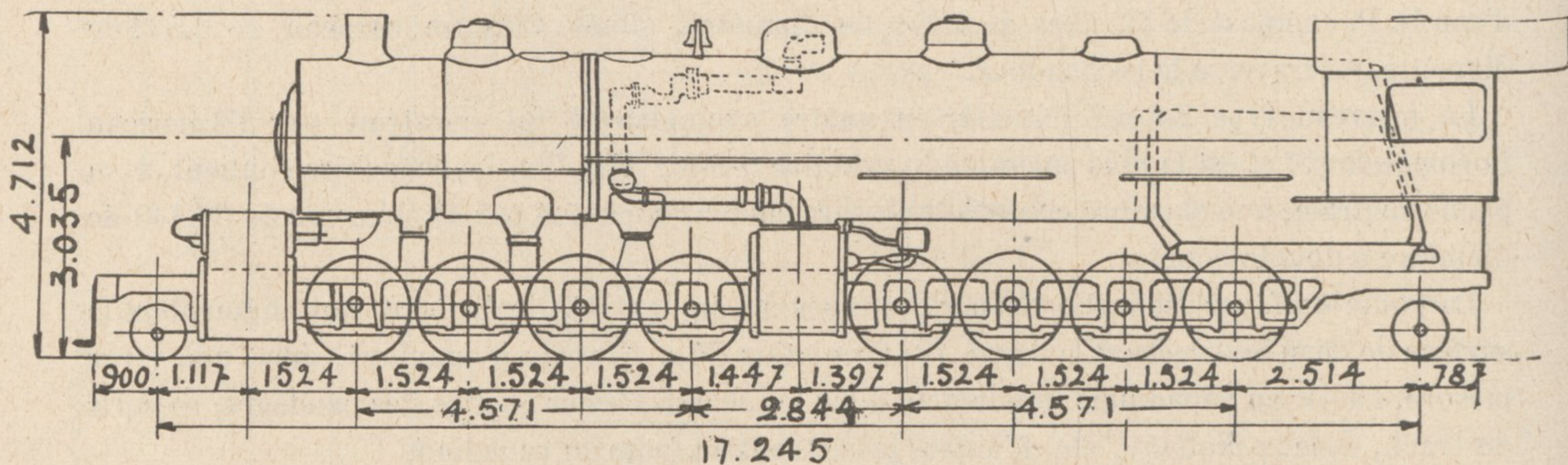
Fig. 76. — LOCOMOTIVE 2-8 + 8-2 DU ST-LOUIS IRON MOUNTAIN AND SOUTHERN R.R., CONSTRUITE PAR BALDWIN.



La chaudière est du type séparable et contient un surchauffeur Schmidt dans les tubes, mais sans réchauffeur d'eau ni surchauffeur à B.P.

7° *Locomotives 2-8-8-2 du St-Louis and St-Francisco R. R.* — Cette locomotive fait un service de renfort en queue sur rampes de 15^{mm}. Sa charge y est de 1.750^T à la vitesse de 8 km. et de 1.140^T à 16 km.

Fig. 77. — LOCOMOTIVE 2-8 + 8-2 DU SOUTHERN PACIFIC R.R. A MARGE CABINE AVANT, CONSTRUITE PAR BALDWIN.



Le foyer a la même disposition que dans les locomotives 0-8-8-0 : il est au-dessus des essieux moteurs, et de peu de profondeur, aussi l'a-t-on prolongé par une chambre de combustion de 1^m,84 de longueur (1).

Locomotives 2-10-10-2. — *Locomotives 2-10-10-2 de l'Atchison Topeka and Santa Fe R.R.* — Ces locomotives ont été obtenues en ajoutant aux locomotives 2-10-2 existantes un nouvel avant-train, comprenant une machine complète et une portion de chaudière renfermant un réchauffeur d'eau d'alimentation et un surchauffeur Buck-Jacobs, pour vapeur à H. P. et à B. P. Les conduites de vapeur sont extérieures. En dehors de leurs dimensions extraordinaires, ces locomotives ne présentent aucune différence de principe avec les locomotives 2-8-8-2 obtenues par transformation de locomotives Consolidation du même chemin de fer.

Locomotives d'écartements autres que 1^m,435. — Nous ne dirons que quelques mots des locomotives Mallet pour voie étroite, comptant, dans une note ultérieure, reprendre de façon complète, l'étude des conditions d'exploitaton de ces chemins de fer.

La locomotive Mallet du chemin de fer de Girardot porte ses approvisionnements (Fig. 78) Les soutes à eau sont latérales, celles à combustible sont placées derrière la cabine du mécanicien. Ce chemin de fer est une petite ligne appartenant à la « Columbian National Ry C^o » de Londres et qui conduit des bords du Rio Magdalena, à Girardot, jusqu'à la Sabana où, à Facatativa, elle se raccorde au chemin de fer de la Sabana conduisant à Bogota, la capitale de la Colombie.

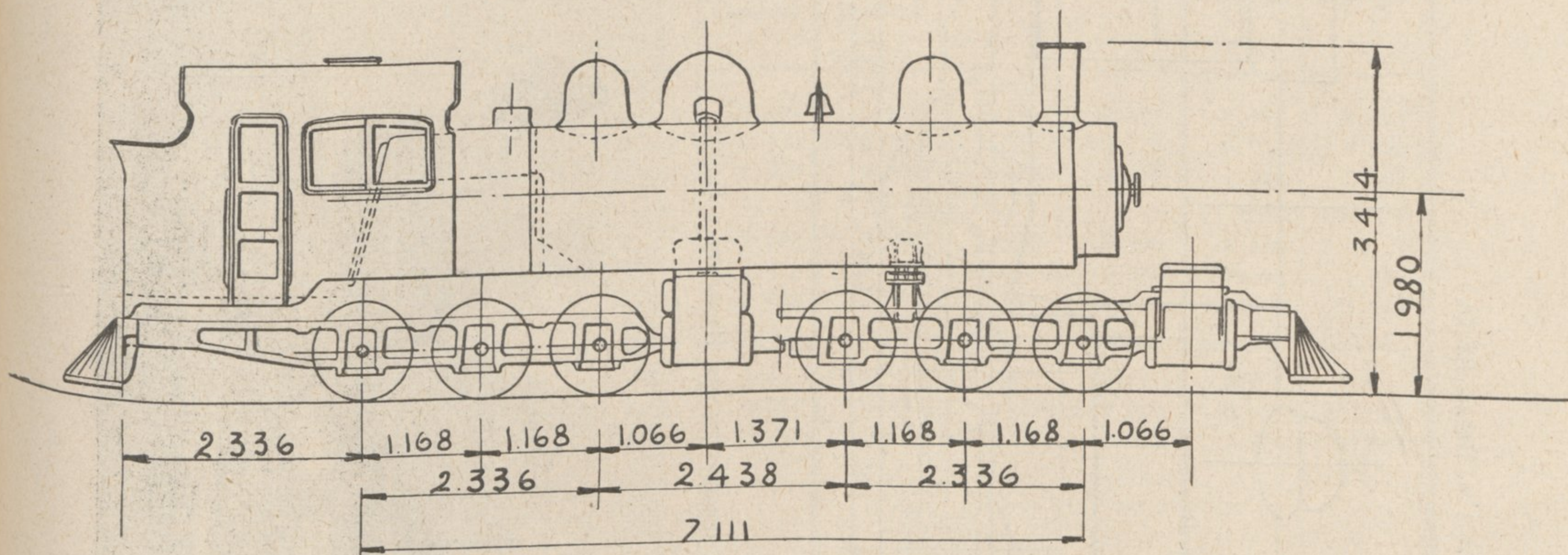
La locomotive Mallet de l'American Ry of Puerto Rico n'offre pas de particularités. Des locomotives semblables sont en usage sur le chemin de fer de Guayaquil à Quito (Equateur) où les rampes atteignent 5 ‰. L'écartement y est de 1^m,067.

