

LES  
LOCOMOTIVES ARTICULÉES ACTUELLES

Par M. Lionel WIENER

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE BRUXELLES.

## INTRODUCTION

Les progrès récents de la technique et des conceptions économiques semblaient devoir rendre désuet l'emploi des locomotives articulées, considérées souvent comme un moyen de fortune destiné à l'exploitation de lignes de chemins de fer à rampes trop fortes et à courbes trop prononcées.

Toujours préférable quand on peut l'employer, la locomotive rigide vient de s'adjoindre un sixième essieu moteur (des locomotives à six essieux accouplés existent en Autriche, au Wurtemberg, aux États-Unis, à Java). Son essieu porteur arrière a fait place à un bogie disposé au dessous du foyer, ce qui lui a permis de se substituer dans certains cas aux locomotives articulées précédemment employées.

Pourtant, pour répondre aux exigences perpétuellement croissantes du trafic, il faut sans cesse rechercher des machines plus puissantes qui ne peuvent être obtenues que par l'allongement et l'augmentation du poids des locomotives actuelles. Au delà d'une certaine limite, la locomotive articulée reparaitra encore, notamment dans le cas d'une superstructure trop légère et difficile à renforcer, où, pour la répartition du poids, on est obligé d'avoir recours à un nombre d'essieux tel qu'il faut les grouper en deux trains de roues.

Sur d'autres lignes, d'où elles avaient été éliminées, elles ont réapparu avec un effort de traction accru, et c'est ainsi que périodiquement l'on annonce, soit l'apparition d'une locomotive articulée d'un système déjà connu, soit l'apparition d'un nouveau système.

Des études d'ensemble sur les systèmes de locomotives articulées, ont déjà été données dans la *Revue Générale* (N<sup>os</sup> de Mai et Juin 1913 et Mars 1920) ; aussi le but de la présente note est-il de remettre la question au point, de grouper les résultats acquis, de décrire les dispositifs nouveaux qui ont été réalisés et de prévoir les applications qu'on en pourra faire.

Les locomotives dont certains essieux accouplés sont susceptibles de converger peuvent être réparties en quatre groupes principaux :

- 1<sup>o</sup> Les locomotives articulées ;
- 2<sup>o</sup> Les locomotives semi-articulées ;
- 3<sup>o</sup> Les locomotives partiellement articulées ;
- 4<sup>o</sup> Les locomotives à tender moteur.

Il est intéressant de constater que les progrès réalisés ont porté sur des exemplaires de chacun des quatre groupes dont aucun n'a été abandonné.

## PREMIÈRE PARTIE.

### Les locomotives articulées proprement dites.

Dans cette catégorie, nous rangerons les locomotives à deux ou plusieurs bogies moteurs.

Elle peut être partagée en trois groupes principaux :

- 1° Les locomotives à transmission par bielles ;
- 2° Les locomotives à transmission par engrenages ;
- 3° Les locomotives à transmission par chaînes.

#### 1° Les locomotives à transmission par bielles.

Dans cette catégorie, il faut noter la persistance et les progrès de la locomotive *Meyer-Kitson*.

Les locomotives *Fairlie* à deux chaudières ont disparu, mais leur principe se retrouve dans divers types à chaudière unique, notamment dans les *Fairlie* de la North British C<sup>o</sup> et dans les *Golwé*.

Les locomotives *Garratt* se sont perfectionnées aussi et se sont beaucoup répandues. Un type dérivé, la *Garratt-Union* a été établi pour l'Afrique du Sud.

Seule, la locomotive *du Bousquet* n'a plus été construite.

#### LES LOCOMOTIVES MEYER-KITSON.

La locomotive *Meyer* est une locomotive tender reposant sur deux trucks moteurs. La chaudière s'appuie sur le truck *R* par des appuis plans latéraux et par un pivot sphérique sur le truck *N*, permettant à celui-ci de se dégauchir par rapport à la chaudière. Les appareils de choc et de traction sont fixés au châssis des trucks.

Dans la locomotive *Meyer* primitive, les deux trucks moteurs étaient reliés par une flèche, et les cylindres groupés au milieu de la locomotive où ils étaient en porte à faux.

Dès 1892, Baldwin, en Amérique et Kitson, à Leeds (Angleterre), modifiaient les dispositions de cette locomotive au point d'en faire une nouvelle.

La flèche de liaison des deux trucks moteurs était supprimée, de sorte que l'effort de traction, primitivement transmis par elle, passe actuellement par les appuis de la chaudière ; les cylindres étaient reportés à l'*R* de chacun des trucks moteurs ; le mouvement de roulis était corrigé par le frottement de platines concentriques aux pivots et le tangage par des appuis à glissière situés près des extrémités des bogies.

Un nombre assez important de ces locomotives a été construit avant la guerre et beaucoup d'entre elles sont encore en service (1), particulièrement au Chili (Taltal Railway, Anglo-Chilian Railway, Nitrate Railways, Antofagasta and Bolivia Railway) ainsi qu'aux Chemins de fer Nationaux Colombiens, à la Jamaïque et ailleurs.

---

(1) Voir *Revue Générale*, N<sup>os</sup> de Mai 1913, page 288 et Mars 1920, page 159.

Enfin, en 1908, dans les locomotives du chemin de fer d'Antofagasta, du Great Southern (Espagne), du Léopoldina Railway (Brésil) du Manilla Railway (Philippines), les cylindres étaient reportés aux extrémités les plus éloignées l'une de l'autre des bogies.

Les locomotives *Garratt* ayant enregistré des succès mérités, il semblait que les locomotives *Meyer-Kitson* dussent leur céder définitivement la place. Il n'en fut rien; elles ont persisté et, depuis quelques années, les améliorations qu'elles ont subies leur ont rendu tous leurs avantages.

Les locomotives *Meyer-Kitson* modernes (Fig. 1, 2 et 3). — De 1927 à 1929, des locomotives de ce système ont été fournies aux chemins de fer de Girardot et de Cundinamarca, en Colombie, de Kalka - Simla aux Indes anglaises.

Les bogies sont plus écartés encore que précédemment et l'on retrouve, dans ces errements, l'influence des *Garratt*, qui avaient démontré que cette disposition des trucks présentait plus d'avantages que d'inconvénients.

La flexibilité a été accrue non seulement dans le sens vertical, mais aussi dans le sens horizontal, ces locomotives circulant sur des lignes à voie étroite où les courbes et contrecourbes se succèdent parfois sans alignements intermédiaires.

Les dispositions d'essieux Double - Mogul (2-6) + (6-2) et Double-Prairie (2-6-2) + (2-6-2) sont seules utilisées, afin d'assurer un guidage convenable à l'entrée des courbes.

Ces locomotives portent leurs approvisionnements. Les réservoirs d'eau latéraux sont interrompus au droit du foyer et dans la portion centrale de la locomotive (1) pour faciliter l'accès du mécanisme. La soute à charbon et le surplus des approvisionnements d'eau se trouve derrière la cabine du mécanicien.

---

(1) Ce dispositif fut appliqué pour la première fois, à la locomotive *Mallet* de l'Etat Belge, exposée en 1897 à Tervueren.

Fig. 1. — LOCOMOTIVE MEYER-KITSON DU CHEMIN DE FER DE GIRARDOT.

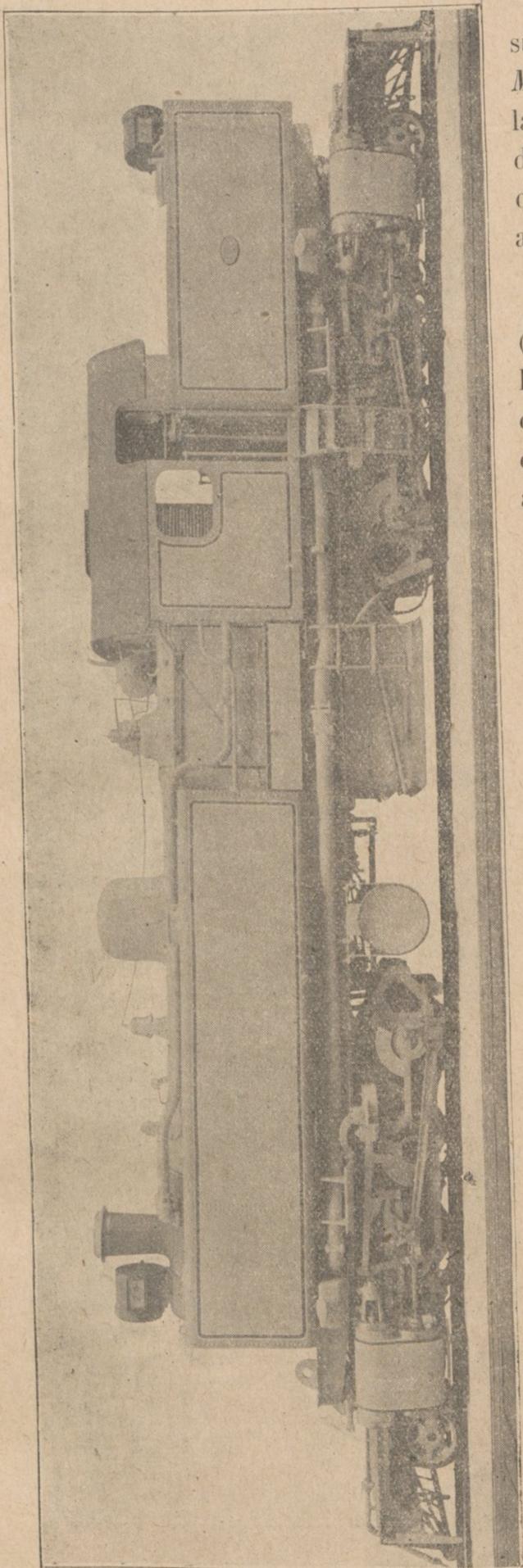


Fig. 2. — LOCOMOTIVE MEYER-KITSON DU CHEMIN DE FER DE KALKA-SIMLA.  
(Voie de 0<sup>m</sup>,76).

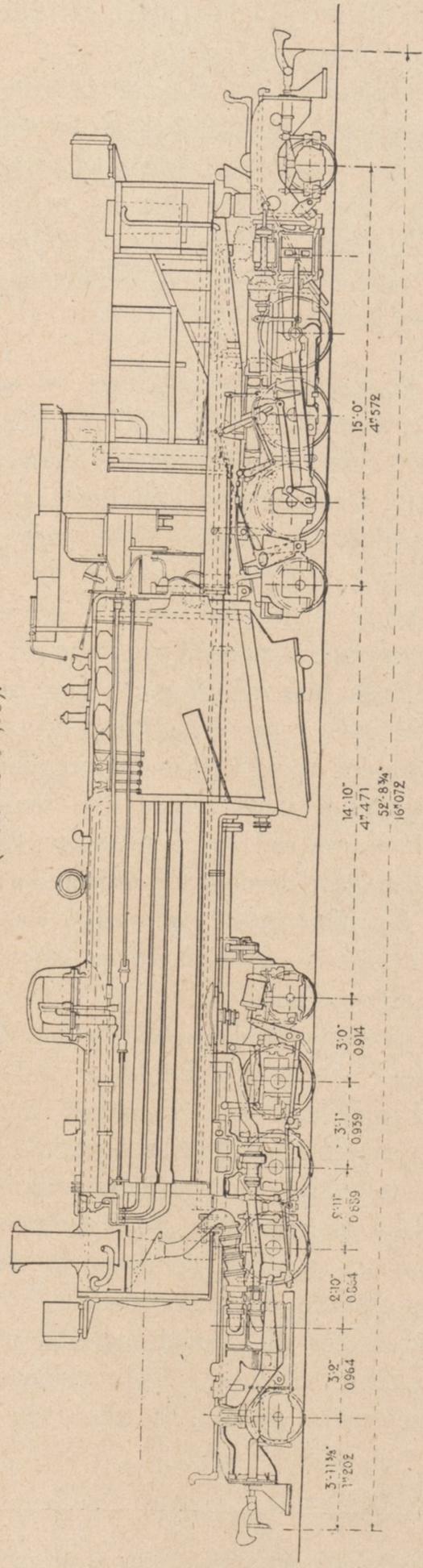
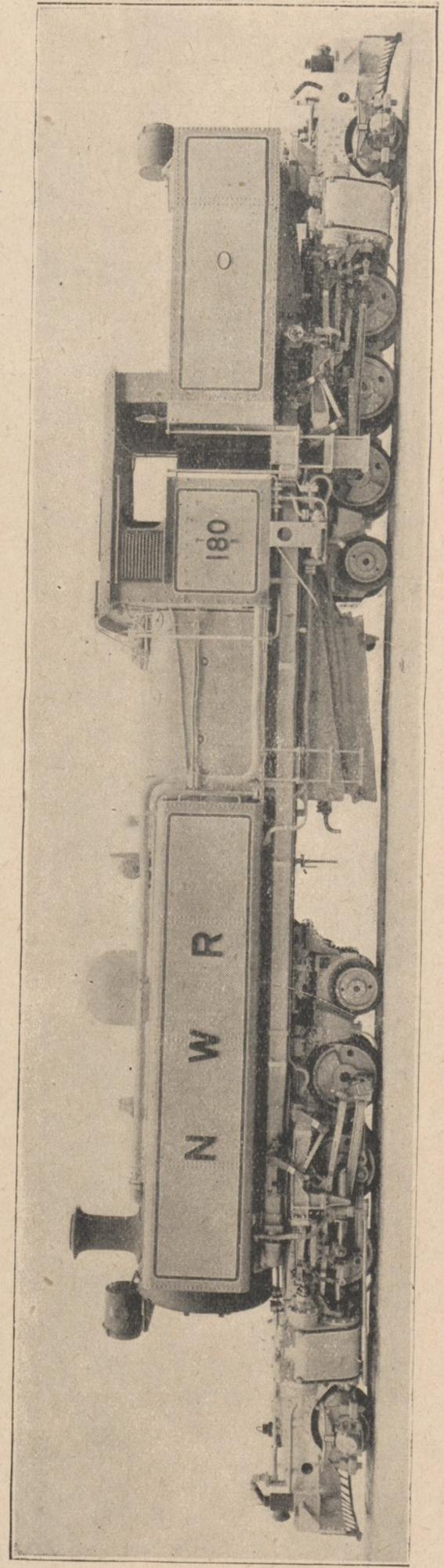


Fig. 3. — LOCOMOTIVE MEYER-KITSON DU CHEMIN DE FER DE KALKA-SIMLA.  
(Construite par Kitson, de Leeds).



*La locomotive Double-Mogul (2-6) + (6-2) du Ferrocarril de Girardot (1) (Fig. 1).* — Sur ce réseau, les locomotives *Meyer-Kitson* font le service de La-Mesa (961 m) à Facatativa (2 614 m) en passant par le point culminant de la ligne (2 729 m); on voit qu'elles ont à faire face à des conditions très dures (2).

Le châssis est à longerons extérieurs. La voûte du foyer est supportée par des tubes d'eau de 76 mm. Les roues du deuxième essieu accouplé de chaque groupe sont dépourvues de boudins.

Leurs conditions générales d'établissement permettent d'obtenir un rapport de 4,63 du poids adhérent en service l'effort de traction qui est, à 85 %, de 17 300 kg et un rapport de 1,13 de ce même effort de traction à la surface de chauffe.

*Les locomotives Double-Prairie (2-6-2) + (2-6-2) Meyer-Kitson du Chemin de fer de Kalka-Simla. (Fig. 2 et 3) (3) (4).* — Les locomotives de ce chemin de fer travaillent dans des conditions particulièrement difficiles, qui paraissent même constituer une gageure si l'on tient compte de l'exiguité de l'écartement de la voie (0,76 m)

En rampe de 40 mm, elles doivent remorquer 162 tonnes à la vitesse de 16 km/h.

Les ressorts de chacun des trucks sont compensés en deux groupes. Le profil des boudins a été modifié pour parer à la forte usure provoquée par la raideur des courbes; il diffère sensiblement de la forme classique, la courbe de la partie haute n'est guère plus qu'un léger arrondi des angles. Les bissels peuvent prendre du mouvement dans le sens vertical; à cet effet, le pivot a un appui sphérique et sa crapaudine est située dans une pièce qui peut prendre un mouvement de glissement. Un dispositif de projection d'eau permet de rafraîchir les sabots de frein.

Le système *Meyer* successivement modifié comme nous l'avons indiqué, paraît convenir particulièrement aux locomotives appelées à circuler sur des lignes tortueuses et à fortes rampes, même s'il s'agit de voies très étroites.

---

(1) Le Chemin de fer de Girardot, des chemins de fer nationaux Colombiens, à voie de 0,91 m d'écartement, mène de Girardot (325 m) à Facatativa (2 614 m). Il présente de longues rampes de 40 mm et les courbes non compensées de 80 m de rayon sont nombreuses; certaines d'entre elles ont 65 m de rayon seulement.

(2) Voir *Revue Générale*, N° de Juillet 1927, p. 110.

(3) Ce chemin de fer à voie de 0,76 m d'écartement est situé aux Indes anglaises. Long de 97 km, il s'élève d'une altitude de 653 m à celle de 2 095 m. Le rayon minimum des courbes est de 36 m, sans alignements entre courbes de sens contraire. On y trouve des rampes de 40 mm dont l'une ne mesure pas moins de 39 km.

(4) Voir *Revue Générale* N° de Janvier 1929, p. 66.

TABLEAU DES DIMENSIONS PRINCIPALES DES LOCOMOTIVES MEYER-KITSON RÉCENTES

Chemin de fer.....		Girardot (Colombie)	Cundinamarca (Colombie)	Kalka-Simla (Indes)
Écartement..... m		0,91	0,91	0,76
Type.....		2-6 + 6-2	2-6 + 6-2	2-6-2 + 2-6-2
Constructeur.....		Kitson-Leeds	Kitson-Leeds	Kitson-Leeds
Date de construction.....		<b>1927</b>	<b>1928</b>	<b>1928</b>
<hr/>				
Diamètre des cylindres..... mm		387	356	342
Course des pistons..... mm		508	457	356
Surface de chauffe..	Foyer..... m <sup>2</sup>	14,4 + 1,0 (1)	9,4	10,2
	Tubes..... m <sup>2</sup>	152,0	20,2 + 51,3	84,1
	Totale..... m <sup>2</sup>	167,4	80,9	94,3
	Surchauffeur..... m <sup>2</sup>	35,3	15	19,7
Surface de grille..... m <sup>2</sup>		3,3	2,6	2,5
Chaudière.....	Axe..... m	2,10	»	1,73
	Diamètre..... m	1,65	»	1,32
	Timbre..... kg/cm <sup>2</sup>	13,4	»	12,7
Tubes.....	Nombre.....	26-166	14-109	16-86
	Diamètre..... mm	137-51	137-44	140-51
	Longueur..... m	4,04	»	4,11
Roues.....	Diamètre des roues motrices. m	0,95	0,88	0,76
	d° porteuses. m	0,66	0,66	0,53
Empatement.....	Rigide..... m	2,21	1,89	1,83
	1 groupe..... m	3,04	3,72	4,57
	Total..... m	13,476	12,29	13,66
Dimensions extrêmes.	Hauteur..... m	3,77	»	3,25
	Largeur..... m	»	»	2,26
	Longueur..... m	16,09	»	15,30
Approvisionnement	Eau..... m <sup>3</sup>	11,36	7,96	6,1
	Charbon..... t	3,7	2,6	3,1
Poids.....	A vide..... t	74,1	56,7	69,7
	Adhérent..... t	82,2 et 62,9	59,2 et 55,6	49,0
	Total en service..... t	95,8	71,3	»
Effort de traction..... kg		18 150	12 500	11 800

(1) Surface de chauffe des tubes d'eau de la voûte.

#### LES LOCOMOTIVES FAIRLIE MODIFIÉES ET DÉRIVÉES

Sous sa forme primitive qui datait de 1864, la locomotive *Fairlie* comprenait une chaudière double ou simple reposant sur deux bogies moteurs, par l'intermédiaire de pivots plans situés à mi-distance des empâtements rigides des bogies.

Dans le cas de chaudière double, les foyers se trouvaient à la portion centrale où la cabine était placée.

L'articulation des joints des conduites de vapeur était immédiatement au dessous du centre des pivots des bogies.

De nombreux chemins de fer en possédèrent des exemplaires, et notamment le Mexican Railway (1).

Afin d'obvier aux principaux inconvénients de ce système (foyer se chargeant latéralement, difficultés d'entretien des chaudières, approvisionnements latéraux insuffisants, manque de stabilité latérale aux vitesses élevées), la Vulcan Foundry, de Newton-le-Willows, élaborà en 1902, un type nouveau avec deux foyers distincts et deux chaudières indépendantes dont elle construisit des exemplaires jusqu'en 1907, pour les Chemins de fer Birmans (2).

La Yorkshire Engine Works en fournit également au Chemin de fer de Junin (Chili) à voie de 0,76 m (3).

L'emploi de deux chaudières distinctes avait l'avantage de diminuer l'amplitude des variations de niveau d'eau sur les pentes et de faciliter le chargement du foyer, la cabine du mécanicien et du chauffeur se trouvant entre les deux foyers, mais il avait l'inconvénient d'augmenter l'empatement total de la locomotive, lequel se trouvait allongé d'une quantité correspondant à la distance entre les portes des deux foyers.

L'un et l'autre type restèrent en service, mais on put croire le système abandonné, tout au moins en ce qui concernait les nouvelles unités à construire.

Il n'en fut rien ; des modernisations ayant été apportées à l'ensemble, on a remis en usage avec succès, des locomotives dérivant des premières *Fairlie* à chaudière simple et qui n'avaient jamais très bien réussi.

On emploie donc actuellement, en dehors des survivances des systèmes abandonnés :

- 1° Des locomotives *Fairlie* à chaudière simple ;
- 2° Des locomotives *Fairlie modifiées*, à chaudière simple ;
- 3° Des locomotives système *Golwé*, dont les colonies françaises ont eu la primeur.

*Les locomotives Fairlie à chaudière simple et à deux bogies dont un seul moteur.* — Dès l'origine, *Fairlie* construisit des locomotives de ce type. Le premier bogie était moteur, le

---

(1) La ligne principale du Mexican Railway conduit de La Vera Cruz à Mexico, en passant au sud du massif d'Orizaba. La montée est constante de La Vera Cruz, jusqu'à Cordoba (827 m) et s'accroît jusqu'au sommet, à Bocca del Monte (2 415 m). La ligne se maintient ensuite sur le haut plateau jusqu'à Mexico (2 240 m). Sa longueur est de 425 km, les rampes dépassent presque partout 20 mm, atteignant parfois 40 mm, notamment sur un tronçon ininterrompu de 21 km de longueur.

Le rayon des courbes descend parfois à 97,5 m et il n'y a pas toujours d'alignement entre courbes de sens contraire.

Les locomotives *Fairlie* font le service sur les 174 km de Cordoba à Bocca del Monte.

Un curieux incident se produisit il y a une trentaine d'années : l'une de ces locomotives, mal arrêtée en haut de la rampe, s'emballa à la descente et franchit ainsi 48 km sans dérailler, fait réellement extraordinaire.

(2) Ces Chemins de fer, à voie de 1 m, comportent un tronçon de 18 km de rampes de 40 mm avec courbes et contre courbes de 102 m de rayon, sans alignement intermédiaire. Cette forte rampe est suivie de 19 km en rampe de 25 mm.

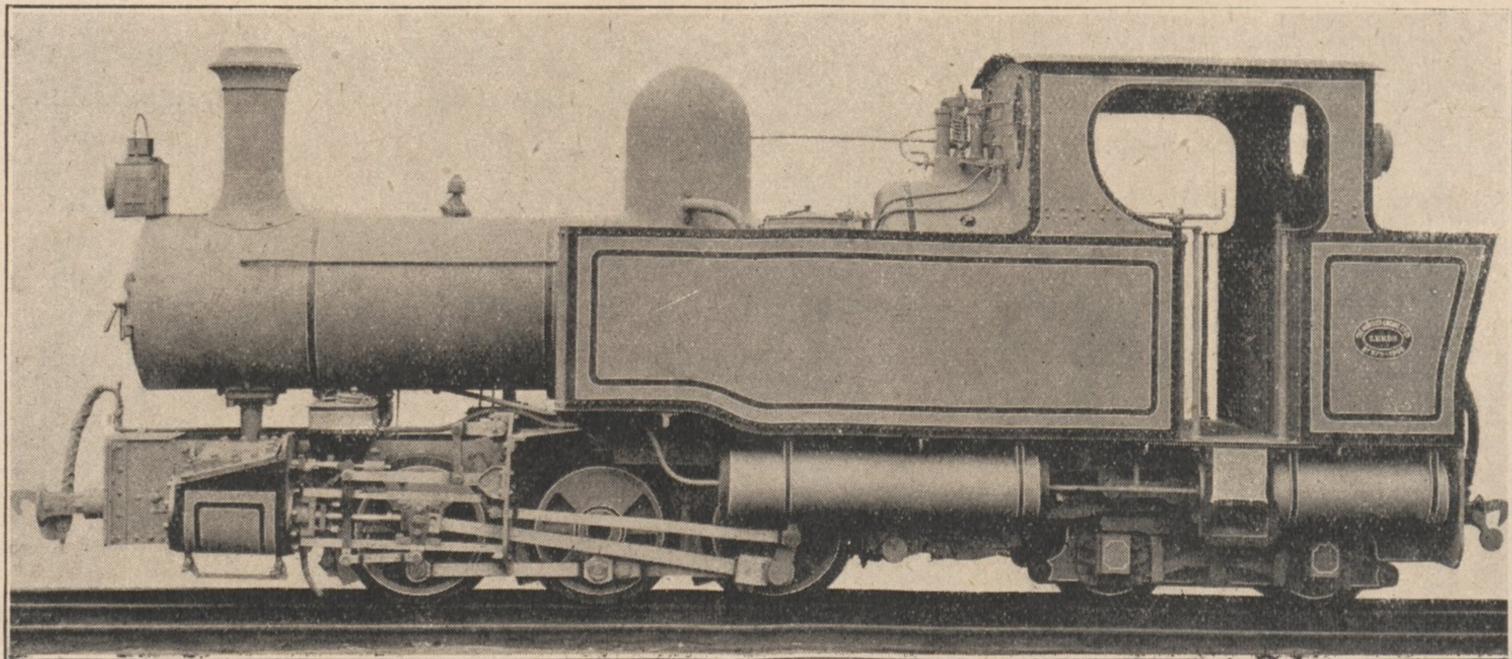
(3) Le Chemin de fer de Junin a des rampes ne dépassant pas 30 mm, et le rayon des courbes ne descend pas au-dessous de 100 m. On jugera du profil en long par le tableau suivant :

	Kilomètres	Altitudes		Kilomètres	Altitudes
Alto de Junin.....	0	634 m	Los Pozos.....	31,3	1 122 m
Casa Puente.....	11	945 m	Santa Carolina.....	42	1 119 m
Cumbre.....	20,5	1 216 m	Reducto.....	51,1	1 140 m

second servait uniquement à soutenir la cabine du mécanicien et la partie postérieure des approvisionnements. On obtient ainsi une locomotive extrêmement souple, mais il semble qu'on pourrait arriver au même résultat plus simplement qu'en utilisant une locomotive articulée : l'emploi des essieux *Gölsdorf* d'abord, *Klien-Lindner* ensuite et, plus récemment, l'utilisation d'accouplements par engrenages en fournissent le moyen.

Toujours est-il que le système a subsisté. Le North Wales Narrow Gauge Railway (Pays de Galles), à voie de 0,60 m utilise encore ces locomotives. Le bogie moteur est à trois essieux accouplés et le bogie porteur à deux essieux seulement. (Fig. 4).

Fig. 4. — LOCOMOTIVE FAIRLIE DU NORTH WALES NARROW GAUGE RAILWAY.



*Les locomotives Fairlie modifiées à chaudière simple et à deux bogies moteurs.* — Ce type avait également été prévu par *Fairlie* dans ses brevets (1) mais nous n'en connaissons pas d'application faite par lui. L'idée a pourtant reparu en 1925 et est actuellement appliquée sous deux formes :

- a) Avec approvisionnements reportés aux extrémités ;
- b) Avec tender moteur rigide.

*Les locomotives Fairlie modifiées de la North British Locomotive Co.* — Le succès des locomotives *Garratt* a engagé les constructeurs d'autres systèmes de locomotives articulées à leur emprunter certains avantages. C'est ainsi que la North British Locomotive Co fut conduite à moderniser les anciennes *Fairlie*.

Les *Fairlie*, ainsi modifiées ne diffèrent plus de la *Garratt* que par trois points essentiels :

- 1° Le mode d'appui de la chaudière sur les bogies ;
- 2° Le châssis principal qui règne de bout en bout, et qui porte non seulement la chaudière et la cabine du mécanicien, mais encore les approvisionnements ;

---

(1) Pris le 12 Mai 1863 en Angleterre et le 23 Novembre 1864 en France.

Fig. 5. — LOCOMOTIVE FAIRLIE MODIFIÉE DES CHEMINS DE FER SUD-AFRICAINS.  
(Construite par la North British Locomotive Co<sup>o</sup>).

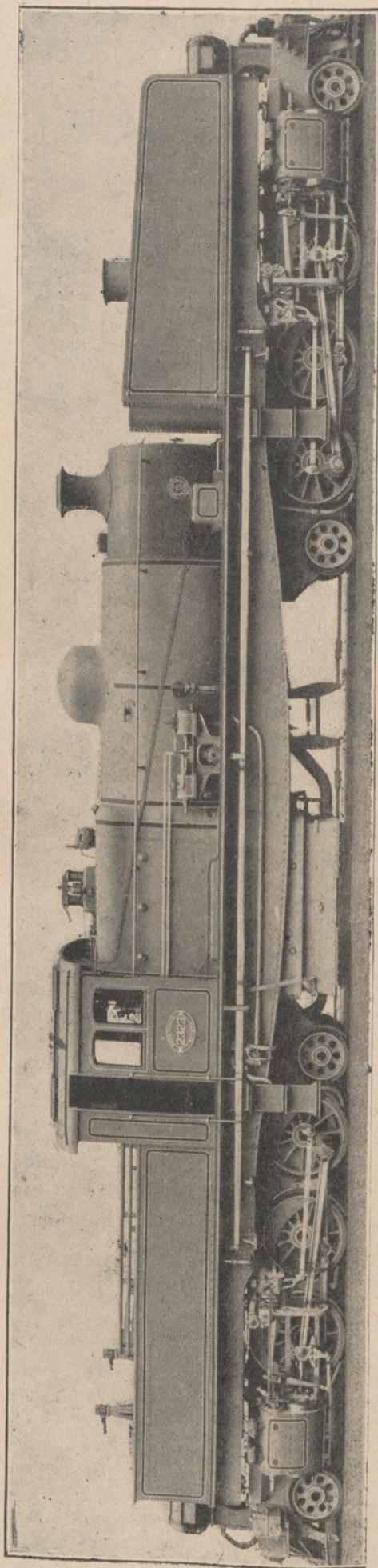
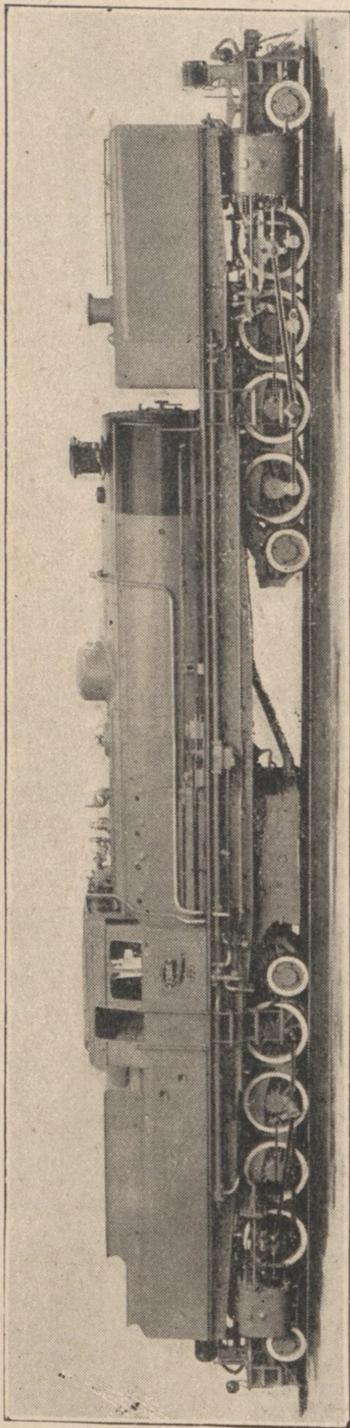


Fig. 6. — LOCOMOTIVE FAIRLIE MODIFIÉE DES CHEMINS DE FER SUD-AFRICAINS,  
(Construite par Henschel, de Cassel).



3° Les points d'appuis sur les bogies qui sont situés au milieu de l'empatement rigide au lieu d'être plus rapprochés de leur extrémité intérieure.

Les Chemins de fer Sud-Africains, friands de nouveautés, particulièrement dans le domaine de la traction, essayèrent des locomotives articulées *Meyer*, des *Mallet* dont ils ont plus de 80 exemplaires appartenant à une demi-douzaine de types différents (1), des *Garatt* qui sont aujourd'hui au nombre de plus de 150, enfin des *Fairlie modifiées* et des *Garratt-Union* dont nous parlerons plus loin (Voir tableau page 26).

La première *Fairlie modifiée* était une Double Prairie (2-6-2) + (2-6-2), construite en Angleterre en 1924 (2); un modèle un peu plus puissant fut fourni en 1925 (Fig. 5) et en 1927, la maison Henschel de Cassel livra un lot de 10 puissantes Double Mikado (2-8-2) + (2-8-2) (3) (Fig. 6).

La chaudière et les réservoirs peuvent se démonter aisément sans qu'il soit nécessaire de toucher aux autres parties de la locomotive.

Le bogie *A* porte un pivot qui s'engage dans une crapaudine située à la partie inférieure de la chaudière. La partie postérieure du foyer repose latéralement sur le châssis du bogie *R* au moyen de supports sphériques et de plaques de glissement portés par des pièces rivées au châssis, réalisant ainsi une suspension en trois points et la flexibilité de tout le système, tant dans le sens vertical que dans le sens horizontal.

Les conduites de vapeur ont des joints universels. La vapeur d'échappement des cylindres arrière est conduite à la boîte à fumée par un tuyau placé sur le côté gauche du châssis principal. Un tube situé sur le côté droit établit la communication entre les caisses à eau *A* et *R*. La voûte est supportée par quatre tubes d'eau. Les trucks ont des châssis à barres et un déplacement latéral avec ressorts de rappel; les bissels eux-mêmes peuvent prendre un déplacement latéral indépendant de  $\pm 20$  mm; les cylindres sont à tiroirs cylindriques et à admission intérieure. La distribution est variable jusqu'à 80 %.

*La locomotive du Ravenglass and Eskdale Railway* (4). — Ce Chemin de fer a à faire face aujourd'hui, à tel point à des transports de toutes catégories qu'il lui a fallu récemment augmenter la puissance de ses machines. En 1928, il convertit deux d'entre elles en locomotives articulées. C'est à ce titre qu'il convient d'en dire quelques mots, car l'une des deux locomotives modifiées s'apparente à celles que nous examinons ici.

La locomotive en question était une réduction à l'échelle du tiers d'une locomotive Pacific de grande ligne à tender séparé. Afin d'en augmenter l'adhérence, on décida d'utiliser le poids du tender qui fut surélevé pour recevoir un truck moteur. Chacun des trains de roues moteurs forme un bogie sur lequel repose la chaudière qui, au préalable, avait été séparée du châssis primitif.

---

(1) Voir *Revue Générale* Nos de Juin 1913, p. 424, 453, 454, 457 et de Mars 1920, p. 190.

(2) Voir *Revue Générale* N° de Juillet 1925, p. 115.

(3) Voir *Revue Générale* N° de Janvier 1928, p. 103.

(4) Le Ravenglass and Eskdale Railway est situé en Angleterre dans la région des lacs. Ce petit chemin de fer, de 11 km de longueur avait d'abord été établi à l'écartement de 0,838 m. Il ne put couvrir ses frais d'exploitation et fut bientôt fermé. La Narrow Gauge Railway Co le racheta et le convertit à l'écartement de 0,381 m, pensant qu'il attirerait un public de touristes curieux de le visiter. Réouvert en 1915, il réussit bien, grâce à la réduction de ses frais d'exploitation et il a un trafic important de marchandises.

Le foyer Belpaire est derrière le premier train de roues. Les tuyaux de vapeur ont des joints articulés. La vapeur d'échappement des cylindres *R* traverse un réchauffeur d'eau d'alimentation système Weir, situé à l'*R* du tender, immédiatement au-dessus des cylindres.

Cette modification fut effectuée par M. H. Wright, dans les ateliers de la Compagnie.

Aux essais, la vitesse de 60 km/h a pu être atteinte.