Les deux types de Mallet 2-6-6-2 pour voies brésiliennes de 1 mètre ont l'un 10 (Fig. 79 et 80),

(1) Voir *Revue Générale* de Mai 1911.

l'autre 12^T de poids adhérent par essieu et sont en usage sur nombre de lignes des réseaux du sud du Brésil : le Sorocabana Ry, le chemin de fer de Sao Paulo-Rio Grande, le chemin de fer du

Fig. 78. — LOCOMOTIVE TENDER 0-6-0 + 0-6-0 DU COLUMBIAN NATIONAL R.R. A VOIE DE 3 PIEDS, CONSTRUITE PAR L'AMERICAN LOCOMOTIVE C^o.



Parana, la Compagnie Auxiliaire de chemin de fer au Brésil, tous réseaux exploités par la Brazil Ry C^o, et deux locomotives semblables ont été fournies au chemin de fer Mogyana (1). Etant données les grandes dimensions de la grille débordante ainsi que de la chaudière, les longerons sont extérieurs. Ces locomotives brûlent du bois ou du charbon. On les utilise sur divers tronçons et notamment sur ceux présentant des rampes de 3 ‰, dont certaines sont fort longues.

Les locomotives Mallet des chemins de fer Sud Africains (Fig. 82) n'offrent pas de dispositions spéciales et sont employées dans les mêmes sections que celles que nous avons précédemment décrites. Ce sont les plus puissantes locomotives pour voies de 1 mètre.

Voie de 1^m,60. — Le chemin de fer Central du Brésil emploie des Mallet du type 0-6-6-0 (Fig. 83) et du type 0-8-8-6, qui ne diffèrent pas, comme dispositions, de celles construites pour voie normale.

Ces locomotives sont utilisées à la montée de la Serra do Mar entre Belem (non loin de Rio de Janeiro) et Barra de Pirahy (1). Les rampes sont de 18^{mm} et les rayons de courbe de 181 m. non compensés. Les locomotives 0-6-6-0, fournies en 1907, y remorquent des trains de 500^T à la vitesse de 15 km. à l'heure, et 960, entre Rio et Belem. Les locomotives 0-8-8-0 sont employées sur le même tronçon, depuis 1911.

(1) Voir *Revue Générale*.

Fig. 79. — LOCOMOTIVE MALLET 2-6+6-2 A VOIE DE 1 M. BRAZIL RY C^o.

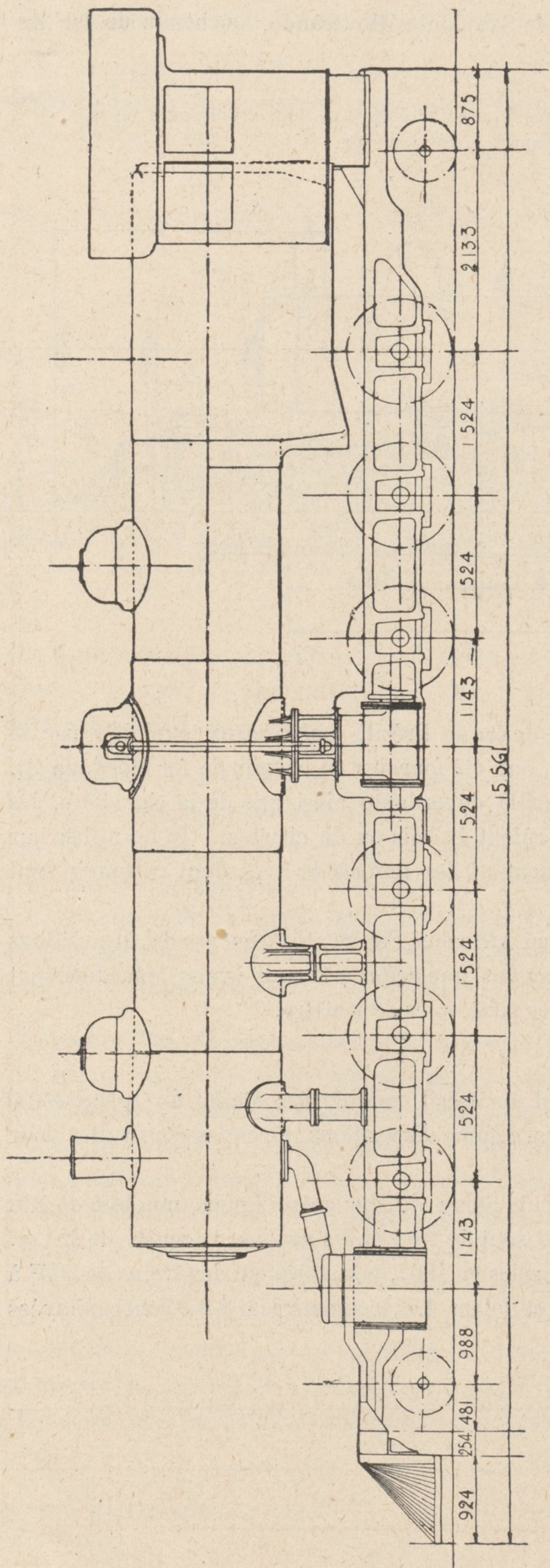


Fig. 80. — LOCOMOTIVE MALLET 2-6+6-2 BRAZIL RY. VOIE DE 1 M., CONSTRUITE PAR HENSCHEL A CASSEL.

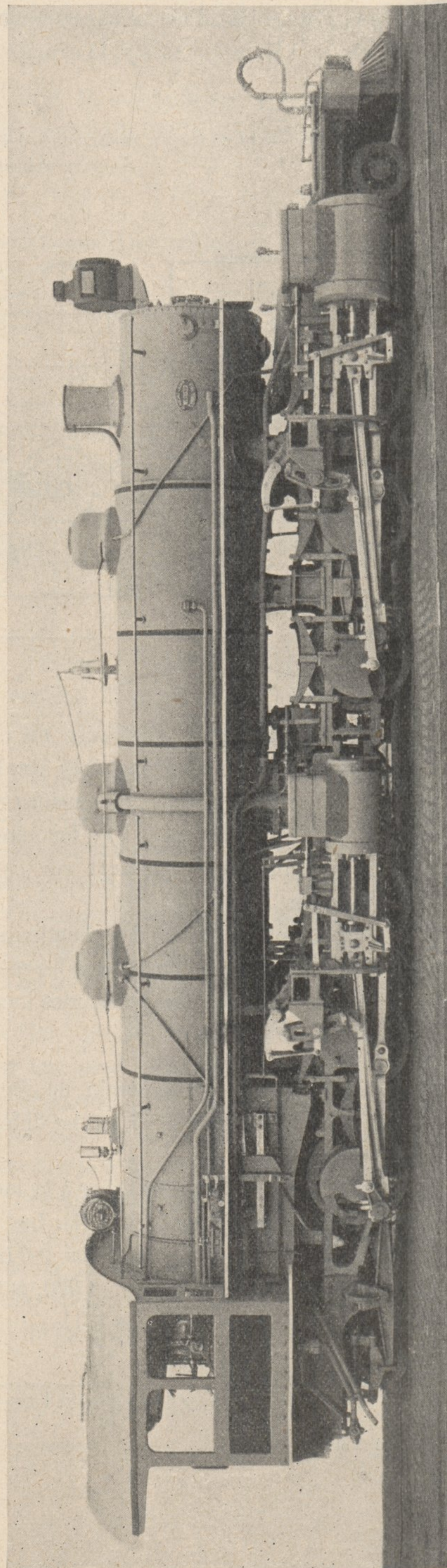


TABLEAU T.