TABLEAU DES DIMENSIONS PRINCIPALES DES LOCOMOTIVES FAIRLIE MODIFIÉES ET DÉRIVÉES

Chemin de fer .....	North-Wales Narrow Gauge Ry	Sud Africains	Sud Africains	Sud Africains	Ravenglass and Eskdale
Écartement .....	0,60	1,067	1,067	1,067	0,381
Type.....	0-6-0 + (4)	2-6-2 + 2-6-2	2-6-2 + 2-6-2	2-8-2 + 2-8-2	4-6-0 + 0-6-0
Constructeur .....	Hunslet	N. British	N. British	Henschel	Ateliers de la Cie
Date de construction .....	1908	1924	1925	1927	1928
Diamètre des cylindres.....	241	358	381	458	114
Course des pistons.....	356	584	610	610	171
Surface de chauffe.....	Foyer.....	2,8	14,4	17,7	»
	Tubes .....	23,4	114,5	144,5	»
	Totale .....	26,2	128,9	162,2	191,6
	Surchauffe.....	»	26,1	33,6	67,5
Surface de grille .....	0,5	3,2	3,2	4,9	0,37
Chaudière.....	Axe .....	»	2,21	2,28	2,41
	Diamètre .....	0,86	1,56	1,86	»
	Longueur .....	2,70	5,54	5,54	4,57
	Timbre.....	11,2	12,66	12,66	12,66
Tubes.....	Nombre .....	65	24-143	32-190	»
	Diamètre .....	41	140-51	140-51	»
Longueur .....	»	2,00	2,28	4,550	»
Diamètre des roues motrices.....	0,71	1,08	1,15	1,55	0,52
Diamètre des roues porteuses.....	0,56	0,72	0,72	0,76	0,25
Empatement ...	Rigide.....	4,27	2,44	2,59	3,89
	1 groupe.....	1,67	3,41	3,60	6,98
	Total .....	4,27	17,27	17,86	21,28
Distance des pivots .....	»	»	11,12	12,83	»
Dimensions extrêmes...	Hauteur.....	»	3,74	3,89	3,95
	Largeur.....	»	2,77	2,77	»
	Longueur .....	»	20,04	20,63	23,64
Approvisionnements.....	Eau .....	1,8	13,63	17,3	20,9
	Charbon .....	1,1	5,1	5,1	9,1
	A vide.....	»	»	»	115,8
Poids .....	Adhérent .....	11,5	63,7	72,9	106,0
	Total .....	18,8	101,0	115,0	154,9
	Maximum p <sup>r</sup> un essieu..	6,3	10,4	12,5	13,5
Effort de traction (75 %/o).....	2 970	12 900	14 700	20 290	1 687

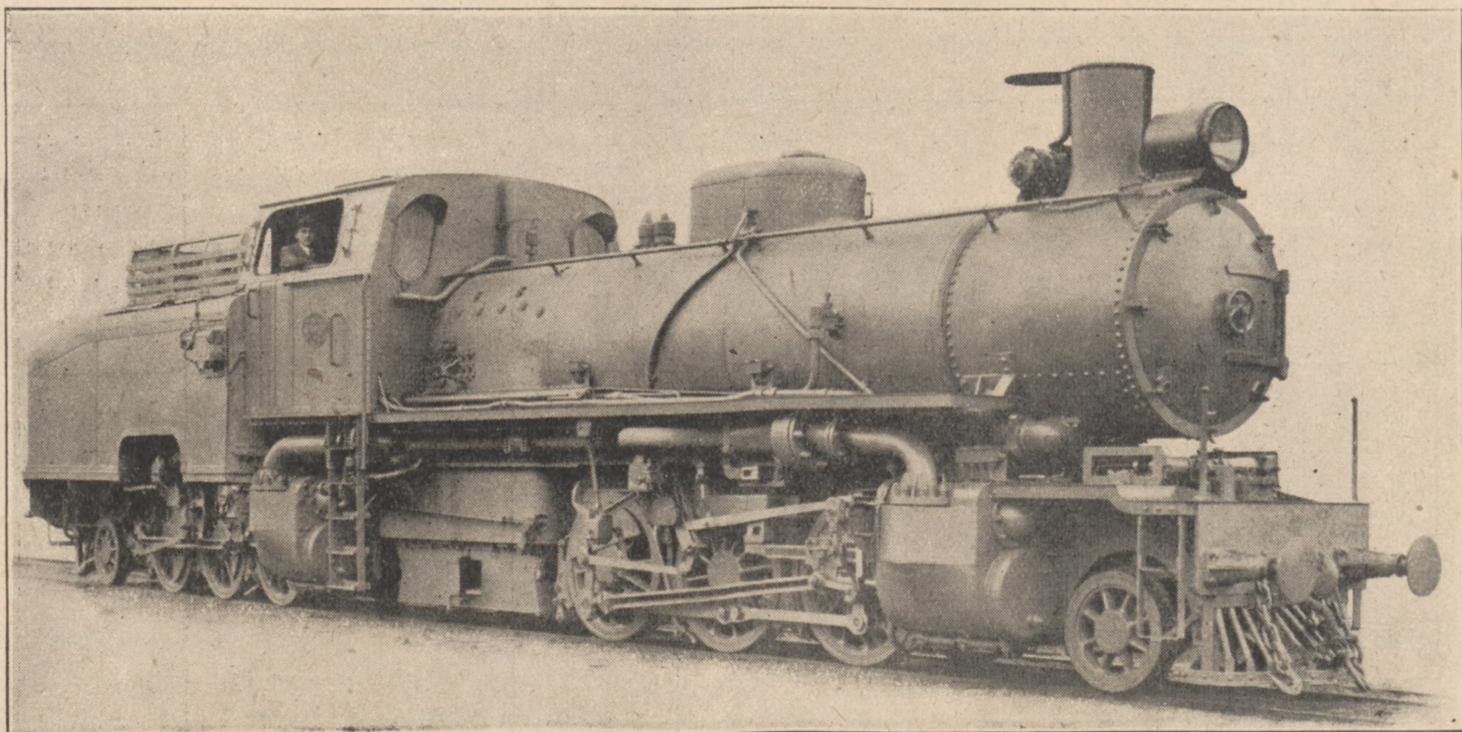
LES LOCOMOTIVES SYSTÈME GOLWÉ.

En 1928, les ateliers de Haine-Saint-Pierre, sortirent un type nouveau de locomotive articulée, dû à MM. Goldschmidt et Weber.

La locomotive *Golwé* (Fig. 7) tend à réaliser une amélioration sur la *Garratt*, mais elle en diffère par plusieurs points importants.

Elle a deux bogies moteurs reliés entre eux par une poutre unique sur laquelle reposent la chaudière, la cabine du mécanicien et, derrière celle-ci, la soute à combustible.

Fig. 7. — LOCOMOTIVE GOLWÉ DES CHEMINS DE FER DE LA COTE D'IVOIRE.  
(Voie de 1 mètre).



Les cylindres sont à l'avant des bogies, qui ont été rapprochés le plus possible afin de réduire l'empatement et la longueur totale de la locomotive. A cet effet, la chaudière repose sur ces bogies par des articulations à pivot et à rotule qui s'engagent dans les crapaudines portées par les bogies. Le point d'appui se trouve entre les deux essieux extrêmes de chaque bogie tandis que dans la *Fairlie* il se trouve au milieu de l'empatement rigide et dans la *Garratt* à l'extrémité voisine de l'autre bogie. La tuyauterie a été traitée en vue de limiter le nombre des joints articulés (1).

Le travail des cylindres  $\mathcal{R}$  doit correspondre à chaque instant au poids adhérent qui est variable puisque le poids des approvisionnements n'est pas constant, et respecter le rapport qui doit exister entre les cylindres de vapeur des trains moteurs  $\mathcal{N}$  et  $\mathcal{R}$ . A cet effet, la barre de relevage de la distribution du tender-moteur est articulée à la crossette du piston d'un servomoteur ; son cylindre est alimenté par un fluide sous pression dont le débit est réglé par un robinet commandé par un flotteur logé dans la caisse à eau (Fig. 8). Le cylindre du servomoteur est solidaire du levier de manœuvre, de la barre de relevage, de la distribution du bogie  $\mathcal{N}$ , ce qui permet d'utiliser, un seul mécanisme de changement de marche pour les deux groupes moteurs.

---

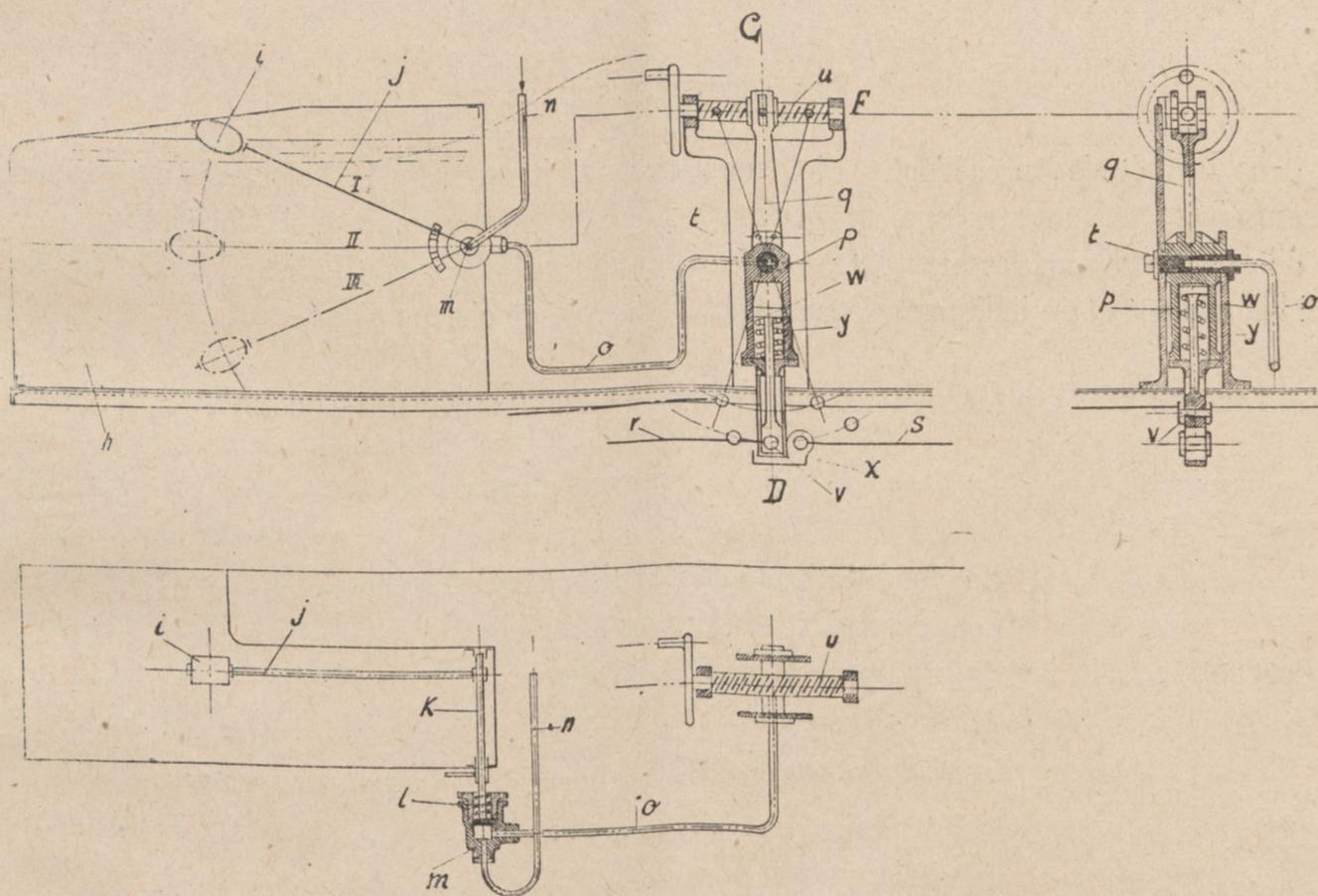
(1) La vapeur est prise au collecteur par deux tuyaux débouchant dans la boîte à fumée. Des rotules se trouvent au-dessus des cylindres les plus proches de ces tuyaux et sont unies à ceux-ci par des tuyaux en acier sans soudure. La liaison entre les tuyaux se fait par des joints à rotules formant charnière.

L'échappement des cylindres de chaque bogie se fait par un tuyau unique placé dans son axe. Les deux échappements se font par un tuyau unique.

La caisse à eau a sa partie supérieure inclinée vers l'*A*, de façon à ne pas gêner la vue du mécanicien dans la marche dans ce sens. En plan elle a une section en U. Elle est fixée au bogie *A* dont elle suit les mouvements, tandis que la soute à combustible est fixée à la poutre centrale, ce qui donne l'avantage de permettre, sans difficulté, l'application éventuelle d'un chargeur mécanique.

En résumé, cette locomotive s'établit dans de bonnes conditions. La chaudière est moins libre que celle de la *Garratt*, puisqu'un train de roues se trouve en dessous, mais en échange la locomotive est moins longue, ce qui permet d'économiser du poids et de l'argent.

Fig. 8.



LÉGENDE

Un flotteur *i* logé dans la soute à eau est fixé par un bras *i* à un axe oscillant *k* dont l'extrémité, munie d'un filet à grand pas, déplace longitudinalement le tiroir *l* d'un robinet de réglage *m*.

Ce robinet commande la communication entre un tuyau *n* alimenté par de l'air comprimé ou de la vapeur et un tuyau *o* conduisant au cylindre *p* d'un servo-moteur monté sur le levier *q* de manœuvre des barres de relevage *r* et *s* des mécanismes respectifs des bogies *f* et *g*.

Le levier *q* peut osciller autour du pivot *t* sous l'action de la vis de commande *u* et la barre *r* est articulée à une crosse *v* reliée au piston *w* du servo-moteur, tandis que la barre *s* est articulée à la glissière *x* solidaire du levier *q*.

Le flotteur *i* peut osciller entre les positions extrêmes I et III et quand l'abaissement du niveau d'eau l'amène en dessous de la position II, le tiroir *l* coupe la communication entre les tuyaux *n* et *o* et permet à un ressort de rappel *y* de faire remonter le piston *w*.

La crosse *v* se rapprochant du pivot *t*, le déplacement horizontal de la barre de relevage *r* est diminué proportionnellement, et influence en conséquence la distribution du tender moteur suivant les variations du poids adhérent.

Cette disposition permet de conserver un mécanisme de changement de marche unique pour les deux groupes moteurs.

Les premières locomotives *Golwé* ont été fournies en 1928 au Chemin de fer de la Côte d'Ivoire, à voie de 1 m. Il sera intéressant d'en comparer les résultats à ceux des locomotives *Garratt*.

Les caractéristiques principales de ces locomotives sont les suivantes :

Diamètre des cylindres.....	400 mm	Diamètre des roues porteuses..	0,710 m
Course des pistons.....	560 mm	Empattement d'un truck.....	1,100 m
Surface de chauffe :		— total.....	13,790 m
foyer.....	13,60 m <sup>2</sup>	Distance entre pivots.....	8,860 m
tubes.....	150,00 m <sup>2</sup>	Longueur totale.....	15,510 m
totale.....	163,60 m <sup>2</sup>	Poids adhérent.....	73 t
Surface de grille.....	2,75 m <sup>2</sup>	Poids total en service.....	90 t
277 tubes, diamètre.....	45 mm	Capacité des soutes à eau.....	12,5 m <sup>3</sup>
Longueur des tubes.....	4,300 m	Capacité des soutes à combustible.....	8,9 t
Diamètre des roues motrices.	1,100 m		

#### LES LOCOMOTIVES GARRATT.

Dans nos études précédentes (1), nous avons fait ressortir la valeur de ce système de locomotives articulées. Nous ne pouvons mieux montrer combien la locomotive *Garratt* se plie aux conditions les plus diverses d'exploitation qu'en donnant la liste des chemins de fer qui l'emploient et en indiquant l'écartement de la voie de chacun d'eux.

TABLEAU DES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER UTILISANT DES LOCOMOTIVES GARRATT

CONTINENTS	CHEMINS DE FER	Écartement de la voie m
Europe.....	London, Midland and Scottish (Angleterre).....	1,435
	London and North Eastern (Angleterre).....	1,435
	Hafot Copper Works (Angleterre).....	1,435
	Catalans (Espagne).....	1,00
	Great Southern (Espagne).....	1,67
Afrique.....	Sud Africains.....	0,61 et 1,067
	Rhodesia.....	1,067
	Mashonaland.....	1,067
	New Cape Central.....	1,067
	Trans-Zambeziian.....	1,067
	Benguela.....	1,067
	Kenya et Uganda.....	1,00
	Mayumbé.....	0,60
	Congo (Matadi Léopoldville).....	0,75
	Sierra Leone Govt.....	0,762
	Mines de Zaccar.....	0,75
	Mauritius.....	1,435
Madagascar.....	1,00	

(1) Voir *Revue Générale*, nos de Mai 1913, p. 301 à 310 et de Mars 1920, p. 159 à 163.

CONTINENTS	CHEMINS DE FER	Écartement de la voie
Amérique du Sud.	Mogyana (Brésil).....	1,00
	Great Western (Brésil).....	1,00
	San Paulo (Brésil).....	1,00 et 1,60
	Nord-Est Argentin.....	1,435
	Entrerios (Argentine).....	1,435
	Cordoba Central (Argentine).....	1,00
	Buenos-Ayres Great Southern (Argentine).....	1,67
	Bolivia Ry.....	1,00
	Nitrates (Chili).....	1,435
	Antofagasta and Bolivia (Chili).....	0,76
	Guayaquil à Quito (Équateur).....	1,067
Asie.....	Ottoman de Smyrne à Aïdin (Anatolie).....	1,435
	Darjéeling Himalayan (Indes Anglaises).....	0,61
	Assam Bengal (Indes Anglaises).....	1,00
	North Western d°.....	1,67
	Bengal Nagpur d°.....	1,67
	Burma (Birmanie).....	1,00
Australie.....	Ceylan Govt (Ceylan).....	1,67
	Tasmaniens.....	0,61 et 1,067
	Victoria.....	0,61
	Australie Occidentale.....	1,067
	Dundee Coal Mines.....	1,067

Une utilisation aussi étendue dans des conditions forcément variables a conduit à des modifications de types. Nous indiquerons les principales d'entre elles ainsi que les conditions de travail de certaines de ces locomotives.

Rappelons succinctement que dans le système normal, la *Garratt* comporte une poutre qui porte la chaudière, le foyer et la cabine ; cette poutre s'appuie, au moyen de pivots sur les extrémités les plus voisines des deux bogies moteurs. Ceux-ci portent les approvisionnements et sont pourvus de cylindres placés aux extrémités les plus éloignées de ces bogies (1). Ils y font, dans une certaine mesure, contrepoids au poids supplémentaire que portent les extrémités internes où s'appuie la poutre maîtresse. Les approvisionnements sont distribués de façon qu'en s'épuisant leur poids soit toujours réparti uniformément sur les essieux.

Les *Garratt*, ainsi que nous l'avons vu dans le tableau précédent, s'emploient actuellement sur des lignes de 0,61 m à 1,67 m d'écartement. Il est évident que ce n'est pas uniquement leur souplesse qui les a fait adopter par tous ces chemins de fer. Parfois, comme au chemin de fer d'Entrerios, c'est à cause de la faiblesse de la superstructure de la voie qu'elles ont été employées. Au San-Paulo Railway, c'est la faiblesse d'un ouvrage d'art qui a motivé l'adoption de ce système dont les bogies sont écartés ; en Angleterre, l'étréouitessse du gabarit a milité en leur faveur, les approvisionnements se trouvant réportés à l'AV et à l'AR en dehors de la locomotive elle-même. Tout autre type de locomotive articulée eût d'ailleurs put convenir, notamment la *Fairlie* modifiée qui présente aujourd'hui les mêmes avantages.

(1) Seule, la première *Garratt* des chemins de fer tasmaniens avait les cylindres se faisant vis-à-vis au centre de la locomotive. C'était une *Garratt* compound et l'on évitait ainsi un trop grand refroidissement dans le réservoir intermédiaire dont on raccourcissait la longueur.

Comme toutes les locomotives articulées, la *Garratt* commença par être employée comme une locomotive extrêmement souple convenant tout particulièrement pour des lignes très étroites ; aussi, les premières *Garratt* furent-elles des locomotives (0-4-0) + (0-4-0) pour voies de 0,61 m (1). Le même cas s'était présenté pour les locomotives *Mallet* dont les premières circulèrent sur la voie de 0,60 m qui desservait l'Exposition Universelle de Paris de 1889.

Depuis, on emploie des *Garratt* toujours plus puissantes, à mesure du développement du trafic. On a bientôt ajouté à l'*A* du bogie *A* et à l'*R* du bogie *R* un bissel de guidage qui supprimait le porte à faux des cylindres. Plus tard on ajouta également un bissel à l'autre extrémité de chaque bogie.

Contrairement aux autres locomotives articulées ou semi-articulées, les *Garratt* permettent d'effectuer de grandes vitesses sans danger. On les emploie couramment au service des voyageurs ou des rapides où elles atteignent des vitesses allant jusqu'à 80 km/h et même 95 km/h sur voie de 1,067 m en Afrique du Sud, en Tasmanie et en Nouvelle Zélande. Ceci implique le remplacement du bissel *A* de chaque train de roues par un bogie à deux essieux. C'est évidemment la façon dont la locomotive est articulée qui permet de réaliser cette performance ; appuyée aux extrémités les plus rapprochées l'une de l'autre, de chacun des trucks moteurs, la poutre maîtresse occupe la corde des courbes franchies et le centre de gravité se rapproche du centre de la courbe.