LOCOMOTIVES MALLET DE CONSTRUCTION AMÉRICAINE POUR VOIES DE DIVERS ÉCARTEMENTS

Écartement..... m.	0.914	1.000	1.000	1.000	1.067	1.067	1.600	1.600
Type	0-6-6-0-T	0-6-6-0	2-6-6-2	2-6-6-2	2-6-6-0	2-6-6-2	0-6-6-0	0-8-8-0
Chemin de fer.....	Girardot Colombie	American Ry of P ^o Rico	Brazil Ry	Brazil R. Mogyana	Natal Govt Ry	Central South Africa	Central du Brésil	Central du Brésil
Constructeur.....	American	Baldwin	American Henschel	Baldwin Henschel	American	American	American	American
N ^o de la locomotive.....	20				330	1001	80	70
Cylindres	diamètre . m.	0.330	0.317	0.406	0.432	0.444	0.444	0.508
	diamètre.. m.	0.521	0.483	0.635	0.660	0.711	0.711	0.813
	course... m.	0.508	0.508	0.508	0.559	0.660	0.660	0.661
	tiroirs.....	.....	.....	.....	.....	.....	cyl. plats	cyl. plats
Chaudière	centre.... m.	1.981	.....	2.035	2.035	2.235	2.362	2.686
	diamètre.. m.	1.194 int.	1.372	1.473	1.778	1.626 int.	1.832	1.600 int.
	timbre ... k.	14.062	14.062	14.062	14.062	14.062	14.062	14.062
Combustible.....	.....	charbon	ch. ou bois	charbon	charbon	charbon	charbon	charbon
Tubes à feu nombre.....	150	155	200	194	230	271	234	336
	diamètre., m.	0.051	0.051	0.051	0.057	0.057	0.051	0.051
	longueur.. m.	4.267	4.724	5.182	6.401	5.486	6.096	5.486
Tub. réch. eau nombre...	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	diamètre.. m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	longueur . m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Surface de chauffe extérieure	foyer..... m ²	6.5	9.8	10.40	13.27	11.6	14.5	11.3
	tubes..... m ²	101.3	116.2	164.53	222.31	225	294.4	203.9
	réch. eau. m ²	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	tub.d'arche m ²	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	totale. ... m ²	107.8	126.0	174.93	235.59	236.6	308.9	215.3
Surface réchauffeur ..	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Surface surchauff. m ²	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Surface grille..... m ²	2.23	1.67	2.90	3.90	3.7	4.6	3.81	4.81
Roues	diamètre.. m.	0.965	0.940	1.060	1.140	1.156	1.168	1.270
	diamètre.. m.	.....	.....	.....	.....	0.724	0.724	.....
	diamètre.. m.	.....	.....	.....	.....	.....	0.724	.....
Empatement rigide.... m.	2.337	2.083	2.438	3.048	2.540	2.540	2.743	4.115
	moteur ... m.	7.112	6.198	7.061	8.763	7.899	7.899	8.433
	total m.	7.112	6.198	10.973	13.030	10.109	12.268	8.433
	loc.et tend. m.	.....	48.4	19.241	20.218	.....	.....	16.821
Poids	adhérent.. t.	57.8	.....	59.9	73.1	81.4	87.3	93.4
	1 ^{er} truck.. t.	.....	.....	5.6	6.7	7.5	7	.....
	2 ^e truck.. t.	.....	48.4	5.7	6.7	.....	7.7	.....
	total t.	57.8	22.4	71.2	86.5	88.9	102	93.4
Tender	poids t.	.....	0.660	40.8	40.8	.....	.....	44.45
	diam.roues m.	.....	8.3	0.710	0.710	.....	.....	.....
	eau m ³	.....	4.5	17	17	.....	.....	17
	charbon .. t.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8.5
	pétrole ... t.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	bois..... m ²	.....	.....	4.5 m.c.	4.5 m.c.	.....	.....	.....
Maximum	hauteur... ..	3.417	.....	.....	.....	3.810	3.922	4.194
	largeur... ..	2.692	.....	.....	.....	2.819	3.200	3.099
	longueur.. ..	.....	9.210	.....	.....	.....	.....	.....
Effort compound. k.	10.614	.....	13.380	15.422	21.137	21.817	19.232	24.766
Coeff. adh. »	5.45	.....	4.5	4.7	3.85	4.04	4.86	4.86
Effort simple ... k.	12.746	.....	.....	.....	25.356	26.103	23.088	29.710
Coeff. adh. »	4.53	.....	.....	.....	3.21	3.37	4.05	4.05
Figures	78	.....	79	80	81	82	83	.....

Fig. 81. LOCOMOTIVE 2-6-0 + 0-6-0 DU NATAL GOVT RY A VOIE DE 1^m,067,
CONSTRUITE PAR L'AMERICAN LOCOMOTIVE C^o.

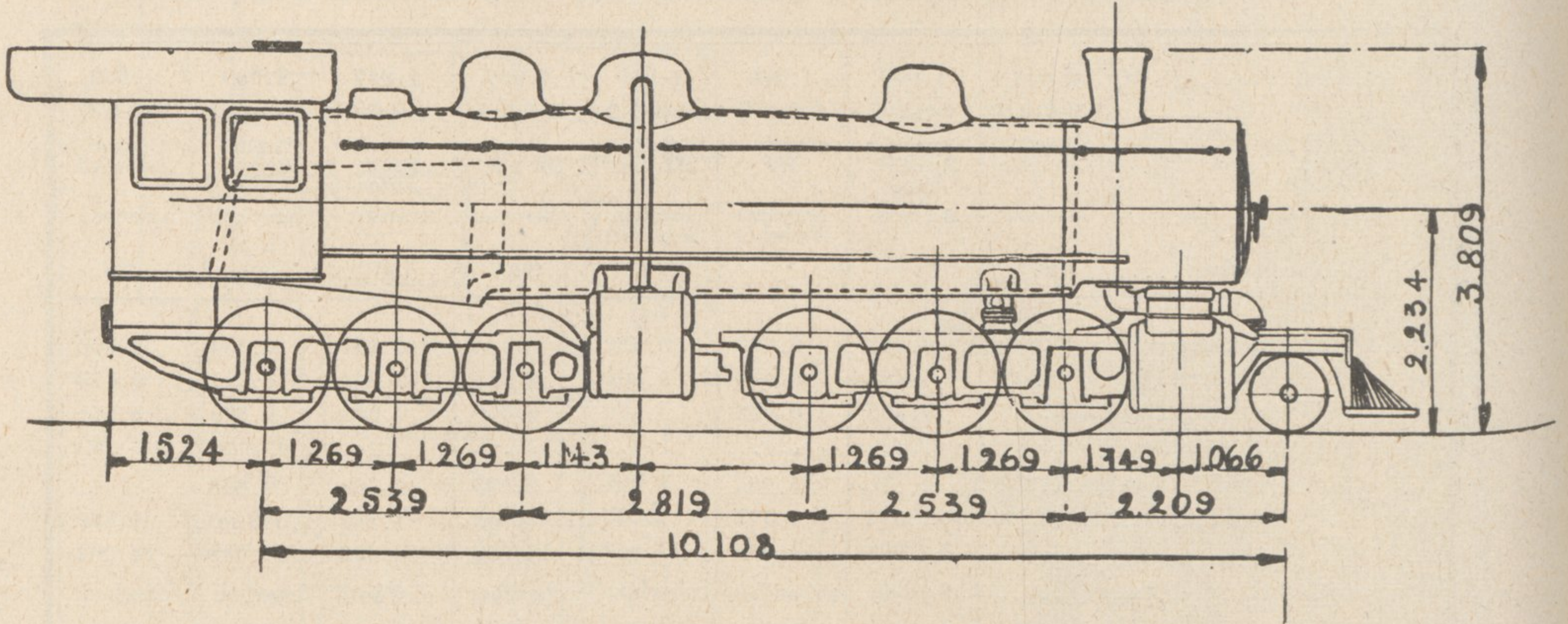


Fig. 82. — LOCOMOTIVE 2-6-0 + 0-6-2 DU SOUTH AFRICAN RAILWAY A VOIE DE 1^m,067,
CONSTRUITE PAR L'AMERICAN LOCOMOTIVE C^o.

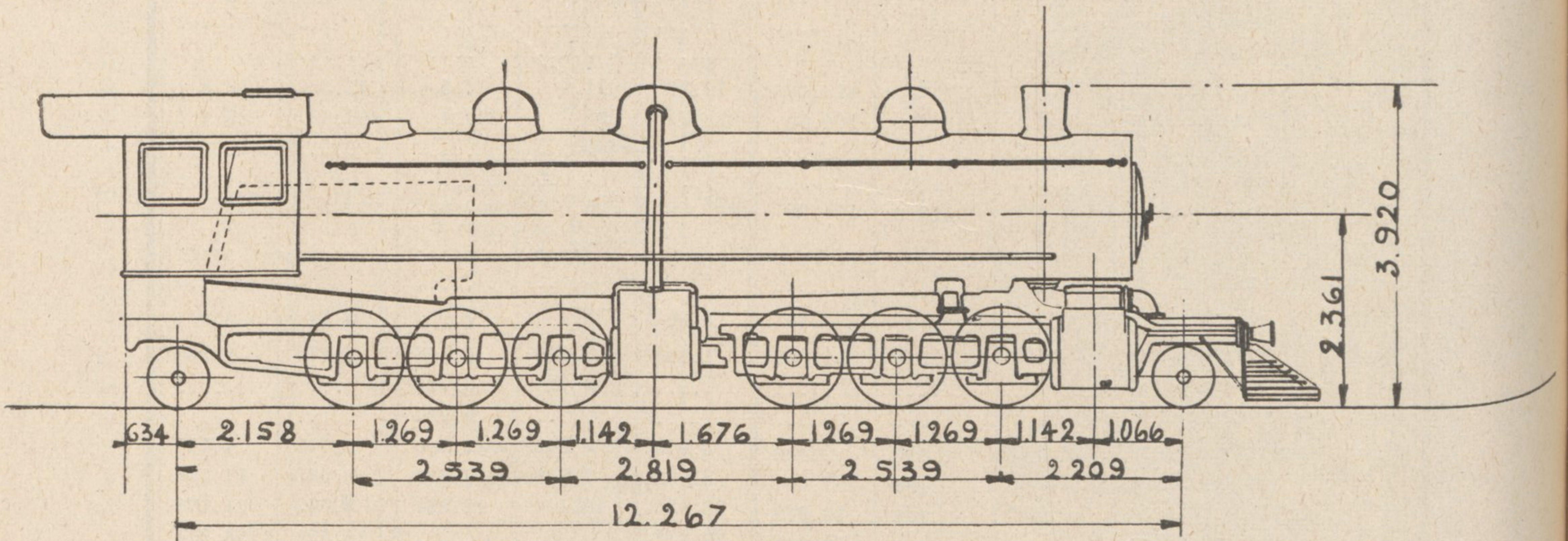
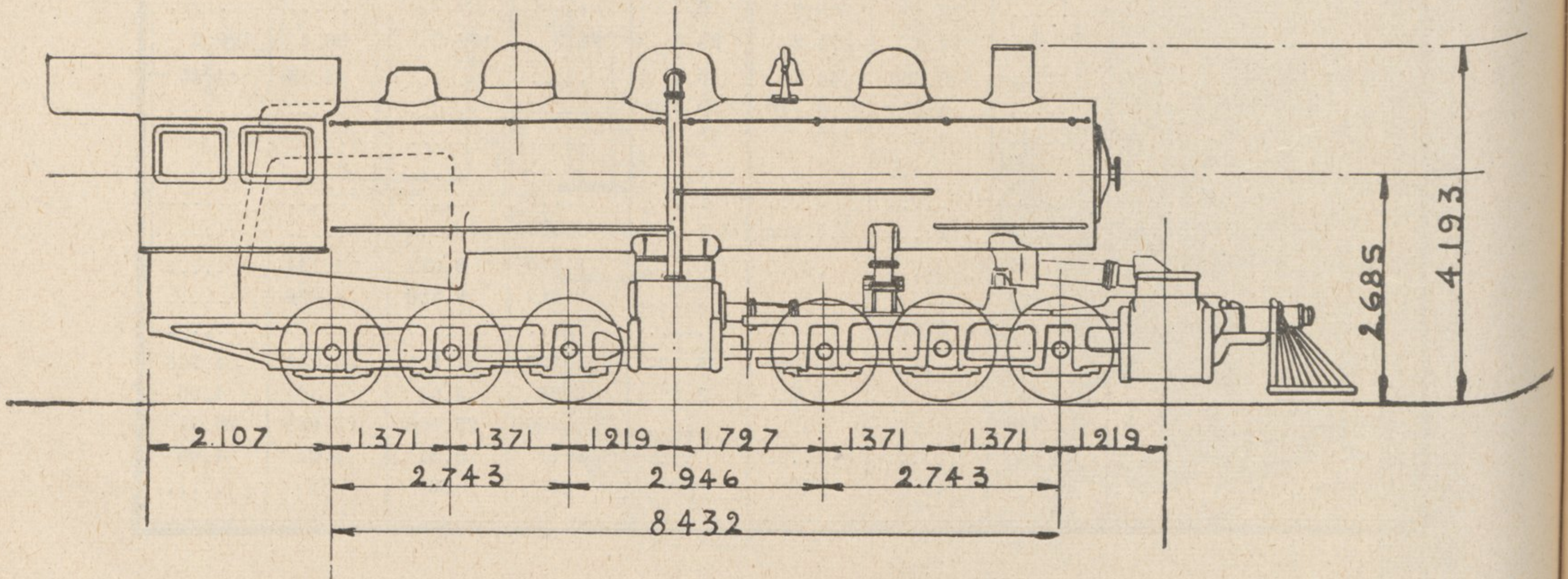


Fig. 83. — LOCOMOTIVE 0-6-0 + 0-6-0 CHEMIN DE FER CENTRAL DU BRÉSIL A VOIE DE 1^m,60,
CONSTRUITE PAR L'AMERICAN LOCOMOTIVE C^o.