Des perfectionnements importants ont été apportés à cette locomotive et il y a lieu de les signaler, car ils sont applicables aux autres systèmes de locomotives articulées ou semi-articulées.

La souplesse verticale rend la locomotive propre à desservir les lignes les plus tortueuses avec rampes et contre rampes sans paliers intermédiaires, situation qui se combine souvent avec des courbes et contre courbes sans alignements intermédiaires.

Hormis la première *Garratt* de Tasmanie, le système comporte l'emploi de quatre cylindres à haute pression. Ceux-ci sont portés par les trucks et la vapeur y est conduite par des tuyaux comportant des joints articulés. Or, on est arrivé à assurer la parfaite étanchéité de ces joints, point particulièrement important car il permet de se passer du compoundage là où la main-d'œuvre n'est pas suffisamment experte. C'est cette qualité qui a souvent valu à la *Garratt* d'être préférée à la *Mallet* dont le compoundage était jusqu'ici une caractéristique essentielle. Il est, en effet, singulier de remarquer aujourd'hui que la *Mallet* s'est appropriée à son tour les quatre cylindres à simple expansion, et que, par un retour paradoxal à première vue, on en revient à la *Garratt* compound.

On trouve évidemment dans les *Garratt* récentes l'application de tous les progrès de la technique : surchauffeur, réchauffeur d'eau, siphons thermiques au foyer, tubes d'eau supportant la voûte, etc... On a même appliqué des chargeurs mécaniques aux grosses *Garratt* de l'Afrique du Sud et de la Nouvelle Zélande.

Si la *Garratt* s'emploie souvent sur des lignes à faible infrastructure, elle est largement utilisée sur celles dont la voie est solide.

Eu égard à la disposition des essieux, on emploie actuellement dix types différents de ces

---

(1) Elles étaient destinées à des lignes de chemins de fer de Tasmanie (1909) où il existe des rampes de 40 mm et des courbes de 30 m de rayon ; d'autres furent fournies au Darjeeling Himalayan Railway, à écartement de 0,61 m, qui partant de Siliguri (121,5 m), monte à Ghoom-Station, 78 km (2 260 m), puis redescend à Darjeeling, 82 km, par quatre doubles rebroussements et quatre boucles hélicoïdales. Cette ligne à très fortes pentes et nombreux lacets présente sur une longueur de 48 km environ une rampe moyenne variant de 27 mm à 34,5 mm avec certaines courbes de 21,5 m de rayon seulement. Des locomotives *Garratt* étaient également destinées au chemin de fer du Mayumbé (1911) long de 138 km qui présente des rampes de 40 mm et de fréquentes courbes de 30 m de rayon.

locomotives, chacun des trains de roues pouvant avoir deux, trois ou quatre essieux accouplés.

Ce sont les suivants :

- Quatre essieux moteurs..... (0-4) + (4-0);  
(2-4) + (4-2);
- Six essieux moteurs..... (0-6) + (6-0);  
(2-6) + (6-2) (Double-Mogul);  
(4-6) + (6-4) (Double-Ten-Wheel);  
(2-6-2) + (2-6-2) (Double-Prairie);  
(4-6-2) + (2-6-4) (Double-Pacific);
- Huit essieux moteurs..... (2-8-0) + (0-8-2) (Double-Consolidation);  
(2-8-2) + (2-8-2) (Double-Mikado);  
(4-8-2) + (2-8-4) (Double-Mountain).

TABLEAU DES DIMENSIONS DES LOCOMOTIVES GARRATT RÉCENTES POUR VOIES NORMALE OU LARGE

Chemin de fer.....	London and North Eastern Ry	Bengal Nagpur Ry	Nitrate Rys (Chili)	London-Midland & Scottish Ry	San Paulo Ry	Bueno-Ayres Great Southern	
Écartement..... m	1,44	1,67	1,44	1,44	1,60	1,67	
Type.....	2-8 + 8-2	2-8 + 8-2	2-8-2 + 2-8-2	2-6 + 6-2	2-6-2 + 2-6-2	4-8-2 + 2-8-4	
Constructeur.....	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	
Date de construction.....	1925	1925	1926	1927	1928	1928	
6 Cylindres							
Diamètre des cylindres..... mm	470	508	508	470	508	444	
Course des pistons..... mm	660	660	551	660	660	635	
Surface de chauffe..	Foyer.... m <sup>2</sup>	20,8	24,5	25,6	16,2	19,1	19,0
	Tubes ... m <sup>2</sup>	245,7	274,4	285,2	185,2	255,4	186,1
	Totale ... m <sup>2</sup>	266,4	298,9	310,8	201,4	274,4	205,1
	Surchauffeur. m <sup>2</sup>	60,4	59,7	67,1	44,6	62,0	41,0
Longueur du foyer..... m	2,58	2,78	2,71	2,74	2,58	2,44	
Surface de grille..... m <sup>2</sup>	5,6	6,3	6,4	4,1	4,6	4,1	
Chaudière.....	Hauteur de l'axe. m	2,59	2,51	2,74	1,82	2,89	»
	Diamètre .. m	2,09	2,17	2,17	3,79	2,06	1,87
	timbre. kg/cm <sup>2</sup>	12,66	12,66	14,06	11,3	14,6	14,6
Tubes.....	Nombre.....	45-259	48-289	50-299	44-258	50-230	36-223
	Diamètre. mm	134-51	134-51	137-51	134-51	133-54	133-48
	Longueur . m	3,99	4,04	4,13	3,5	4,270	3,73
Diamètre des roues.	Motrices .. m	1,42	1,42	1,07	1,60	1,676	1,41
	Porteuses . m	0,81	0,91	0,61	1,00	0,99	0,84-0,96
Empatement.....	Rigide.... m	5,45	4,88	3,66	5,03	3,65	3,13
	1 groupe.. m	8,09	7,87	6,86	7,85	7,80	9,29
	Total..... m	24,10	23,31	21,87	24,08	22,25	25,22
Distance des pivots..... m	12,39	12,23	11,66	12,35	9,09	»	
Dimensions extrêmes.	Hauteur... m	3,96	4,11	4,27	3,89	4,27	»
	Largeur... m	2,74	3,20	3,15	»	3,05	»
	Longueur.. m	26,72	26,44	24,31	26,8	»	»
Approvisionnement	Eau..... m <sup>3</sup>	22,7	25,0	25,0	22,7	14,1	20,9
	Charbon.... t	7,0	8,0	»	7,0	5,1	»
	Pétrole.... t	»	»	6	»	»	8,1
	Maximum						
Poids.....	par essieu. t	18,6	19,1	18,3	20,6	18,7	12,9
	Adhérent .. t	146,3	151,0	143,8	108,0	112,7	103,1
	Total..... t	180,8	183,4	190,2	151,0	160,6	167,5
Effort de traction..... kg	28 900	22 600	31 400	17 100	21 400	19 600	

TABLEAU DES DIMENSIONS DE LOCOMOTIVES GARRATT RÉCENTES A VOIE MÉTRIQUE

Chemin de fer .....	Burma Rys	Kenya and Uganda Ry	Benguela Ry	Rhodesian Ry	New-Zealand Govt-Rys	Guyaquil and Quito Ry	
Écartement..... m	1,00	1,00	1,067	1,067	1,067	1,067	
Type .....	(2-8 + 8-2)	(2-8-2)+(2-8-2)	(4-8-2)+(2-8-4)	(2-6-2)+(2-6-2)	(4-6-2)+(2-6-4)	(2-6-2)+(2-6-2)	
Constructeur.....	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	
Date de construction.....	1927	1927	1927	1927	1928	1928	
<hr/>							
Diamètre des cylindres..... mm	Compound 444-672	449	470	406	6 cylindres 449	385	
Course des pistons..... mm	508	559	609	611	611	510	
Surface de chauffe. {	Foyer.... m <sup>2</sup>	17,1	16,2	21,2	14,9	24,8	15,9
	Tubes.... m <sup>2</sup>	194,2	173,1	216,2	155,7	186,5	166,00
	Totale ... m <sup>2</sup>	201,3	189,3	237,4	170,6	211,3	181,90
	Surchauffe m <sup>2</sup>	29,6	35,3	40,9	35,3	48,3	36,60
Longueur du foyer..... m	2,89	2,28	2,67	1,98	»	2,25	
Surface de grille..... m <sup>2</sup>	4,1	4,1	4,1	4,3	5,42	3,75	
Chaudière..... {	Hauteur de l'axe m	2,21	2,28	2,52	2,36	»	»
	Diamètre... m	1,68	1,79	2,10	1,87	1,98	1,80
	Timbre. kg/cm <sup>2</sup>	12,7	12,0	12,7	12,7	14,1	14,0
Tubes..... {	Nombre.....	28-206	32-218	40-267	52-284	43-224	32-191
	Diamètre mm	133-44	133-48	140-51	133-51	133-44	134,51
	Longueur.. m	3,45	3,66	3,66	3,66	3,66	»
Diamètre des roues. {	Motrices.. m	0,99	1,22	1,41	1,22	1,45	0,965
	Porteuses . m	0,72	0,63-0,88	0,84-0,96	0,72	0,77-0,84	0,725
Empatement..... {	Rigide.... m	3,35	3,74	4,11	2,67	»	»
	1 groupe.. m	5,29	7,52	8,28	5,87	7,72	»
	Total..... m	18,16	21,95	23,82	18,59	23,30	17,50
Distance des pivots..... m	10,06	10,61	10,97	9,53	»	»	
Dimensions extrêmes. {	Hauteur... m	2,43	3,81	4,02	3,96	»	»
	Largeur... m	2,59	2,89	3,03	»	»	»
	Longueur.. m	21,06	25,02	26,05	21,53	»	»
Approvisionnement {	Eau..... m <sup>3</sup>	8,1	20,1	22,7	19,8	18,2	»
	Charbon.... t	4,1	6,1	6,1	7,1	6,1	»
Poids..... {	Maximum par essieu. t	10,8	10,5	12,8	13,1	»	»
	Adhérent... t	80,2	80,6	102,2	78,3	»	»
	Total..... t	99,0	127,2	167,5	124,0	147,9	120,7
Effort de traction..... kg	15 700	16 100	20 900	15 550	23 400	17 200	

*Locomotives Garratt récentes.* — Voici quelques renseignements concernant certaines locomotives *Garratt* de types récents.

Les Double-Prairie (2-6-2) + (2-6-2) (1) sont utilisées par une douzaine de chemins de fer et leur emploi s'étendra encore. Les *Garratt* à voie de 0,61 m des chemins de fer Sud Africains circulent sur les embranchements montagneux du Natal (2). Les essieux porteurs

(1) Voir *Revue Générale*, N° d'Octobre 1926, p. 337.

(2) Sur ces lignes les rampes atteignent 30 mm. et les courbes les plus roides ont 45 m de rayon. Les rails ne pèsent que 9 kg par mètre courant.

extrêmes sont des bissels; les essieux porteurs intermédiaires sont du type Gölsdorff, les longerons du type américain.

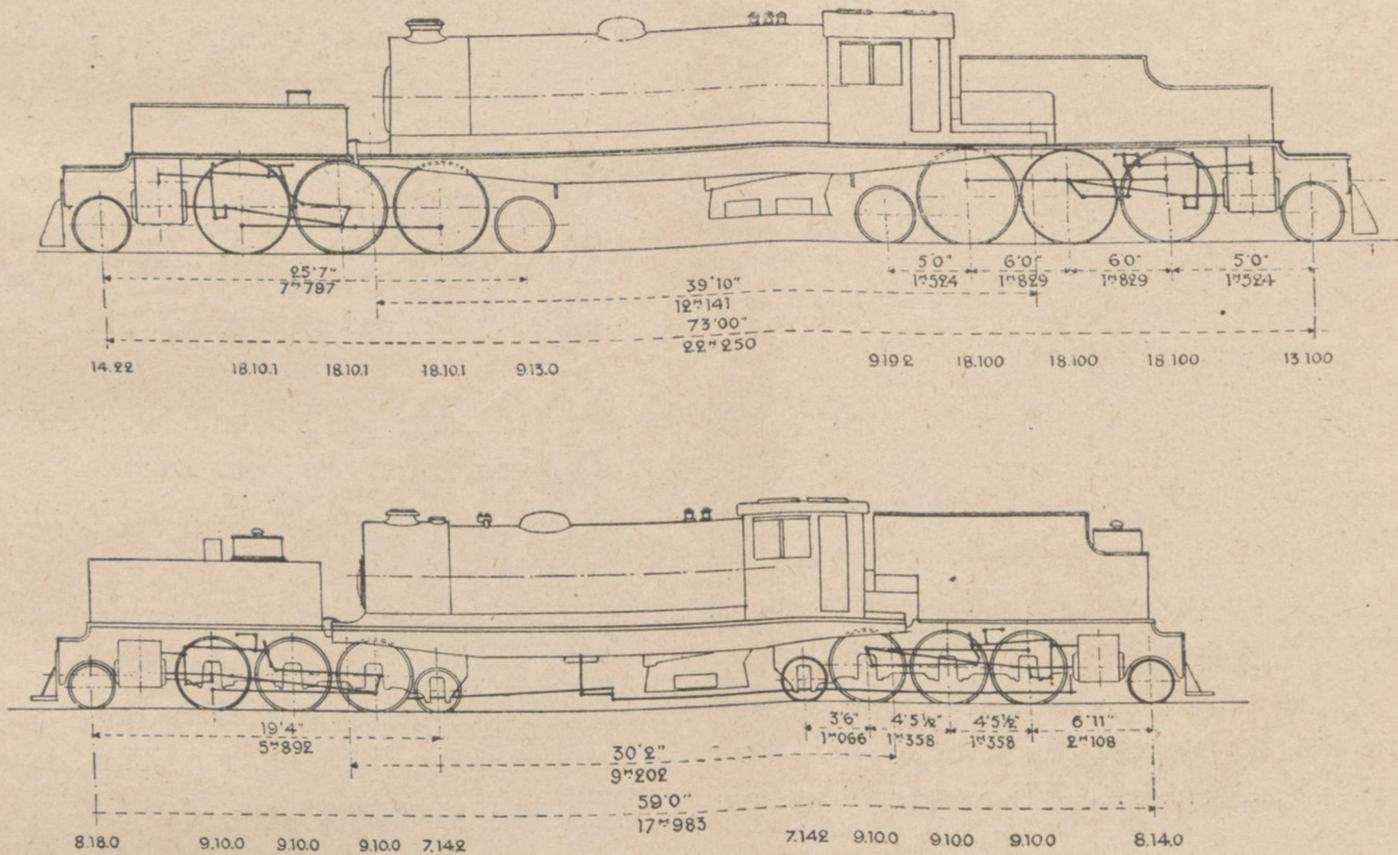
Les Double-Prairie du chemin de fer de Sierra Leone à voie de 0,60 m remorquent 190 t en rampe de 20 mm.

Le San Paulo Railway (1) qui depuis 1914 utilisait des locomotives *Garratt* (4-4-2) + (2-4-4) (2) pour ses trains de voyageurs express de la section Alto de Serra à Jundiahy, vient d'adopter des locomotives similaires avec un essieu accouplé de plus à chaque train de roues (2-6-2) + (2-6-2) (3). Le poids des trains atteint 400 t qu'il faut remorquer à la vitesse de 60 km/h.

Ces *Garratt* ont le plus grand diamètre de roues (1,67 m) qui se rencontre parmi les locomotives articulées (Fig. 9). Elles ont un facteur d'adhérence élevé (5,26), à cause des conditions climatiques. L'admission est limitée à 66,6 %. L'une des 6 locomotives du lot est pourvue de distribution à soupapes Lentz.

Fig. 9. — LOCOMOTIVES GARRATT 2-6-2 + 2-6-2.

a) SAN PAULA RY (Brésil), voie de 1,60 m. — b) ASSAM BENGAL RY (Indes Anglaises), voie de 1,00 m.



Les Double-Pacific (4-6-2) + (2-6-4) sont utilisées par deux chemins de fer seulement, ceux d'Afrique du Sud et ceux de Nouvelle-Zélande. Ce sont des locomotives de trains rapides et on conçoit que leur usage demeure restreint puisque 70 % de leur poids seulement peut servir à l'adhérence.

(1) Le San Paulo Railway relie le port de Santos à Sao Paulo et Jundiahy. Partant du niveau de la mer à Santos, il se heurte à la falaise côtière au km 22 (à Raz de Serra) l'escalade par la série de plans inclinés de Serra do Mar (Voir *Revue Générale* de N° Juillet 1920, p. 23) et atteint au km 30 Alto de Serra situé à la cote 796, 6. Sao Paulo est à la cote 737 et Jundiahy (km 139) à la cote 707.

(2) Voir *Revue Générale*, N° Mars 1920, p. 160.

(3) Voir *Revue Générale*, N° Avril 1928, p. 350.

Les Double-Consolidation (2-8) + (8-2) s'emploient sur quatre chemins de fer à voie large ou normale et aux chemins de fer Birmanais à voie de 1 m. Celles du Bengal Nagpur (1) effectuent entre Chakardarpur et Iharsuguda, où il existe des rampes de 10 mm par mètre, des trains de 1 500 tonnes.

Celles du London & North Eastern Railway (Fig. 10), assurent le renfort des trains de charbon de 1 000 t qui circulent entre Wath et Penistown, distant de 11,3 km, dont 3,2 km en rampe de 25 mm. Une seule *Garratt* suffit pour remplacer les 2 ou 3 locomotives utilisées précédemment pour ce service (2).

Les *Garratt* du North Western Railway of India, circulent entre Sibi et Kolpur, stations distantes de 100 km. Les trains de 650 t remorqués en simple traction par une *Garratt* sur le parcours Sibi-Abgum, (63 km) qui ne comporte que des rampes de 20 mm, sont renforcés par l'AR par une ou deux locomotives sur les sections suivantes de la ligne, qui sont en rampes de 30 mm pendant 12 km et 40 mm pendant 25 km.

La *Garratt* seule, qui pèse 178 t en remorque 354. Précédemment une locomotive de 117 t n'en remorquait que 160.

Les Double-Mikado (2-8-2) + (2-8-2) sont utilisées par trois chemins de fer. Les Nitrates Railways, les chemins de fer Sud-Africains et les chemins de fer Rhodésiens. Ces dernières sont en construction.

Sur les Nitrates Railways (3), elles sont en service sur le tronçon Iquique à Carpas, long de 32 km et qui comporte des rampes de 30, 33, 35 et même 40 mm avec des courbes de 85 m de rayon, soit ensemble l'équivalent d'une rampe de 42,6 mm environ. Les *Garratt* remorquent 360 t à 12 km/h alors que les locomotives 4-8-4 antérieures qui pesaient 114 t en en remorquaient 160 (4).

Les locomotives commandées en 1928 pour les Chemins de fer Rhodésiens développeront un effort de traction de 22 000 kg. Leur poids sera d'environ 152 t. Elles sont destinées à la ligne de Buluwayo Wankie Livingstone qui présente des rampes de 20 mm et est armée en rails de 30 kg par mètre courant.

Enfin les locomotives Double-Mountain (4-8-2) + (2-8-4) circulent ou vont circuler sur cinq Chemins de fer.

Le chemin de fer de Kenya et de l'Uganda les emploie de Nairobi à Nankuru (197 km) ou elles remorquent des trains de 400 t sur une rampe continue de 20 mm sur 51 km. Les rails pèsent seulement 25 kg par mètre courant, le poids maximum par essieu est de 10 t.

(1) Voir *Revue Générale*, N° de Juin 1926, p. 507.

(2) Voir *Revue Générale*, N° de Juillet 1926, p. 85.

(3) Ce Chemin de fer assure l'accès de la zone nitrifère du Chili aux ports d'Iquique et Pisagua. Voici quelques données qui donneront une idée du profil de ces lignes.

	kilom	altit.		kilom	altit.
Iquique .....	0	8 m	Pisagua.....	0	2 m
Alto del Molle.....	16	481	Hospicio .....	10	337
Santa Rosa.....	28	876	Cuesta Arenal.....	16	651
Montevideo.....	58	1 161	San Roberto .....	25	985
			Nevel.....	31	1 101

(4) Voir *Revue Générale*, N° d'Octobre 1926, p. 346.

Fig. 10. — LOCOMOTIVE GARRATT (2-6-2) + (2-6-2) DU LONDON NORTH EASTERN RAILWAY.  
(Voie normale).

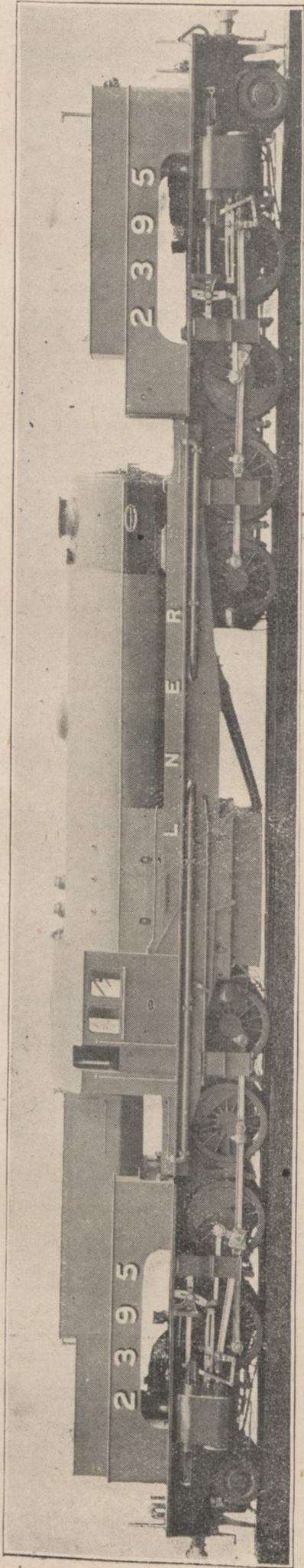
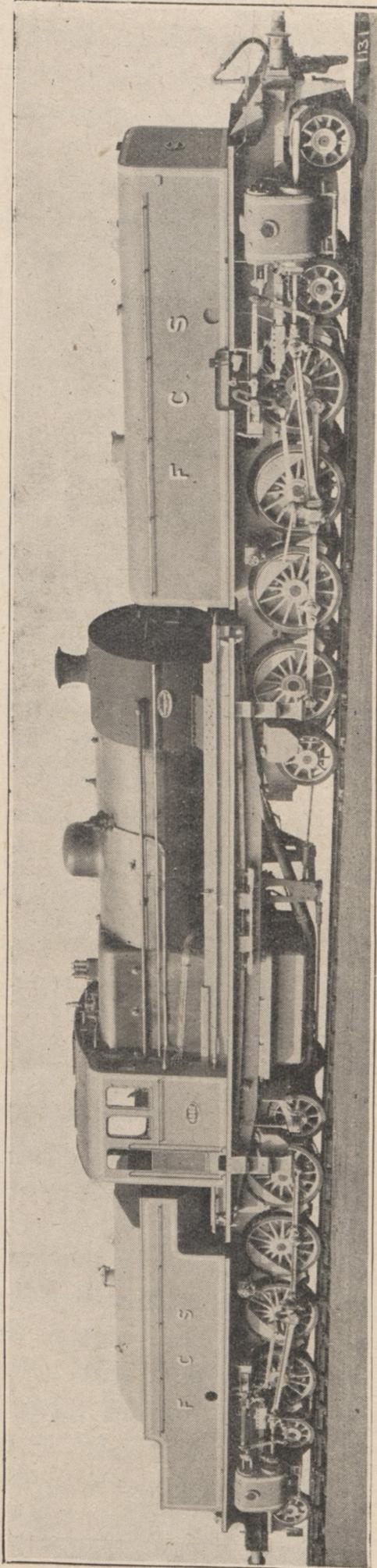


Fig. 11. — LOCOMOTIVE GARRATT (4-8-2) + (2-8-4) DU BUENOS-AYRES GREAT SOUTHERN RAILWAY.  
(Voie de 1,67 m).



Ce sont les mêmes considérations qui ont fait adopter ce type par le Buenos-Ayres Great Southern Railway (Fig. 11) (1). Comme il existe des courbes de petit rayon, les roues des premier et troisième essieux de chaque groupe n'ont pas de boudins et les essieux porteurs sont montés sur boîtes à déplacement latéral. Des balanciers équilibrent les charges, d'une part entre les premier et deuxième essieux accouplés et les bogies et d'autre part entre les troisième et quatrième essieux accouplés et les essieux porteurs voisins.

Ces locomotives chauffées au pétrole circulent sur la section Bahia-Zapala longue de 750 km et où il existe des rampes de 12 mm.

Celles du Cordoba Central Railway, qui viennent d'être commandées, seront d'une grande puissance pour voie d'un mètre. Comme les précédentes, elles n'auront pas à franchir de rampes de plus de 12,5 mm l'effort de traction sera de 22 000 kg.

Les locomotives du Benguela Railway remorquent des trains de 450 t sur de longues rampes de 25 mm. Le bissel de tête a été remplacé par un bogie, ce qui en fait des locomotives très souples. Les essieux extrêmes ont des roues sans boudins et l'empatement rigide est réduit de 3,89 m à 2,74 m. Ceci leur permet de circuler dans les courbes de 91 m de rayon qu'on rencontre en certains points de la ligne. Leur vitesse maxima est de 70 km/h.

Elles ont la distribution Lentz ; le foyer est en cuivre et la voûte est supportée par des tubes d'eau. Enfin, le Bolivia Railway vient de mettre en service de nouvelles *Garratt* qui sont, actuellement, les locomotives les plus puissantes pour voie de 1 mètre. Elles circulent sur les lignes du haut plateau Bolivien et, comme la superstructure des embranchements est faible, le poids par essieu est forcément limité. Malgré cela, ces locomotives ont plus de 100 tonnes de poids adhérent. Le combustible utilisé est le bois.

Ceci nous amène à la limite d'emploi des *Garratt* actuelles. Il est vraisemblable qu'on ne s'arrêtera pas là. D'une part, on augmentera encore le poids par essieu, d'autre part, l'on en arrivera forcément aux *Garratt* ayant deux trains de roues de cinq essieux accouplés chacun.

*Les locomotives Garratt modifiées.* — Les variantes apportées aux *Garratt* portent sur les cylindres et sur la poutre maitresse.

Il existe des *Garratt* à simple expansion à 4, 6 et 8 cylindres et des *Garratt* compound.

Les modifications apportées à la poutre maitresse ont fait apparaître la *Garratt-Union*.

*Les locomotives Garratt à plus de quatre cylindres et à simple expansion.* — Puisque la locomotive non articulée à 3 cylindres offre l'avantage d'un moment plus uniforme, il était rationnel d'en étendre le principe aux locomotives *Garratt* qui devenaient par le fait même des locomotives à 6 cylindres.

Le London and North Eastern Railway les introduisit dans ses Double-Consolidation (2-8) + (8-2) de 1925. Bien que leurs essieux fussent peu chargés, elles avaient une puissance de 50 % supérieure à celle des locomotives qu'elles remplaçaient (Voir p. 22).

Les Double-Pacific du New-Zealand Railway (2) livrées en 1928, sont destinées à remorquer les trains express de grande ligne à la vitesse de 80 km/h et à gravir des rampes de 25 mm.

Elles ne présentent guère de particularités constructives, mais comportent un ensemble d'éléments qui en font des locomotives très puissantes. Les cylindres sont légèrement inclinés,

---

(1) Voir *Revue Générale*, N° d'Octobre 1928, p. 484.

(2) Voir *Revue Générale* N° d'Avril 1929.

la distribution est du type Walschaerts pour les cylindres extérieurs et Gresley avec admission maxima de 50% pour les cylindres intérieurs. Pour faciliter le fonctionnement du chargeur mécanique Duplex dont elles sont munies, le châssis principal est prolongé vers l'AR afin que la soute à combustible puisse être attachée à la cabine, comme dans la locomotive *Golwé* d'où il en résulte un type de transition entre la *Garratt* et l'*Union*.

Les locomotives *Garratt* à 8 cylindres de l'État Tasmanien (4-4-2) + (2-4-4) ont été décrites dans le N° de Mai 1913 de la *Revue Générale*.

*Locomotives Garratt compound.* — Ainsi que nous l'avons dit (p. 17) la première *Garratt* que l'on ait construit était une *Garratt* (0-4) + (4-0) compound destinée aux chemins de fer Tasmaniens. On craignait en effet que l'étanchéité des joints articulés des conduits de vapeur ne fût difficile à maintenir et le compoundage permettait d'abaisser la pression dans certain d'entre eux. Mais on parvint à surmonter cette difficulté et l'on renonça pendant longtemps au compoundage. En 1923, pourtant, les chemins de fer Birmanis qui employaient des locomotives *Mallet* sur les lignes à fortes rampes, importèrent un certain nombre de *Garratt* (2-8) + (8-2) (Double-Consolidation) et en furent satisfaits (1). Comme d'autre part, le compoundage des *Mallet* leur avait paru avantageux, ils commandèrent une *Garratt* Double Consolidation compound, dans l'espoir de réaliser une économie d'eau, de combustible et peut-être d'entretien.

Les cylindres HP sont à l'AR et ceux BP à l'A. Tous sont à tiroirs cylindriques, les premiers à admission intérieure, les seconds à admission extérieure.

L'effort de traction est de 18 200 kg ; le facteur d'adhérence de 4,7.

Il sera intéressant de suivre les résultats de cette locomotive en service.

*Locomotives Garratt-Union.* — Ces locomotives dérivent des *Garratt* primitives dont elles diffèrent en ce que la poutre maîtresse est prolongée vers l'AR de façon à supporter également les soutes à combustible et les caisses à eau. Il n'y a donc plus de déplacements relatifs de la boîte à feu par rapport à la soute à charbon, ce qui permet d'installer des chargeurs mécaniques.

La suspension de la locomotive se fait en trois points : à l'A par un pivot sphérique, comme dans la *Garratt* normale, à l'AR par des supports latéraux.

De plus on a cherché à allonger la chaudière et à la munir de tubes plus longs qui assurent une combustion plus complète. Pour ne pas allonger démesurément la locomotive, on a raccourci la soute à eau d'A et reporté une partie de l'approvisionnement d'eau sous la chaudière.

On a déplacé le pivot d'articulation qui se trouve ici entre les deux essieux accouplés de chaque train de roues les plus voisins du milieu de la locomotive ; c'est-à-dire que les bogies sont quelque peu reculés sous la chaudière.

Ces modifications ont été brevetées simultanément par Beyer-Peacock, de Manchester, et par Maffei, de Munich, mais en partie pour des pays différents.

Maffei, de Munich a construit, d'après ces principes, des locomotives Double-Prairie (2-6-2) + (2-6-2) et Double Pacific (4-6-2) + (2-6-4) (1) (Fig. 12 et 13), pour les lignes à

---

(1) Les locomotives *Garratt* remorquent 200 t à la vitesse de 15 km. sur des rampes de 40 mm dont certaines sont fort longues, l'une d'entre elles atteint 27 km et présente des courbes de 100 m de rayon.

Les essais entre les *Mallet* et les *Garratt* furent effectués sur le parcours Sedaw-Maymyo qui comprend 18 km en rampe de 40 mm avec 4 rebroussements et des courbes et contre courbes de 100 m de rayon. Au haut de cette rampe il y a 19 km en rampe de 25 mm (Voir *Revue Générale*, N° de Novembre 1922, p. 347).

voie de 1,067 m des chemins de fer Sud Africains, qui les utilisent concurremment avec les locomotives *Fairlie* modifiées et avec les *Garratt* normales.

En service, ces locomotives ont prêté à de vives critiques. Il semble que les défauts que l'on a constatés soient imputables à un excès de charge de certains essieux. On a pu porter remède à ces défauts.

TABLEAU DES DIMENSIONS PRINCIPALES DES LOCOMOTIVES  
ARTICULÉES DE CONSTRUCTION RÉCENTE DES CHEMINS DE FER SUD-AFRICAINS

Écartement de la voie..... m	0,61	1,067							
	Garratt 2-6-2+2-6-2	Garratt 2-6 + 6-2	Garratt 2-8-2+2-8-2	Fairlie 2-6-2+2-6-2	Garratt-Union 2-6-2+2-6-2	Garratt-Union 4-6-2+2-6-4	Garratt 4-6-2+2-6-4	Fairlie 2-8-2+2-8-2	
Type.....	Hanomag	Beyer-Peacock	Beyer-Peacock	N. British	Maffei	Maffei	Hanomag	Henschel	
Constructeur.....	1927	1920	1925	1925	1927	1927 <sup>(1)</sup>	1927	1927	
Date de construction.....									
Diamètre des cylindres..... mm	305	457	457	381	470	495	406	457	
Course des pistons..... mm	406	660	660	610	660	660	660	610	
Surface de chauffe.	{ Foyer..... m <sup>2</sup>	7,6	19,6	18,5	17,7	20,7	22,4	18,5	»
	{ Tubes..... m <sup>2</sup>	77,9	217,7	219,8	144,5	216,1	200,4	190,0	»
	{ Totale..... m <sup>2</sup>	85,5	237,3	238,3	162,2	236,8	222,8	208,5	191,6
	{ Surchauffe..... m <sup>2</sup>	13,2	48,9	32,0	33,6	70,1	76,0	43,0	67,5
Surface de grille..... m <sup>2</sup>	1,8	4,8	4,8	3,2	5,6	5,5	4,1	4,9	
Longueur du foyer..... m	1,35	2,67	2,40	2,28	2,58	2,58	2,24	»	
Chaudière.	{ Hauteur de l'axe... m	1,65	2,36	2,36	2,28	2,53	2,52	2,36	2,41
	{ Diamètre..... m	1,45	2,10	2,10	1,86	1,89	2,37	1,96	»
	{ Timbre..... kg/cm <sup>2</sup>	12,66	12,66	12,66	12,66	12,66	12,66	13,3	12,66
Tubes.....	{ Nombre.....	15-152	40-279	36-288	32-190	30-170	43-195	36-234	»
	{ Diamètre..... mm	140-44	133-51	140-51	140-51	140-57	140-63	140-51	»
Diamètre des roues.	{ Longueur..... m	2,84	3,42	3,42	5,54	9,72	9,03	3,57	4,57
	{ Motrices..... m	0,83	1,22	1,15	1,15	1,22	1,52	1,37	1,16
Empatement.	{ Porteuses..... m	0,53	0,76	0,72	0,72	0,76	0,76	0,76	0,72
	{ Rigide..... m	1,91	2,74	3,89	2,59	2,74	3,28	2,90	3,89
Distance des pivots..... m	{ 1 groupe..... m	4,02	4,93	6,97	3,60	5,99	6,36	7,14	6,98
	{ Total..... m	13,33	1,22	21,33	17,86	20,40	23,34	21,26	21,28
Dimensions extrêmes.	{ Hauteur..... m	7,24	10,13	10,67	11,12	11,92	12,06	10,11	12,83
	{ Largeur..... m	3,15	3,91	3,96	3,89	3,96	3,95	3,91	3,95
	{ Longueur..... m	2,14	3,05	3,05	2,77	3,02	3,03	2,90	»
Approvisionnement.	{ Eau..... m <sup>3</sup>	14,77	20,01	»	20,63	22,75	25,91	23,50	23,64
	{ Charbon..... t	8,1	20,9	20,9	20,9	24,0	27,3	18,1	20,9
Poids.....	{ Maximum p <sup>r</sup> essieu. t	4,0	9,1	10,2	9,1	14,2	13,5	10,0	9,1
	{ Adhérent..... t	10,4	18,1	13,1	12,5	18,7	18,9	17,5	13,5
	{ Total..... t	42,0	106,2	»	72,9	112,0	112,0	104,5	106,0
Effort de traction..... kg	62,5	135,9	146,7	154,9	169,8	187,5	140,0	154,9	
	»	21 500	21 500	14 700	15 000	20 200	»	20 290	

(1) Voir *Revue Générale*, Avril 1928, p. 342.

### 2° Locomotives à transmission par engrenages.

Nous avons séparé ce groupe des précédents quoiqu'il s'agisse de locomotives à deux ou plusieurs trucks moteurs, parce que le mode de transmission par engrenages leur donne un caractère tout à fait particulier.

(1) Voir *Revue Générale*, N° d'Avril 1928, p. 342.

Fig. 12. — LOCOMOTIVE GARRATT UNION (4-6-2) + (2-6-4), CONSTRUITE PAR MAFFEI A MUNICH, POUR LES CHEMINS DE FER SUD-AFRICAINS.

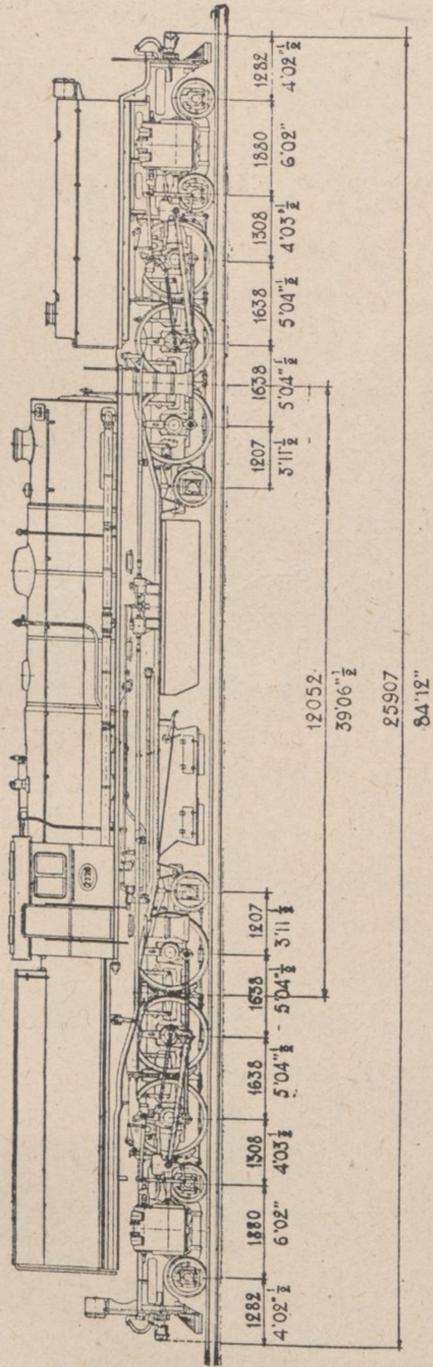
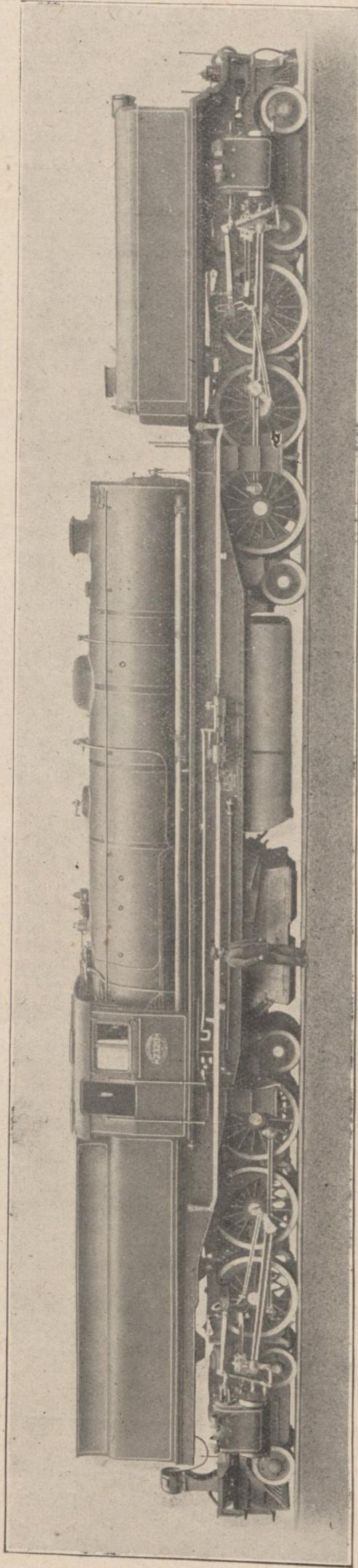


Fig. 13. — LOCOMOTIVE GARRATT-UNION (4-6-2) + (2-6-4) DES CHEMINS DE FER SUD-AFRICAINS. (Voie de 1,067 m).