Locomotives transformées en locomotives Mallet. — Nous avons vu que la recherche de la flexibilité, d'une part, et l'augmentation du nombre d'essieux moteurs, d'autre part, avaient conduit parallèlement à l'adoption de types de locomotives Mallet.

Il y a une troisième cause qui a conduit à l'adoption de ce type : la recherche de l'augmentation de rendement de la locomotive rigide en utilisant l'énergie de la vapeur d'échappement.

Les locomotives Mallet (compound) avaient donné une économie notable de combustible et même de réparations, par rapport aux locomotives Consolidation ou Mikado (à simple expansion) qu'elles remplaçaient. On a logiquement cherché à transformer ces dernières en Mallet, par l'adjonction d'un nouvel-avant corps, comportant des organes ajoutant à l'efficacité de la chaudière.

Cette transformation s'effectue en enlevant le « poney truck », et en ajoutant un avant-corps composé d'une section de chaudière contenant réchauffeur et surchauffeur, avec un truck moteur. L'essieu enlevé à la partie rigide sert de poney truck au train moteur nouveau, les anciens cylindres deviennent les cylindres HP et on place de nouveaux cylindres BP, à l'avant du truck moteur, transformant une locomotive rigide simple en locomotive semi-rigide compound, et souvent à surchauffe.

Cette transformation se fit, d'abord, sur des locomotives Consolidation du Gt Northern R. R. qui devinrent des locomotives Mallet 2-6-8-0 (dont nous donnons les dimensions principales dans le tableau P). Il en fut de même sur l'Erie R. R. en 1910.

Le Chicago Gt Western transforma des locomotives Prairie (2-6-2) en Mallet 2-6-6-2.

L'Atchison Topeka and Santa Fe R. R. combina d'abord, à titre d'essai, deux locomotives Prairie en une Mallet 2-6-6-2, puis munit de nouvelles unités motrices complètes, quatorze autres Prairie.

Depuis, il a transformé successivement quatre Consolidation en Mallet 2-8-8-2 et plus récemment dix locomotives du type Santa Fe (2-10-1) en Mallet 2-10-10-2, réalisant ainsi les types les plus puissants en usage.

D'autres Compagnies ont suivi les mêmes errements (notamment le Baltimore and Ohio R. R.) et il semble probable que, vu la réduction de consommation de combustible et d'eau que l'on obtient ainsi par cheval développé, l'on suivra cette voie partout où il existe des courants réguliers de lourds transports effectués par des locomotives simples.

CL. 2) **Locomotives Mallet modifiées.** — Hormis des modifications de détails, qui laissent intacts les principes du système, la modification principale consiste dans l'emploi de 4 cylindres HP au lieu de cylindres à haute et à basse pression.

Un inconvénient de cet emploi réside en ce que l'on est ramené à l'utilisation de vapeur HP dans des tuyaux flexibles, qui lui donnent accès aux cylindres A et que l'un des avantages de la locomotive Mallet sur les locomotives articulées proprement dites, se trouve éliminé.

Le motif qui, le plus souvent, a déterminé les chemins de fer à recourir à ce dispositif, est la dimension exagérée que prend le cylindre BP, dans les locomotives de plus en plus puissantes que l'on est amené à faire construire et qui le font sortir du gabarit de chargement.

L'usage de la surchauffe permet encore une utilisation rationnelle de la vapeur, mais il faut considérer ces locomotives comme une expérience dont il importe d'attendre les résultats avant de se prononcer.

TABLEAU U. — DIMENSIONS DE LOCOMOTIVES MALLET MODIFIÉES
A 4 CYLINDRES HAUTE PRESSION.

		1.067	1.435	1.435
		South African	Pennsylvania R. R.	Canadian Pacific
		North British	American Locomotive	la Compagnie
		1912	1912	1912
		2-6 + 6-2	2-8 + 8-2	0-6 + 6-0
Ecartement	m.	1.067	1.435	1.435
Chemin de fer		South African	Pennsylvania R. R.	Canadian Pacific
Constructeur		North British	American Locomotive	la Compagnie
Année		1912	1912	1912
Type		2-6 + 6-2	2-8 + 8-2	0-6 + 6-0
Cylindres	diamètre m.	0.381	0.686	0.508
	course m.	0.584	0.711	0.650
	tiroirs cylind.		cylindriques	.....
Chaudière	centre m.	.....	3.137	2.935
	diamètre m.	.....	2.226 à 2.642	1.657 à 1.893
	timbre k.	11.95	11.25	14.062
Tubes	nombre	.....	282-45	167-18
	diamètre m.	.....	0.057-0.140	0.057-0.051 ext
	longueur m.	.....	7.569	6.106
Surface extérieure	foyer m ²	10.76	35.67	17.18
	tubes m ²	124.49 ext.	530	256.8
	surchauffe m ²	32.14	116.78	50.9
	totale m ²	167.31 ext.	568.65	324.9
Surface de grille	m ²	2.97	8.96	5.48
Roues	diamètre m.	1.073	1.422	.....
	diamètre m.	0.762	0.762	1.473
Empatement	rigide m.	2.591	4.724	3.150
	moteur m.	.....	12.751	10.719
	total m.	11.658	17.501	10.719
	loc. et tender m.	17.818	26.873	18.530
Effort de tract. Coeff.	.....	0.75 %	.....	.....
	valeur k.	14.162	45.000	26.081
Poids locom.	en service t.	87.85	219	119
	adhérent t.	60.30	197.3	119
Tender	essieux	4	4	4
	eau m ³	13.63	34	27
	charbon t.	7.6 m. p.	13.6	12.2
	poids service t.	38.2	84.3	60