Utilisé dès le début des chemins de fer (1), abandonné pendant de longues années, ce système a été repris sous une forme modifiée.

On rencontre d'assez nombreux exemplaires de ce type de locomotives aux Etats-Unis.

Ces locomotives, tout d'abord destinées à des lignes d'exploitation de plantations, de forêts ou de mines, s'emploient encore sur des lignes permanentes ou de fortune, présentant des rampes atteignant 140 mm. On les construit en série d'après des types établis.

Toutefois, la Lima Locomotive Works, qui construit les locomotives *Shay*, a apporté des améliorations à certaines d'entre elles ; les cylindres, qui ont des tiroirs cylindriques sont fixés au châssis et non à la chaudière comme antérieurement (Fig. 14 et 15).

Fig. 14. — LOCOMOTIVE SHAY A TROIS TRUCKS MOTEURS  
(Côté droit).

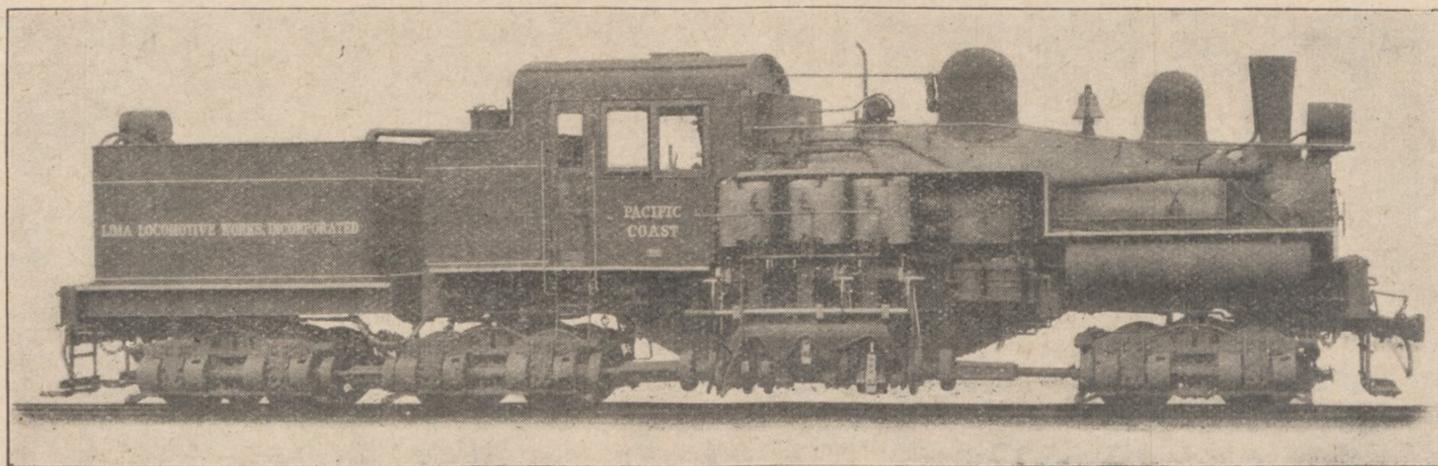
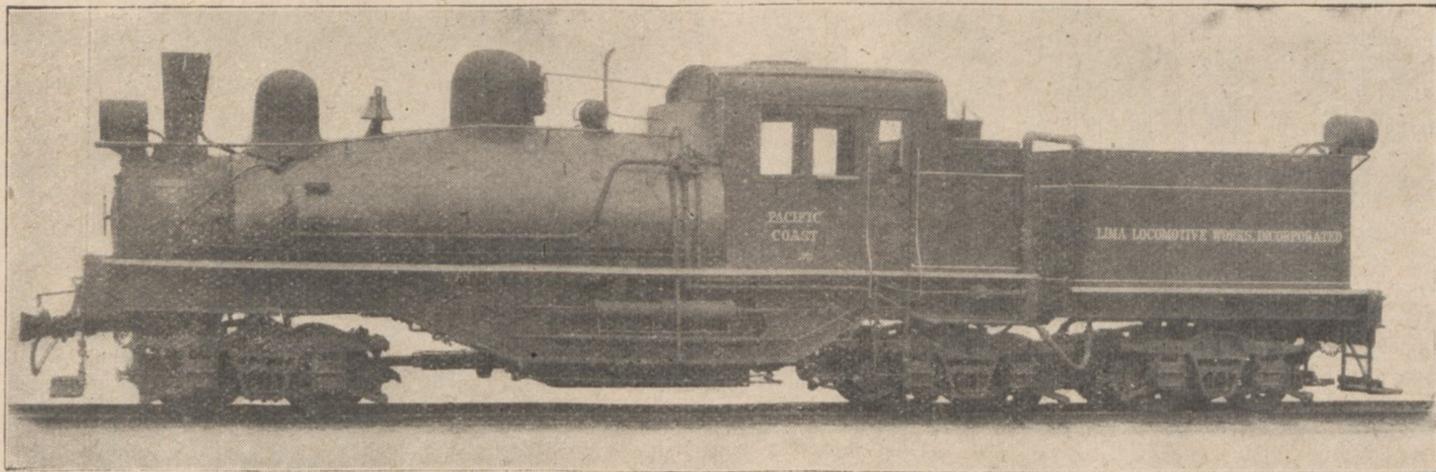


Fig. 15. — LOCOMOTIVE SHAY A TROIS TRUCKS MOTEURS  
(Côté gauche).



---

(1) La première locomotive à transmission par engrenages fut construite en 1838 par l'usine de Neath Abbey, pour le Rhimney Railway au pays de Galles.

Les caractéristiques principales d'une de ces locomotives, chauffée au pétrole sont les suivantes :

Diamètre des cylindres . . . . .	330 mm	Longueur des tubes . . . . .	3,352 m
Course des pistons . . . . .	381 mm	Poids total . . . . .	82,08 t
Diamètre des roues motrices . . .	0,914 m	Empatement : 1 truck . . . . .	4,320 m
Timbre de la chaudière . . . . .	14 kg/cm <sup>2</sup>	d° machine . . . . .	9,346 m
Surface de grille . . . . .	2,57 m <sup>2</sup>	d° total . . . . .	12,546 m
Surface de chauffe :		Effort de traction . . . . .	5 500 kg
du foyer . . . . .	11,33 m <sup>2</sup>	Facteur d'adhérence . . . . .	4,74
des tubes . . . . .	72,74 m <sup>2</sup>	Contenance des soutes :	
totale . . . . .	84,07 m <sup>2</sup>	à eau . . . . .	13,6 m <sup>3</sup>
Surface de surchauffe . . . . .	17,55 m <sup>2</sup>	à pétrole . . . . .	5,450 m <sup>3</sup>
Tubes : 97 de 50, 8 mm ; 15 de 136,2 mm			

### 3° Les locomotives articulées à transmission par chaînes.

Depuis l'essai malheureux de transmission par chaînes qui eut lieu au Concours du Semmering (locomotive « Bavaria ») on pouvait croire que cette méthode était complètement abandonnée. Mais la diversité des conditions d'exploitation auxquelles les locomotives articulées ont à faire face et les progrès de la technique ont permis d'y recourir de nouveau avec un plein succès.

Le problème qui se posait était de remplacer la traction bovine par des locomotives, sur les lignes des plantations péruviennes de canne à sucre. La voie à écartement de 0,91 m est posée à même le sol : les rails pèsent 9 kg par mètre et le rayon des courbes descend, parfois à 15 m. Il s'ensuit que les locomotives destinées à ce service doivent être simples et robustes et que tous les organes sensibles doivent être à l'abri.

Le *Romaine Schwartzkopff* fut établi pour répondre à ces desiderata. La locomotive est composée d'un châssis principal qui porte la chaudière, la cabine du mécanicien, les soutes à eau et le combustible. Elle comprend deux bogies pourvus chacun de deux cylindres dont les pistons actionnent un essieu coudé situé entre les deux essieux moteurs et qui leur est uni au moyen de chaînes (Fig. 16). Celles-ci ont été adoptées de préférence aux bielles qui se détérioreraient trop rapidement dans des services de ce genre. Leur entretien et leur remplacement par un personnel de fortune est aisé ; les chaînes doivent être remplacées annuellement.

On utilise des locomotives de 10 (Fig. 17) et de 12 t dont nous donnons les dimensions principales au tableau ci-après (1).

(1) Ces locomotives sont construites par la Fabrique Berlinoise de Locomotives, autrefois Schwartzkopff.

Fig. 16. — LOCOMOTIVE ARTICULÉE SYSTÈME SCHWARTZKOPFF, A TRANSMISSION PAR CHAINES.

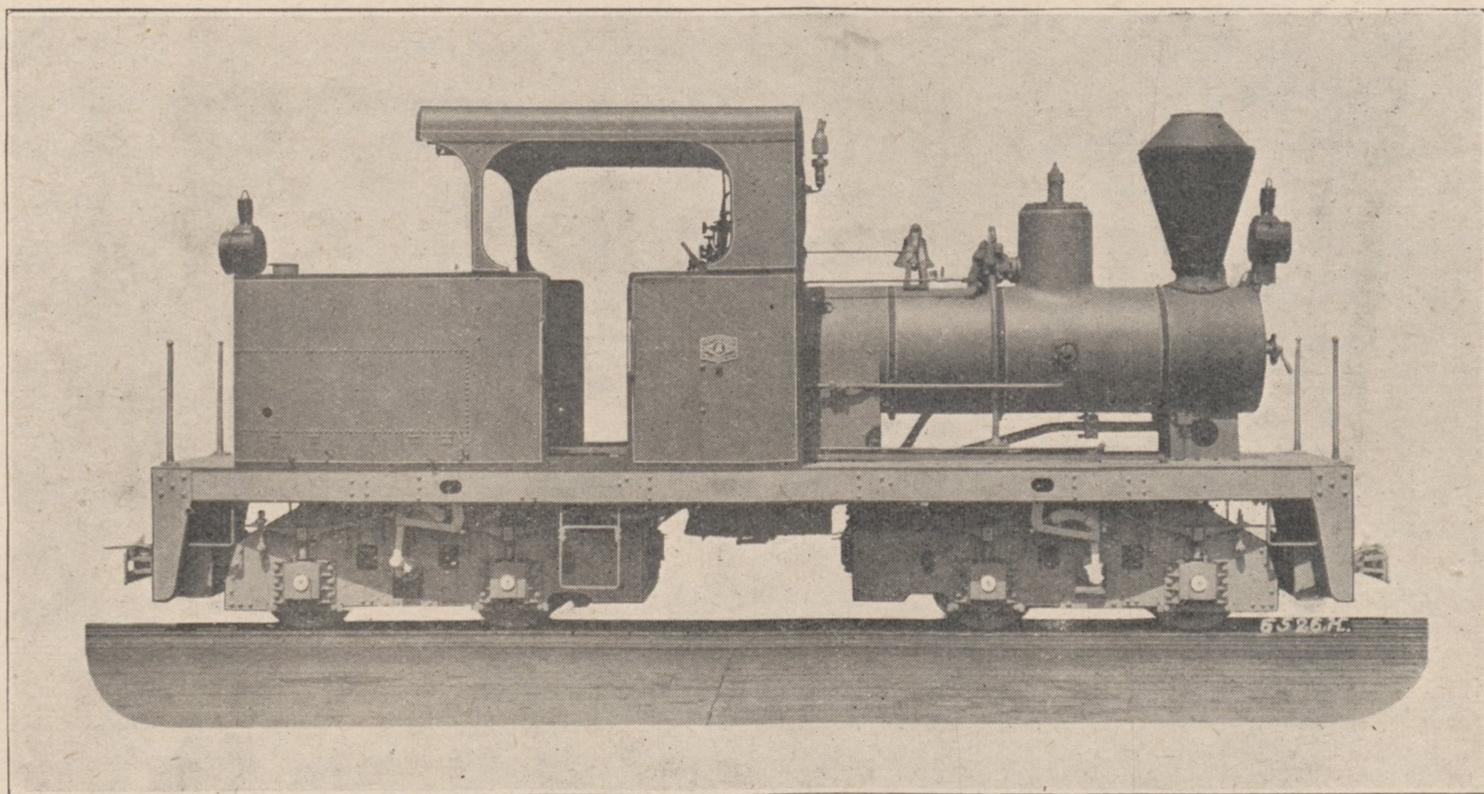


Fig. 17. — BOGIE SYSTÈME SCHWARTZKOPFF, A TRANSMISSION PAR CHAINES.

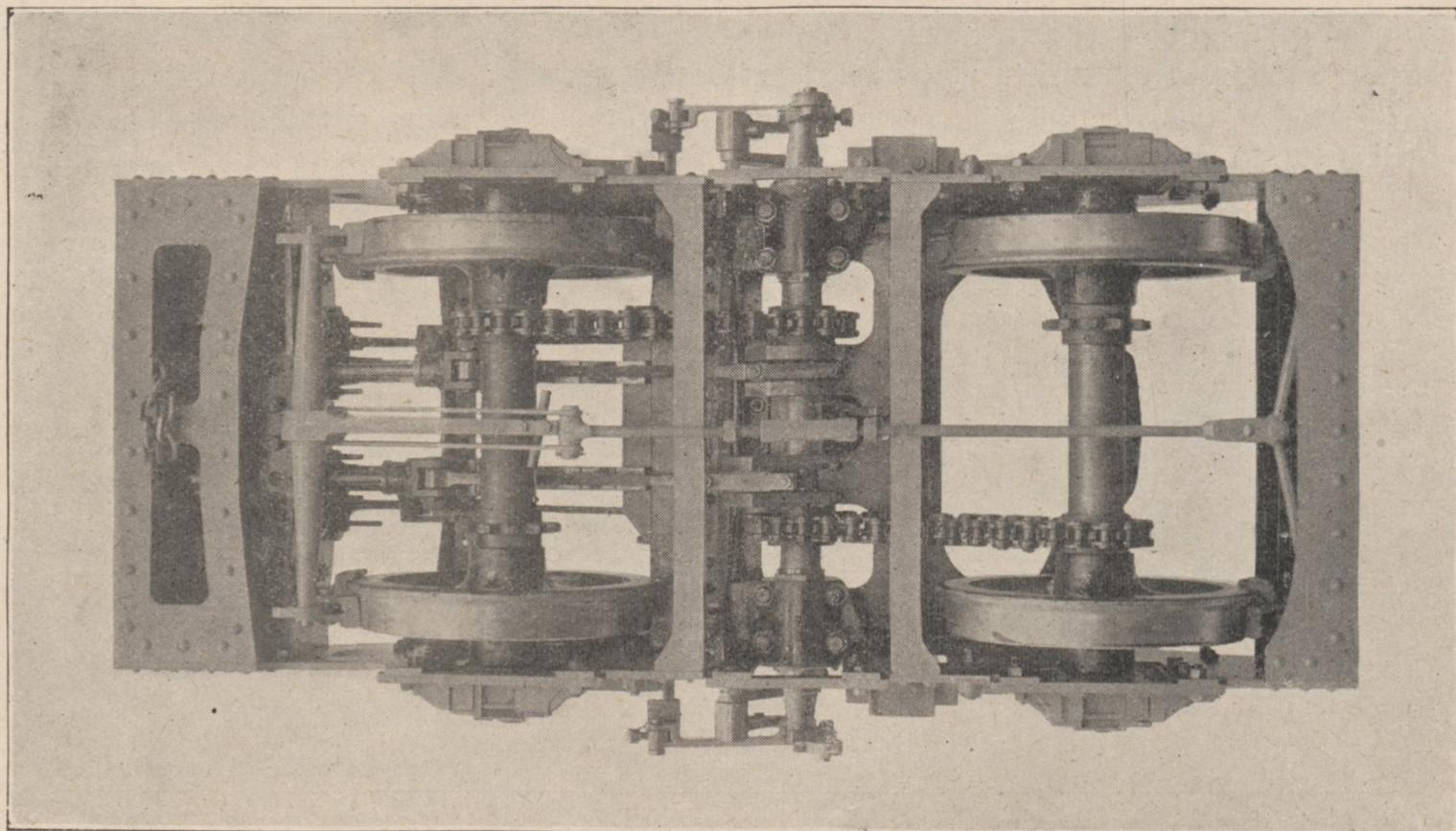


TABLEAU DES DIMENSIONS PRINCIPALES DE LOCOMOTIVES SCHWARTZKOPFF  
A TRANSMISSION PAR CHAÎNE

Voie écartement .....	m	0,914	0,700	0,600	0,600
Diamètre des cylindres .....	mm	4 × 160	4 × 160	4 × 170	4 × 170
Course des pistons .....	mm	230	230	230	230
Diamètre des roues motrices .....	mm	600	600	600	600
Timbre .....	atm.	10	12	12	12
Surface de grille .....	m <sup>2</sup>	0,23	0,59	0,66	0,66
Surface de chauffe de la boîte à feu ...	m <sup>2</sup>	1,12	—	—	—
Surface de chauffe des tubes .....	m <sup>2</sup>	8,08	—	—	—
Surface de chauffe de la chaudière.....	m <sup>2</sup>	9,20	12,3	16,2	16,2
Empatement rigide .....	m	1,200	1,200	1,200	1,200
Empatement total .....	m	5,200	5,200	5,200	5,200
Capacité en eau .....	l	400	1 000	800	1 200
Capacité en combustible.....	kg	charbon 400	bois 700 pétrole 600	1 200	1 200
Poids à vide .....	t	8,700	10,800	10,000	10,000
Poids en service .....	t	10,000	13,000	12,000	12,500
Effort de traction .....	kg	1 480	1 770	2 000	2 000

(à suivre)

LES  
LOCOMOTIVES ARTICULÉES ACTUELLES

Par M. Lionel WIENER

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE BRUXELLES.

*Suite.*

DEUXIÈME PARTIE

**Les locomotives semi-articulées**

Les locomotives semi-articulées, avec truck moteur à l'avant, du type *Mallet* (1) sont toujours employées. De plus, les *Mallet* à quatre cylindres et à simple admission sont en train d'acquérir droit de cité.

Seule, la locomotive de la Hannoversche Maschinenbau Gesellschaft a un truck moteur à l'arrière.

Enfin sont à ranger dans cette catégorie les locomotives jumelées dont le système le plus récent est celui de la firme Stephenson.

**Les locomotives semi-articulées à train de roues avant mobile**

LES LOCOMOTIVES MALLET COMPOUND

Le succès des locomotives articulées dont nous avons parlé est dû, en partie, à ce qu'elles sortent d'usines qui se sont spécialisées dans leur fabrication, tels les ateliers Kitson de Leeds et Beyer Peacock de Manchester. Ces maisons sont familiarisées avec le type de locomotive construit et sont à l'abri des tâtonnements.