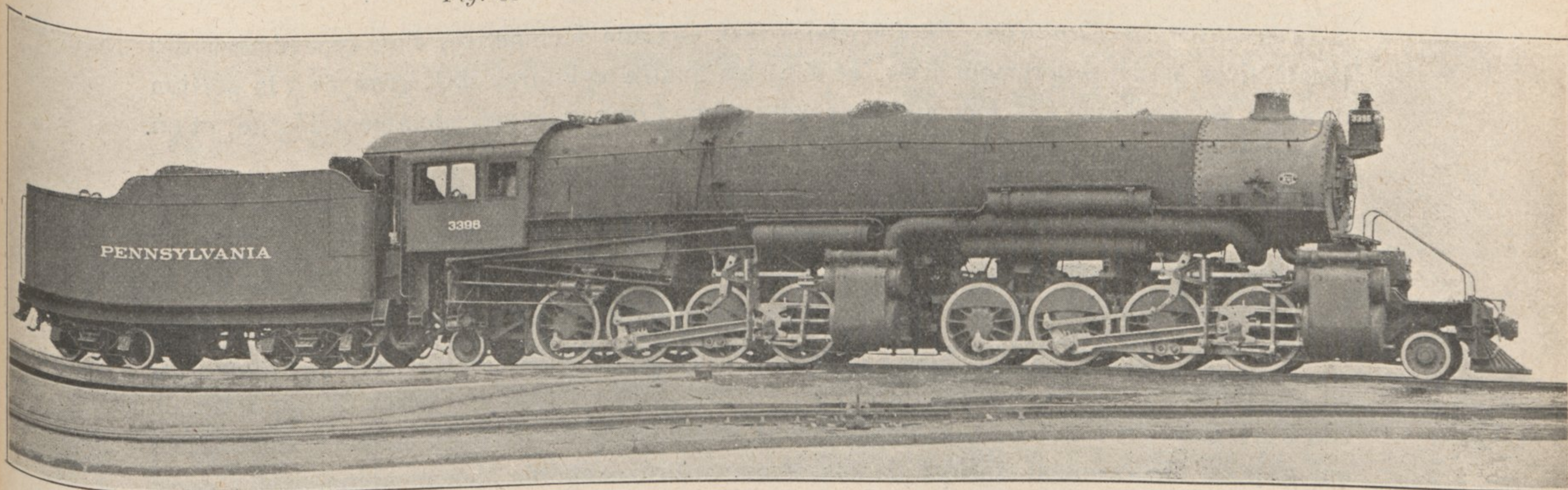
Locomotives Mallet à 4 cylindres HP 1^o Transsibérien. — Les premières locomotives Mallet à 4 cylindres à HP furent construites pour ce chemin de fer vers 1902. Elles étaient du type 2-4 + 4-0. L'adoption des locomotives Mallet sur ce chemin de fer est dû au faible profil des rails dont il était armé, et qui limitait strictement le poids par essieu. La locomotive Mallet permettait de distribuer ce poids sur un grand nombre d'essieux moteurs sans, pour cela, la fatiguer. Dans le but d'augmenter la puissance de l'unité sans en augmenter le poids par essieu, l'on pensa pouvoir utiliser 4 cylindres HP au lieu de 2 HP et 2 BP, ce qui faisait gagner un peu de poids, et permettait d'employer une chaudière plus puissante. Ces locomotives ne donnèrent pas de bons résultats, ce qui est attribuable à diverses causes, notamment à la difficulté qu'il y avait à l'époque à maintenir l'étanchéité des tuyaux flexibles de vapeur HP.

2° *Locomotives 2-6 + 6-2 des South African Rys.* — Ces belles locomotives sont munies de surchauffeurs. Quoiqu'au début de la construction des locomotives Mallet, il eût été hors de question d'utiliser de la vapeur surchauffée, HP, dans des tuyaux flexibles, l'étanchéité des tuyaux de ces locomotives récentes a pu être convenablement maintenue. Cette surchauffe compense amplement toute déperdition de chaleur qui serait due à la longueur des parcours de la vapeur.

Cette locomotive à 4 cylindres HP et à surchauffe est employée à titre d'expérience, concurrentement avec des locomotives compound.

3° *Locomotives 2-8 + 8'2 du Pennsylvania R. R.* — Le Pennsylvania R.R. a fait construire à titre d'expérience, une locomotive dont la pression de vapeur dans la chaudière n'est que de 11,25 kilos par centimètre carré, ce qui lui permettait beaucoup plus aisément, de maintenir l'étanchéité. Dans ces conditions, pourtant, le diamètre des cylindres B. P. eût dû être accru dans de telles proportions que ces cylindres fussent sortis du gabarit. C'est pourquoi la locomotive a été munie de quatre cylindres HP, et le rendement en a été accru, par l'emploi d'un surchauffeur dans les tubes, du système Schmidt (Fig. 83 bis).

Fig. 83 bis. — LOCOMOTIVE MALLET DU PENNSYLVANIA R. R.



Afin de fournir la vapeur nécessaire aux quatre cylindres HP les dimensions de la chaudière sont tout-à-fait inusitées. On a pourvu le foyer de tubes d'arche, suivant la coutume de l'American Locomotive Co, ce qui a porté la surface de chauffe totale à 568 m² dans lesquels ne sont pas compris les 116 m² 78 du surchauffeur. La chaudière est à raccords coniques.

Les petits tubes sont en fer au bois. Les gros tubes en acier.

Les dimensions principales du foyer, où l'on brûle du charbon bitumineux, sont :

Longueur	3 ^m ,661
Largeur.....	2 ^m ,444
Épaisseur des tôles du ciel.....	0 ^m ,0095
» » latérales.....	0 ^m ,0095
» » arrière.....	0 ^m ,0095
» plaque tubulaire.....	0 ^m ,0125
Lame d'eau A.....	0 ^m ,140
» R et côtés.....	0 ^m ,127
Hauteur.....	0 ^m ,346

La hauteur du foyer est comptée depuis le haut de la grille jusqu'à l'axe du tube le plus bas. L'entretoisement est radial.

La grille est à secousses ; le tuyau d'échappement double.

Voici quelques dimensions complémentaires relatives aux roues :

Roues	motrices	porteuses	tender.
Diamètre au roulement.....	1 ^m ,422	0 ^m 762	0 ^m ,838
Diamètre des centres	1 ^m ,270	—	—
Fusées.....	0 ^m ,267 × 0 ^m ,330	0 ^m ,140 × 0 ^m ,305	0 ^m ,152 × 0 ^m ,279

Les roues couplées et toutes les boîtes sont en acier moulé ; les autres roues en acier coulé.

La tige du piston a un diamètre de 0^m,108. Les tiroirs sont cylindriques.

Le tender est porté par des profilés de 0^m,330 de hauteur. Les soutes à eau sont de la forme en U si fréquente en Amérique ; le bas des soutes à charbon est incliné vers le foyer afin de faciliter le chargement.

Dimensions hors tout : hauteur : 4^m,642 ; longueur locomotive et tender, 29^m,966.

Locomotive du Canadian Pacific 0-6 + 6-0. — Cette locomotive, d'un type dérivé des locomotives Mallet proprement dites, et dont les quatre cylindres sont groupés à la portion centrale, est analogue à la locomotive de cette même Compagnie précédemment décrite, et où la vapeur était employée compound.

Toutefois la pratique a fait admettre un certain nombre de changements dont certaines modifient encore davantage le principe même de la machine.

Le pivot vertical, charnière, subit, dans toutes les locomotives Mallet, un déplacement vers l'extérieur des courbes, qui est d'autant plus grand que sa distance aux essieux voisins est elle-même plus grande. Or, lorsque l'on réunit les quatre cylindres au centre de la locomotive, au lieu de deux, il faut écarter davantage l'essieu *R* du truck, de l'essieu *N* du train de roues *R*. Dans ces conditions, le déplacement excentrique de l'axe du pivot est amplifié, ce qui a pour inconvénient spécial de causer une usure exagérée des mentonnets des deux essieux voisins.