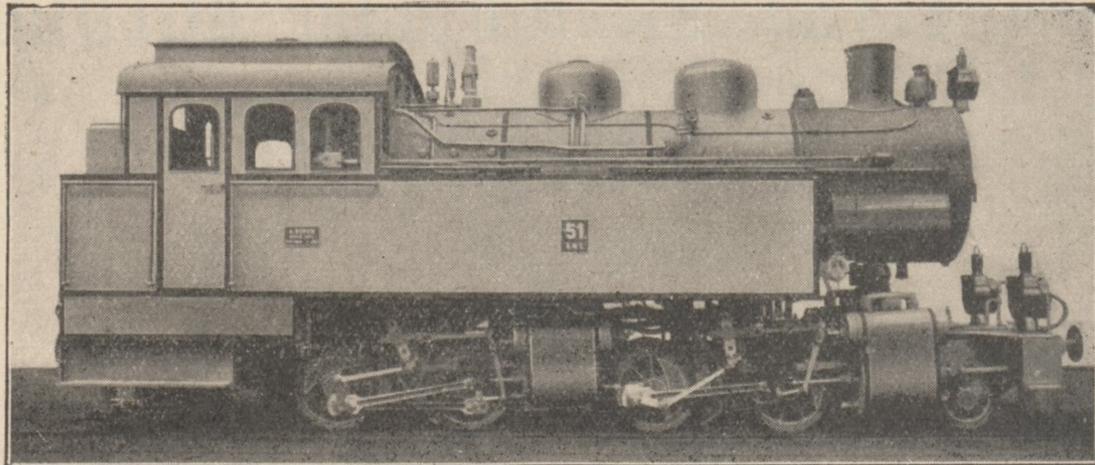
La locomotive *Mallet* a cessé en Europe d'être la spécialité d'une ou de plusieurs usines. La Société Alsacienne de constructions mécaniques et la Société des Batignolles, en France, Maffei, Borsig, Henschel, la Hanomag et Schwartzkopff, en Allemagne, la Société de Winterthur en Suisse, la North British Locomotive Company en Angleterre ainsi que d'autres en ont construit un grand nombre. Il n'en est pas de même en Amérique où seules deux grandes usines l'American Locomotive Co et les Ateliers Baldwin en ont continué la construction.

(1) Voir *Revue Générale*, N<sup>os</sup> de Mai 1913, pp. 311 à 325 et de Mars 1920, pp. 165 à 167.

Il s'en construit même encore de nouvelles, quoiqu'en nombre moindre qu'autrefois et les figures 18 et 19 se rapportent à des exemplaires récents et caractéristiques, à savoir :

1° Une locomotive tender (Fig. 18) pour laquelle il a fallu recourir au système articulé quoiqu'elle n'ait en tout que quatre essieux accouplés ;

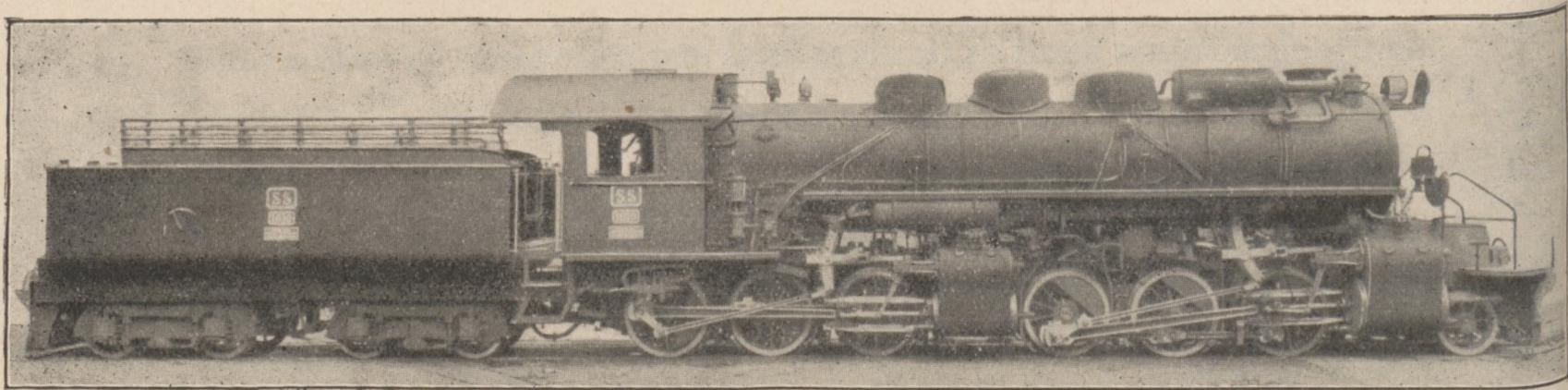
Fig. 18. — LOCOMOTIVE-TENDER MALLET (2-4) + (4-2)  
CONSTRUITE PAR LES ATELIERS BORSIG, DE BERLIN, POUR LE CHEMIN DE FER  
DE NORDHAUSEN-WERNIGERODE (voie de 1 m).



2° Une puissante locomotive pour voie de 1 m (Fig. 19).

Les locomotives américaines ne diffèrent pas en principe de celles décrites autrefois (1). On leur a cependant apporté des améliorations de détail. Il n'y a plus qu'un seul appui sous la partie antérieure de la chaudière ; de plus, le dispositif de centrage compliqué et inutile a été supprimé. La charnière d'articulation des deux châssis a été rendue flexible dans le sens vertical. Les foyers ont une voûte supportée par des tubes d'eau et sont prolongés par de grandes chambres de combustion. On emploie également des siphons thermiques.

Fig. 19. — LOCOMOTIVE MALLET (2-6) + (6-0) CONSTRUITE PAR LES ATELIERS DE WINTERTHUR  
POUR LES CHEMINS DE FER DE L'ETAT A JAVA (voie de 1,067 m).



Par ailleurs, on a appliqué à certains tenders, afin de les rendre moteurs, une ou même deux machines auxiliaires.

Ces perfectionnements de détail améliorent le rendement de la locomotive lequel, suivant des expériences faites récemment en Allemagne, peut atteindre le chiffre élevé de 94 % (2).

(1) Voir *Revue Générale*, Nos de Juin 1913, pp. 430 à 458 et de Mars 1920, pp. 168 à 184.

(2) Voir *Revue Générale*, N° de Décembre 1928, p. 558.

Une évolution plus importante, puisqu'elle concerne le mode d'emploi de la vapeur, consiste dans la substitution de la simple expansion au compoundage. Son importance est telle que nous en faisons ci-après l'objet d'un chapitre spécial.

#### LES LOCOMOTIVES MALLET A SIMPLE EXPANSION.

Les premières locomotives *Mallet* étaient caractérisées, d'une part, par l'emploi d'un truck *A* relié par une charnière verticale au châssis principal, dont la chaudière était solidaire, d'autre part, par l'emploi de quatre cylindres fonctionnant en compound, dont deux IP attaquant le train de roues *R* et deux BP attaquant le train de roues *A*.

Dans ces conditions la vapeur qui circulait dans les tuyaux articulés placés entre les deux groupes de cylindres était de la vapeur partiellement détendue, pour laquelle il était relativement facile de maintenir l'étanchéité des joints.

L'on chercha, contrairement à l'avis de *Mallet* et sans succès d'ailleurs, à utiliser la vapeur vive dans les quatre cylindres des locomotives construites en 1902 pour le Transsibérien. En 1912, parurent trois locomotives d'expérience, à quatre cylindres et à simple expansion, l'une sur le South African Railway, toujours curieux de nouveauté, l'autre sur le Canadian Pacific (1); la troisième sur le Pennsylvania Railroad.

Si les recherches ont si souvent porté dans ce sens, il faut y voir autre chose qu'un simple besoin de nouveauté.

*Causes de l'abandon du compoundage dans les locomotives Mallet.* — Le motif primordial qui engagea les Chemins de fer américains à renoncer au compoundage, dans les grosses *Mallet*, est qu'ils ne parvenaient plus à loger les cylindres BP, lesquels sortaient du gabarit. Antérieurement on avait eu recours à des expédients, mais la limite des possibilités une fois atteinte, il fallut bien chercher autre chose.

D'autre part, l'emploi de la simple expansion se heurtait toujours à deux difficultés sérieuses, celle d'assurer l'étanchéité des tuyaux articulés et celle de fournir suffisamment de vapeur aux quatre cylindres IP. Afin de surmonter la première, on abaissa le timbre de la chaudière; pour parer à la seconde, on eut recours à des foyers plus grands et à la surchauffe. Ce fut dans ces conditions que l'on établit, en 1912, la locomotive à simple expansion (2-8) + (8-0) du Pennsylvania Railroad.

La guerre interrompit les recherches, qui furent reprises en 1919. La *Mallet* de cette époque a une admission limitée à 50%; la consommation de vapeur n'est pas exagérée et, dans les cylindres, la température se maintient à un degré suffisant.

Entre temps, grâce aux progrès accomplis dans la construction des joints de vapeur articulés, ceux-ci présentaient une étanchéité convenable, même pour la vapeur non détendue. On en revint donc à des chaudières timbrées à 14 atmosphères.

Vers cette époque, la régression du compoundage au profit des locomotives à deux ou trois cylindres et à vapeur surchauffée devint générale en Amérique.

---

(1) A vrai dire cette locomotive était d'un système un peu différent, puisque les quatre cylindres étaient groupés au centre et que les deux trains de roues étaient unis par une flèche.

DIMENSIONS PRINCIPALES DES LOCOMOTIVES MALLET A SIMPLE EXPANSION

Chemin de fer.....	Sud African	Utah Railway	Pennsylvania Lines	Great Northern	Chesapeake and Ohio Railroad	Denver, Rio Grande and Western	Baltimore and Ohio Railroad	Southern Ry (U. S)	Southern Pacific	Northern Pacific
Écartement.....	1,067	0,91	1,435	1,435	1,435	1,435	1,435	1,435	1,435	1,435
Type.....	2-6+6-2	2-6+6-2	2-8+8-2	2-8+8-2	2-6+6-2	2-8+8-2	2-8+8-0	2-8+8-2	2-8+8-4	2-8+8-4
Constructeur.....	North British	Baldwin	American locomotive	Baldwin	American locomotive	American locomotive	American locomotive	Baldwin	Baldwin	American locomotive C°
Année.....	1912	1926	1912	1925	1918/27	1924	1918/27	1928	1928	1928
Diamètre des cylindres. mm	381	381	686	711	508	584	635	584	510	510
Course des pistons.... mm	584	558	711	812	812	812	812	762	810	810
Surface de chauffe..... m <sup>2</sup>	40,8	11,6	35,7	39,97	32+2,2	43,4	36,9	21,4+10,4	47,7	56,4+24,5
Surface de grille..... m <sup>2</sup>	124,5	183,5	530,0	623,3	446,5	363+192	513,2	421,8+9	556,7	631,8
Chaudière..... m	135,3	195,1	565,0	663,3	488,7	598,4	550	462,3	604,4	712,8
Timbre..... kg	32,4	47,0	416,8	176,1	202,1	175,1	128,2	132,0	277,6	299,1
Nombre.....	3	»	9	10,0	6,8	10,5	8,2	7,7	12,9	16,9
Diamètre..... mm	2,36	3,5	3,14	»	2,97	3,28	3,18	»	3,86	3,23
Longueur..... m	4,26	1,62	2,23	2,77	2,44	2,34	2,18	2,43	2,34	2,62 à 2,79
Des roues..... m	12	14,8	11,3	14,8	14,8	14,5	14-15,9	14,8	16,6	17,6
Diamètre..... mm	90-14	146-24	282-45	310-68	195-38	278-60	259-48	200-50	240-91	280-92
Longueur..... m	57-133	51-137	57-140	57-140	57-140	57-140	57-140	57-140	89-57	89-51
Motrices..... m	5,66	5,49	7,57	7,32	7,32	7,32	7,59	7,32	6,71	6,71
Porteuses..... m	1,07	1,07	1,42	1,60	1,45	1,45	1,60	1,45	1,61	1,60-1,07
Rigide.....	0,76	0,76	0,76	0,84	0,76-1,16	0,76-1,14	0,76	0,76	0,84	0,80-0,91
Moteur.....	2,59	2,33	4,72	5,03	3,66	4,80	5,03	4,72	3,45	5,11
Total machine.....	7,62	6,96	12,75	13,24	9,29	12,80	13,41	12,80	13,59	13,57
Machine & tender.....	11,66	11,66	26,87	17,73	14,88	17,70	16,25	17,24	20,50	20,02
Hauteur..... m	17,82	»	»	29,35	26,50	29,89	29,89	26,77	32,43	30,38
Largeur..... m	3,66	4,33	4,62	4,91	4,57	4,57	4,88	»	4,98	4,98
Longueur..... m	»	3,08	3,19	3,43	»	3,20	3,08	»	3,35	3,35
En service..... t	20,31	»	29,89	30,58	20,90	33,31	20,23	»	»	24,51
Adhérent..... t	87,9	107,3	219,0	269,9	204,1	256,3	223,2	212,8	278,7	324,2
Effort de traction..... kg	60,3	88,0	197,3	241,7	171,9	222,7	207,1	185,5	215,6	251,3+27,7
Poids..... t	14 200	19 100	45 000	57 800	36 800	47 000	49 000	43 500	51 200	63 200+6 100
Tender: Poids..... t	38,2	»	84,3	145,8	94,3	95,3	99,3	86,7	132,5	181,9
Eau..... m <sup>3</sup>	13,7	10,6	34,0	63,6	45,4	45,4	45,4	37,8	61,0	80,0
Combustible..... t	7,6	4,1	13,6	21,6	13,6	13,6	18,1	14,5	18,2	24,5

On en profita pour établir des types rigides toujours plus puissants et comme ces locomotives étaient plus simples que les locomotives compound, elles étaient mieux adaptées aux conditions rencontrées sur beaucoup de chemins de fer.

De plus, dans bien des cas, elles étaient plus puissantes que les anciennes *Mallet* qu'elles remplaçaient avantageusement.

Mais les compagnies américaines, qui recherchaient l'économie, ne pouvaient abandonner leurs grosses locomotives articulées. Quelques-unes, comme le Baltimore and Ohio et le Chesapeake and Ohio furent ainsi conduites à appliquer la simple expansion à d'anciennes unités compound et elles s'en trouvèrent bien.

On peut donc considérer que l'emploi de quatre cylindres IP dans les locomotives *Mallet* est un problème résolu et qu'il est appelé à se répandre.

*Particularités constructives des locomotives Mallet à simple expansion.* — Etant données les grandes variations de pression sur le piston, toutes les surfaces d'appui du mouvement de distribution sont toujours largement calculées.

Des lumières auxiliaires permettent l'introduction de petites quantités de vapeur, quelle que soit la position des excentriques, afin de permettre le démarrage à tout moment.

Le diamètre des cylindres des *Mallet* récentes varie de 0,585 m à 0,660 m et la course des pistons est uniformément de 0,812 m.

Notons à ce sujet, les dimensions des cylindres IP substitués aux cylindres IP et BP pour quelques locomotives transformées :

CHEMIN DE FER	TYPE de locomotive	DIAMÈTRES ANCIENS	DIAMÈTRE nouveau	COURSE des pistons
Baltimore and Ohio .....	(2-8) + (8-0)	0,660 — 1,041 m	0,609 m	0,812 m
d° .....	(2-8) + (8-0)	0,673 — 1,067 m	0,635 m	d°
Chesapeake and Ohio .....	(2-6) + (6-2)	0,559 — 0,889 m	0,507 m	d°

La tuyauterie n'est pas partout pareille, même dans les types récents, en ce qui concerne les cylindres *R*.

Au Chesapeake and Ohio et au Southern Pacific, elle comporte deux tuyaux situés de part et d'autre de la locomotive et accolés à la partie inférieure de la chaudière, au-dessus des roues motrices, jusqu'à leur entrée dans les boîtes à vapeur des cylindres *R*. La vapeur qui en sort est ensuite dirigée vers la boîte à fumée par des tuyaux parallèles aux premiers (Fig. 20 et 22).

Au Great Northern, la vapeur détendue s'échappe des cylindres *R* par l'une ou l'autre des branches d'un tuyau en Y ménagé dans le massif des cylindres et est dirigée vers la boîte à fumée par un tuyau unique placé dans l'axe de la locomotive.

Tandis que dans le premier cas, l'échappement des deux groupes se fait par deux cheminées placées en tandem, dans le second, il a lieu par deux passages concentriques.

Un troisième système est en usage au Denver and Rio Grande Western. Le tuyau de vapeur sortant de la partie inférieure de la boîte à fumée se bifurque en un tuyau de droite, qui seul conduit la vapeur aux cylindres *R*, et un tuyau de gauche qui l'amène aux cylindres *A*.

*Foyer.* — Le foyer ne présente aucune particularité, à part ses dimensions inusitées. Il a une largeur de 2,44 m à 2,74 m et une longueur qui atteint au Chesapeake and Ohio, 5,18 m et au Denver and Rio Grande Western 5,54 m.

Le foyer est suivi d'une chambre de combustion de 1,80 m de longueur.

*Chaudière.* — Ainsi qu'il est rationnel, on emploie aujourd'hui des pressions de chaudière plus élevées. Le timbre des chaudières des locomotives du Baltimore and Ohio a été porté de 14 et 14,77 kg à 15,8 kg et au Denver and Rio Grande Western à 16,87 kg.

La chaudière du Chesapeake and Ohio est, à une exception près, la plus longue qu'ait construite l'American Locomotive Company ; elle comporte en effet cinq viroles sans compter le foyer et remplit le gabarit à un tel point qu'il a fallu recourir à des artifices pour loger les cylindres ainsi que les appareils accessoires.

Le diamètre des tubes à fumée a été unifié. Rappelons qu'il est de 57 mm pour les tubes ordinaires et de 140 mm pour les gros tubes, enfin de 29 mm pour les tubes surchauffeurs ; ils ont 7,32 m de long.

Au Denver and Rio Grande Western, la surface de chauffe indirecte arrive à dépasser 662 m<sup>2</sup> ; la surface de chauffe directe atteint 52 m<sup>2</sup> et celle de surchauffe 213 m<sup>2</sup> ; la surface de grille est de 12,6 m<sup>2</sup>.

*Roues.* — Les *Mallet* n'étant pas utilisées à des services de rapides, le diamètre des roues motrices est généralement petit, il varie de 1,45 m à 1,60 m.

Quant aux roues porteuses, leur diamètre est de 0,76 m ou 0,84 à l'A et de 1,067 m ou 1,14 m à l'R.

*Poids.* — Le poids par essieu suit la progression que l'on constate en Amérique pour tous les types de locomotives. Il atteint (poids moyen par essieu accouplé) 31,75 t au Denver and Rio Grande Western.

Sur ce même réseau le poids total des Double-Consolidation est de 294,4 t.

L'effort de traction atteint 59 800 kg à 70 % de la pression de la chaudière.

*Tenders.* — Les bogies, de deux ou trois essieux, sont à roues de 0,84 m de diamètre.

Les approvisionnements d'eau atteignent 63 m<sup>3</sup> et ceux de combustible 27 t. En service, le poids total atteint 156 t.

Il n'est pas étonnant, dans ces conditions, qu'on cherche à utiliser ce poids, en partie tout au moins, pour augmenter l'effort de traction de la locomotive. Aussi certains tenders sont-ils munis de *boosters* ou de machines auxiliaires *Bethlehem* actionnant directement l'un des essieux avec lequel le second est accouplé par bielles.