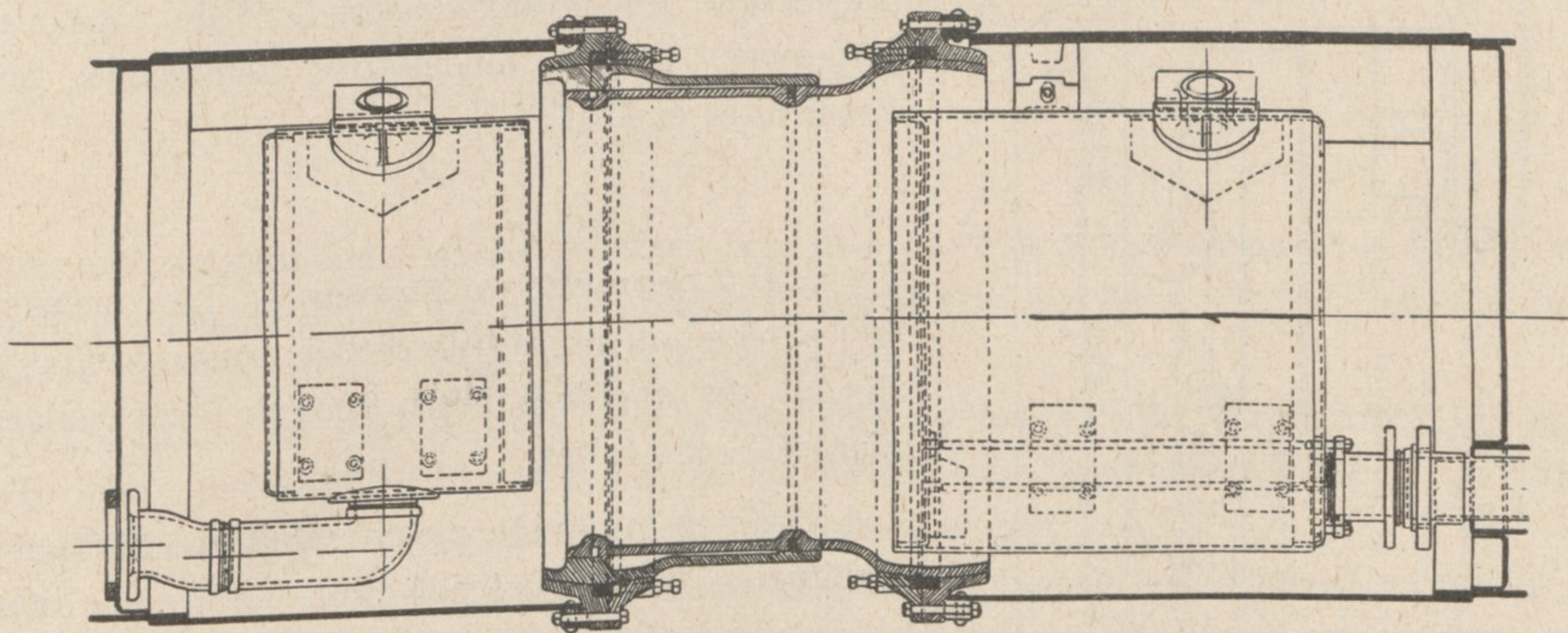
On y a obvié par une solution élégante, consistant à employer une flèche d'attache entre les deux portions du châssis, dont les pivots d'attache, situés sur la ligne axiale de chacun d'eux, sont beaucoup plus rapprochés des deux essieux. Les portions en contact des deux châssis, sont arrondies, d'une façon analogue aux surfaces en contact des tampons, dans certains systèmes à tamponnement central.

Le surchauffeur est du type « dans les tubes ». La vapeur est ramenée aux cylindres *R* par un tuyau de 0,124 de diamètre du côté gauche de la chaudière et le long de sa partie inférieure. Un tuyau pareil, situé du côté droit, transmet la vapeur aux cylindres *N*. Ce tuyau est à rotule ; il n'est pas nécessaire par suite de sa situation qu'il soit également à fourreau. Les tuyaux d'échappement des quatre cylindres débouchent dans une chambre spéciale fixée à la chaudière, ce qui nécessite des joints à rotule et fourreau pour les tuyaux venant des cylindres *N*. En tout, il y a donc trois tuyaux articulés — alors qu'il y a en a habituellement cinq aux Mallet ordinaires.

La chaudière est du type wagon top.

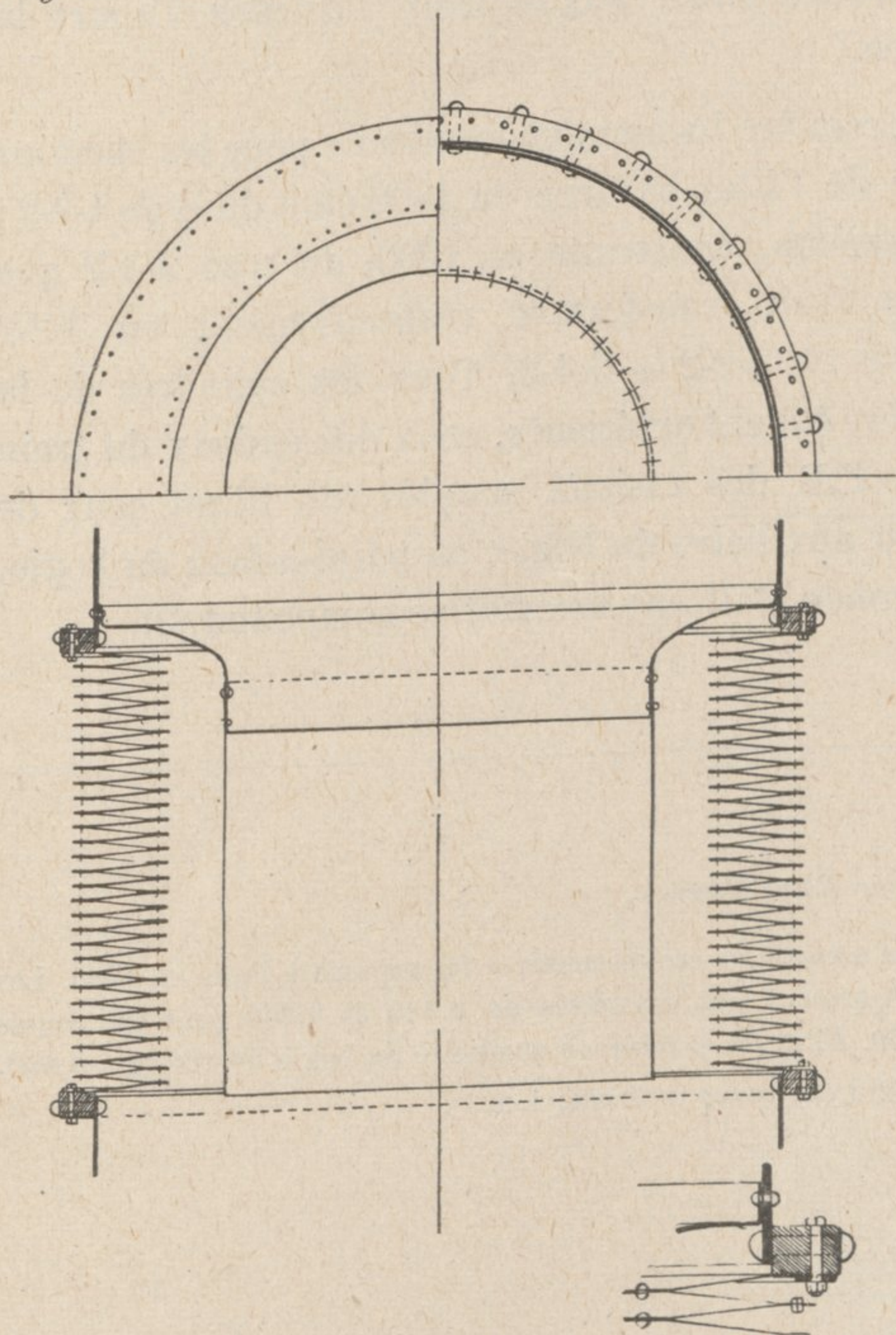
CL. 3. — Locomotives Mallet à chaudière articulée. — Le principe de la locomotive Mallet maintenant une liaison rigide entre la partie arrière de la chaudière et le train de roues

Fig. 85. — JOINT DE CHAUDIÈRE SYSTÈME BALDWIN.



arrière, l'avant de la chaudière subit dans les courbes un déplacement vers l'extérieur d'autant plus grand que la chaudière est elle-même plus longue. Ceci a le double inconvénient de déplacer le centre de gravité et d'encombrer le gabarit de chargement.

Fig. 86. — JOINT DE CHAUDIÈRE ARTICULÉE SYSTÈME BALDWIN.

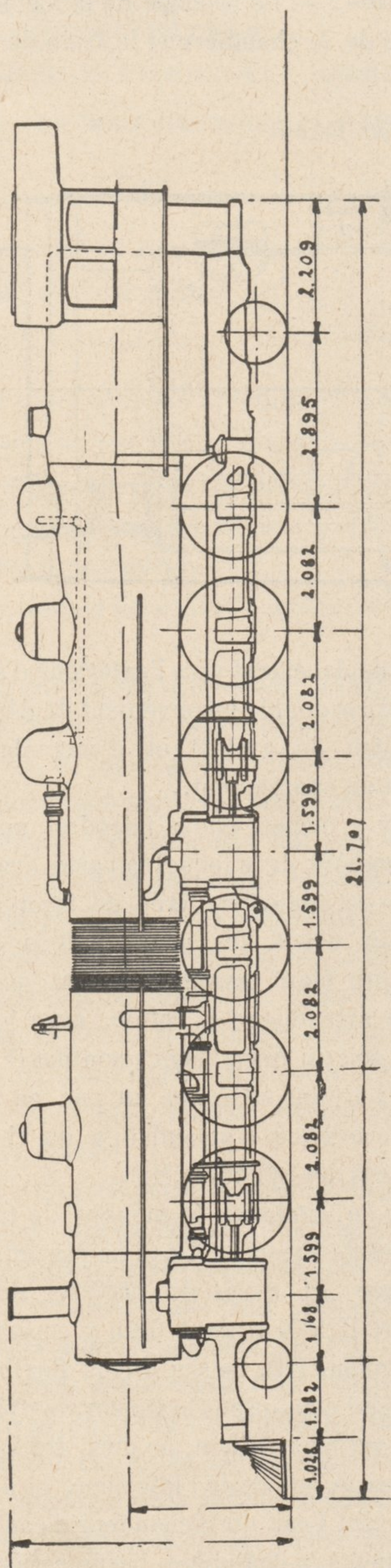


Pour y obvier, l'on a introduit un type de chaudière dans lequel la partie avant de celle-ci est également fixée de façon rigide au train avant, les deux moitiés de la chaudière étant assemblées soit par un double assemblage à rotule, avec joint à bague, soit un assemblage à soufflet (Fig. 85 et 86). Le joint se trouve un peu en avant de la charnière d'articulation du châssis, au-dessus des cylindres HP.

Afin de diminuer le nombre de tuyaux flexibles de vapeur, celle-ci ne parcourt que la tonne *R* avant de pénétrer dans le cylindre HP. Il a donc fallu y reporter le surchauffeur HP. Le seul tuyau flexible est donc celui conduisant la vapeur du cylindre HP au receiver. Il faut, de plus, des liaisons flexibles au tuyau de l'injecteur, et à celui conduisant l'eau du réchauffeur d'eau d'alimentation à la chaudière, partie arrière.

Locomotives de l'Atchison Topeka and Santa Fe R.R. (Fig. 84). — En 1910, ce chemin de fer commandait aux Ateliers Baldwin 40 locomotives Mallet 2-6-6-2, dont

Fig. 84. — LOCOMOTIVE A CHAUDIÈRE ARTICULÉE 2-6-0₁+0-6-2 DE L'ATCHISON TOPEKA AND SANTA FE R. R., CONSTRUITE PAR BALDWIN.



deux à chaudière articulée (1). Ces locomotives sont semblables aux autres (voir dimensions tableau P) avec cette différence que le surchauffeur HP est séparé du surchauffeur BP et reporté dans la tonne *A*, et que les tuyaux de conduite de vapeur sont intérieurs. Quatre locomotives semblables furent construites en 1911.

CL. 4. **Locomotives Krauss.** — La construction de ces locomotives est trop récente pour que nous n'en disions pas quelques mots, quoique deux seulement aient été construites.

Le train de roues *A*, moteur, était fixé à la manière habituelle. Il était précédé d'un bogie, qui différait des bogies ordinaires, en ce qu'entre les deux essieux porteurs, se trouvait un essieu auxiliaire, moteur. Placé habituellement de façon à ce que les roues ne reposent pas sur les rails, on pouvait à volonté, leur faire supporter un poids notable de la locomotive et accroître ainsi, aux endroits difficiles, l'effort de traction.

La première locomotive construite pour les chemins de fer de l'Etat bavarois en 1896 était du type 4-2-2; la deuxième, construite en 1900, du type 4-4-2 que l'on pouvait transformer respectivement en 2-2-2 + 0-2-2 et 2-2-2 + 0-4-2. Tous les cylindres de la première étaient extérieurs, ceux des essieux du train *A* à l'*A* des essieux couplés (ou libre) ceux de l'essieu auxiliaire du bogie, en porte-à-faux du bogie. La seconde était une locomotive compound (2).

(1) Voir *Revue Générale*.

(2) La seconde de ces locomotives fut exposée à Paris en 1900. Les cylindres avaient des diamètres de 0.440 et 0.650 pour une course de 0^m,660. Ceux de la machine auxiliaire du bogie 0^m,260 × 0^m,400.
Diamètre des roues motrices, 1 m.

GROUPE III

LOCOMOTIVES PARTIELLEMENT ARTICULÉES

Nous avons appelé ainsi les locomotives pourvues de dispositions assurant la flexibilité de certains essieux accouplés, tels que les bogies Krauss-Helmholz, Zara, Flamme, ou le dispositif d'essieux de Gölsdorf de Klose, ou de Klien-Lindner.

Ces dispositifs, qui sont adaptés aux locomotives rigides, afin de faciliter leur passage en courbe tout comme des boîtes radiales, ne constituent pas, à proprement parler, un système d'articulation de locomotives, aussi ne l'examinerons-nous pas ici.

Rien n'empêcherait de les utiliser, d'ailleurs, même sur les locomotives articulées, s'il devenait nécessaire de réduire l'empatement rigide de celles-ci.