*Utilisation des Mallet à simple expansion.* — a) *Les locomotives (2-8) + (8-2) et (2-8) + (8-0) du Pennsylvania Railroad.* — La locomotive expérimentale (2-8) + (8-2) de 1912 était timbrée à 11,25 kg et munie de la surchauffe.

La surface de chauffe (568 m<sup>2</sup>) était considérable pour l'époque.

Les résultats obtenus ayant été satisfaisants, une nouvelle *Mallet* répondant au symbole (2-8) + (8-0) fut étudiée, mais la commande n'en fut faite qu'après la guerre.

b) Les locomotives (2-8) + (8-2) et (2-6) + (6-2) du Chesapeake and Ohio Railroad.

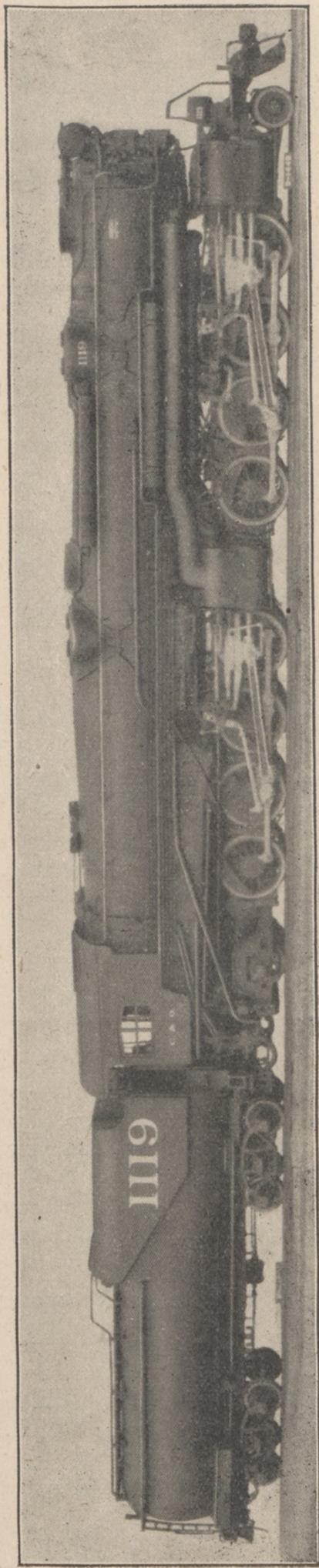


Fig. 20. — LOCOMOTIVE ARTICULÉE A SIMPLE EXPANSION (2-8) + (8-2) DU CHESAPEAKE AND OHIO RAILROAD (voie normale).

Le problème posé était [le suivant : obtenir une machine très puissante qui puisse circuler dans le faible gabarit d'un tunnel des Alleghany. La seule solution possible consistait dans la construction d'une locomotive plus longue et ayant une pression de chaudière plus élevée que les locomotives antérieures.

On y est parvenu, mais le dôme ne mesure plus que 140 mm de hauteur et la cheminée 293 mm. Les cylindres à frein ont dû être placés devant la boîte à fumée.

Un chargeur mécanique Duplex assure une consommation de 1,46 kg par cheval-heure soit 548 kg par m<sup>2</sup> de grille.

La puissance aux cylindres est de 3 726 ch et à la chaudière de 3 954 ch, soit 94,2 %.

Le tender est du type Vanderbilt (Fig. 20).

Ces locomotives circulent dans des courbes de 20 degrés (305 m de rayon) et des rampes de 15 mm.

Les résultats ayant été satisfaisants, ce réseau transforma en 1927 ses *Mallet* compound (2-6) + (6-2) de 1918 en locomotives à simple expansion. Dans ce cas, la pression a été réduite de 14,8 à 14,1 kg, mais on a augmenté la surface de chauffe et appliqué la surchauffe.

Les tenders sont plus grands ; malgré cela, le poids total est moindre que précédemment.

Autrefois l'effort de traction était de 42 600 kg avec admission directe à la BP et de 32 700 kg en marche à double expansion ; il est actuellement de 36 700 kg.

c) Les locomotives (2-8) + (8-0) à simple expansion du Baltimore and Ohio Railroad (1). — Poursuivant la même politique que le Chesapeake and Ohio Railroad, le Baltimore and Ohio Railroad a transformé en locomotives à simple expansion, en 1926 et 1927, deux séries de *Mallet* compound qui avaient été construites en 1918

(1) Sur ce réseau, les *Mallet* assurent le service sur la division de Connesville entre Rockwood et Saint-Pitch (2 km), section présentant des courbes de 250 m de rayon, des rampes de 10 mm.

et 1919. Elles étaient déjà pourvues de surchauffeurs, mais on a profité des transformations pour augmenter la pression de la chaudière et appliquer l'échappement en tandem en usage sur ce réseau (Fig. 21).

d) *Les locomotives (2-8) + (8-2) (1) du Great Northern Railway (2).* Les *Mallet* (2-8) + (8-0) mises en service en 1912 (3), avaient en 1923, après renforcement de la voie, été remplacées par des *Santa-Fé* développant un effort de traction de 39 500 kg qui pouvait être porté à 43 000 kg par l'adjonction d'un *booster*.

En 1924, une des anciennes *Mallet* fut transformée en locomotive à simple expansion. On se rendit alors compte qu'il n'existait plus de difficultés techniques à vaincre et comme les rails pouvaient supporter un poids par essieu très accru, on commanda en 1925 des *Mallet* (2-8) + (8-2) (Fig. 22) qui devaient permettre de remorquer en rampe de 8 mm des trains de 3630 t au lieu de 2720 t et la même charge en rampe de 18 mm avec une *Mallet* (2-8) + (8-0) de renfort. Ceci représentait un effort de traction supérieur de 47 % à celui des *Santa-Fé*.

Le pivot d'articulation, en acier cimenté, a 152 mm de diamètre. Le dispositif de rappel de la chaudière qui ne rendait pas les services qu'on en attendait, a été supprimé. Le moulage supérieur de la selle des cylindres *AR* est rivé à la chaudière. La partie *N* de la chaudière s'appuie en trois points sur le châssis.

e) *Les locomotives (2-8) + (8-2) (4) à simple expansion du Denver and Rio Grande Western. (5).* — Le programme imposé consistait dans la remorque d'un train de 2720 t à 40 km/h sur les parties faciles de la ligne et à 20 km/h sur des rampes de 33,3 mm sur lesquelles le renfort était assuré par des *Mallet* plus faibles.

La solidité de la voie a permis l'établissement de la grosse locomotive qui nous occupe.

Son foyer est le plus grand de ceux qui aient été construits à ce jour.

Le poids adhérent par tonne d'effort de traction théorique est de 4,2 t.

---

(1) Voir *Revue Générale*, N° de Janvier 1926, p. 82.

(2) Sur ce réseau, les *Mallet* sont utilisées sur la ligne transcontinentale qui franchit les Montagnes Rocheuses entre Cut Bank et Whitefish, à l'altitude de 1588 m. La rampe est de 10 mm pour les trains allant vers l'ouest et de 8 mm seulement dans l'autre sens. Sur une partie du parcours, il existe une rampe de 18 mm sur laquelle les trains prennent le renfort. Les plus petits rayons de courbes ont 178 m. Des *Mallet* sont également utilisées pour le service de renfort sur les 52 km de Leavenworth au tunnel de la chaîne des Cascades où il existe des rampes de 22 mm et des courbes de 180 m de rayon.

(3) Sur les 317 km du parcours Leavenworth-Spokane où il y a des rampes de 10 mm, des *Mallet* assurent la traction de trains de 1 315 t.

(4) Voir *Revue Générale*, N° d'Avril 1928 p. 351.

(5) Cette ligne transcontinentale franchit les Montagnes Rocheuses par le « Tennessee pass » à l'altitude de 2 272 m. Partant de Grand Junction, après le Tennessee Pass, elle atteint Pueblo à 1 393 m, puis franchit une crête secondaire avant d'atteindre Denver à 1 584 m.

Les rampes maxima ont été réduites, mais elles atteignent encore 33,3 mm par mètre sur 33 km, avec courbes de 160 m de rayon.

Fig. 21. — LOCOMOTIVE ARTICULÉE A SIMPLE EXPANSION (2-8) + (8-0) DU CHESAPEAKE AND OHIO RAILROAD (VOIE NORMALE)

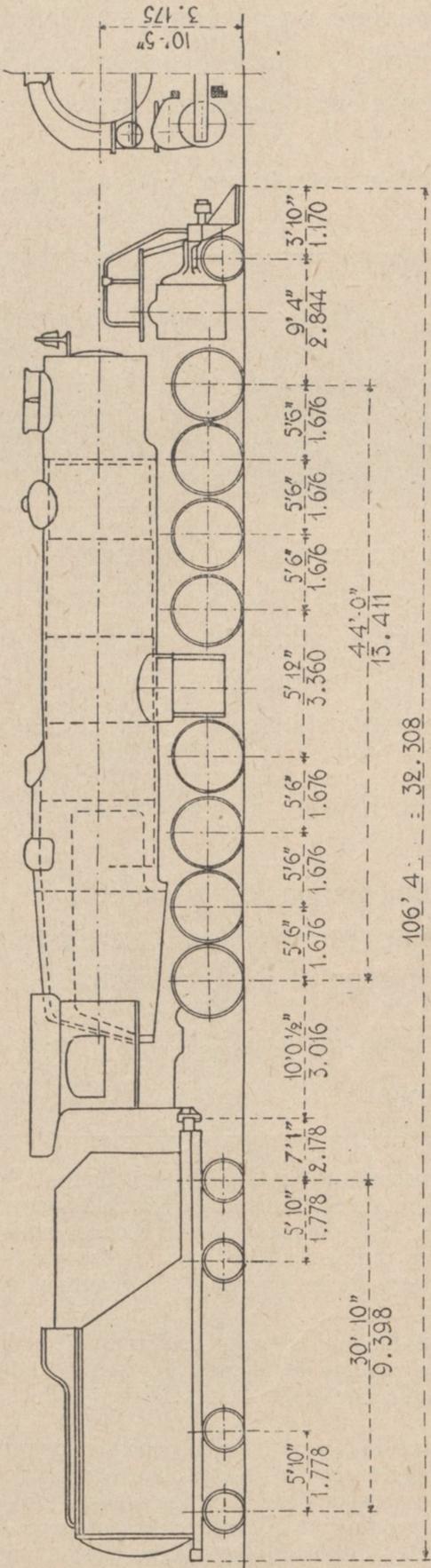
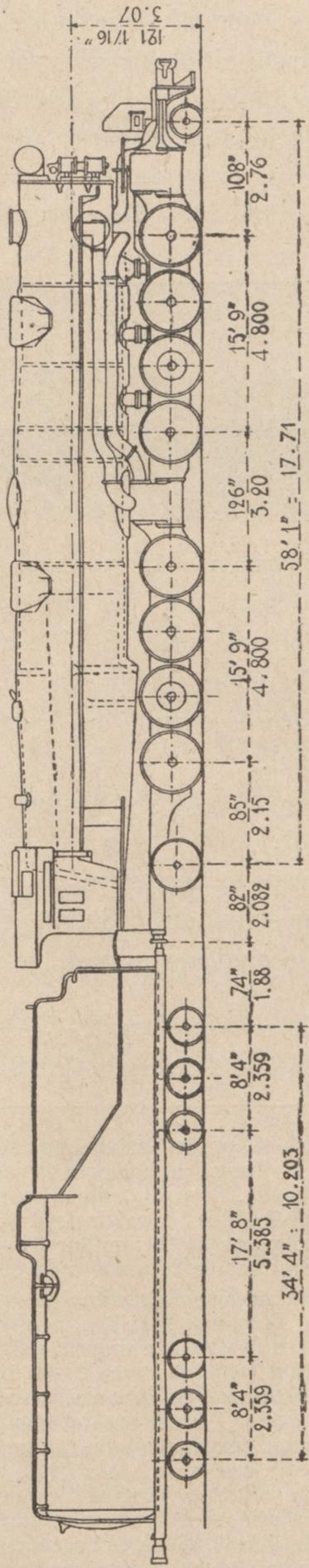
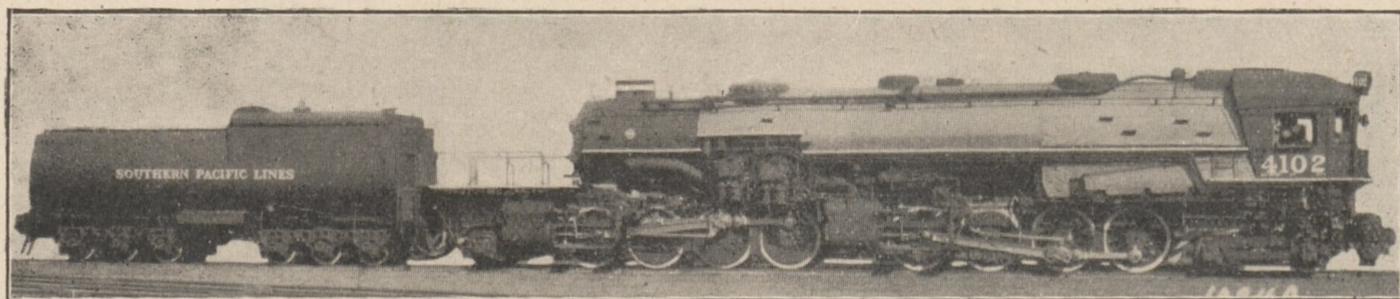


Fig. 22. — LOCOMOTIVE ARTICULÉE (2-8) + (8-2) A SIMPLE EXPANSION DU BALTIMORE AND OHIO RAILROAD (VOIE NORMALE).



f) *Les locomotives (2-8) + (8-4) à simple expansion du Southern Pacific Railway.* — Sur la section « Sacramento Division » (1) les tunnels et les galeries paraneige sont nombreux ; aussi les locomotives articulées de ce chemin de fer circulent-elles cabine en *N*, afin que le mécanicien soit moins gêné par la fumée. Le tender, à caisses cylindriques, est attelé derrière la boîte à fumée. Dans les dix dernières locomotives fournies, afin de disposer d'un foyer plus grand et aussi pour assurer un meilleur guidage, le bissel a été remplacé par un bogie (Fig. 23).

Fig. 23. — LOCOMOTIVE ARTICULÉE (2-8) + (8-4) DU SOUTHERN PACIFIC (voie normale).



La charnière d'articulation est placée à 1,96 m en arrière du dernier essieu du truck et à 1,32 m en avant du premier essieu accouplé du train de roues rigides, à l'inverse de ce qui se fait habituellement, conséquence de la direction de marche habituelle de la locomotive.

La chaudière est pourvue d'un surchauffeur de dimensions inusitées. Pourtant le rapport de la surface de chauffe du foyer et de sa chambre de combustion à la surface totale n'a rien d'anormal.

Ce foyer a 4,98 m de long et 2,60 m de large. La chambre de combustion a 1,72 m en longueur.

La vapeur nécessaire au réchauffeur d'eau d'alimentation est prélevée sur la vapeur d'échappement des cylindres *N* ; la tuyauterie de vapeur vive ne présente aucune particularité.

Ces locomotives assurent le service des trains de voyageurs et de marchandises.

g) *Les locomotives (2-8) + (8-4) à simple expansion du Northern Pacific Railway (2)* (Fig. 24). — Construite fin 1928, par l'American Locomotive Co, la locomotive qui nous occupe

(1) La division de Sacramento est un tronçon de la ligne transcontinentale qui dessert Ogden. Située sur le versant occidental de la Sierra Nevada, elle s'étend, sur 213 km, de Sacramento à Sparks. Sacramento est à 9 m d'altitude, Roseville, située au km 29, est à celle de 49 m, et le point culminant, qui est au km 169, est à celle de 2 139 m. A partir de Roseville la montée s'effectue en rampe de 15 mm par mètre sur 6 km puis en rampe moyenne de 20 mm sur 51 km. Vient ensuite un parcours facile jusqu'à Colfax auquel succède une rampe continue de 21,5 mm à 22 mm régnant sur 82 km.

(2) Ces machines sont utilisées sur le tronçon de ligne de 344 km qui s'étend de Mandan (North Dakota) à Glendive (Montana) Il existe, sur divers points du parcours, des rampes de 11 mm. Les trains de 3 600 tonnes qui arrivent à Glendive doivent y être scindés, les Mikados (avec boosters) de 28 600 kg d'effort de traction ne pouvant remorquer que 2 040 tonnes sur ce parcours.

La construction de variantes à meilleur profil longitudinal ayant dû être écartée à cause de leur prix prohibitif, il fallut songer à créer une locomotive capable de remorquer des trains de 3 600 tonnes en rampe de 11 mm, afin d'éviter des ruptures de charge. D'autre part, la Compagnie possède des mines de charbon semi-bitumineux, exploitées à ciel ouvert dans l'état de Montana. Ce charbon ne produit pas plus de calories qu'un bon lignite, puisqu'en sortant de la mine il contient de 24,6 à 30 % d'humidité et de 12 à 14 % de cendres et fournit de 1 580 à 1 750 calories seulement ; mais après séchage, il peut produire environ 2 520 calories, et devient équivalent au lignite de Pernik, employé avec succès dans les locomotives bulgares. On décida de l'utiliser et c'est sur ces bases qu'on élaborait le programme de construction d'où est sortie la locomotive qui nous occupe. C'était jouer la difficulté que d'employer un semblable charbon dans une grosse locomotive Mallet qu'il fallait pourvoir à cet effet d'un foyer et d'une chaudière de dimensions inusitées ; ce ne peut être qu'une locomotive d'expérience puisque l'on ne sait comment de tels éléments se comporteront en service.

est la plus grande du monde quoique deux autres soient plus puissantes : la Triplex de l'Erié qui développe 72 600 kg d'effort de traction et la double Santa-Fé du Virginian Railway (80 100 kg).

Le foyer dont la longueur intérieure est de 6,76 m et la largeur de 2,89 m est entouré de lames d'eau ayant 15 cm sur les côtés et 18 cm à l'avant. La chambre de combustion qui y fait suite a 1,84 m de longueur. Cinq siphons thermiques, dont 3 pour le foyer et 2 pour la chambre de combustion, activent la circulation. La chaudière conique pèse 75 tonnes et est timbrée à 17,6 atmosphères. Enfin, un chargeur mécanique permet de brûler 18 tonnes de charbon par heure.

Il a fallu évider la boîte à fumée afin de pouvoir loger le réchauffeur d'eau d'alimentation Coffin dont les pompes peuvent injecter jusqu'à 45 000 litres par heure. La chaudière peut vaporiser 54 000 litres d'eau dans le même temps.

La tuyauterie de vapeur présente quelques particularités. Les joints à coulisse des tuyaux d'amenée de vapeur aux cylindres *A* ont été supprimés, mais ceux-ci ont été cintrés afin de permettre leur dilatation. La tuyauterie est posée le long de la chaudière sur des consoles qui sont maintenues en place par des feuillards passant par-dessus la tonne cylindrique.

Le truck arrière est muni d'un *booster* à admission constante de 50 % et dont le facteur d'adhérence est de 4,52.

*h) La locomotive tender (2 - 6) + (6 - 2) de l'Utah Railway (1).* — Nous avons laissé pour la fin cette curieuse locomotive, employée en dehors de toutes les règles, et dont il faut attendre les résultats avant de se prononcer sur ses qualités, qui reculeraient bien loin les limites d'emploi des locomotives articulées.

En effet, cette locomotive travaille dans des conditions exceptionnellement difficiles.

On sait qu'il existe en Amérique des exploitations forestières qui utilisent des voies ferrées posées dans des conditions défectueuses avec des courbes de rayon extrêmement faible et

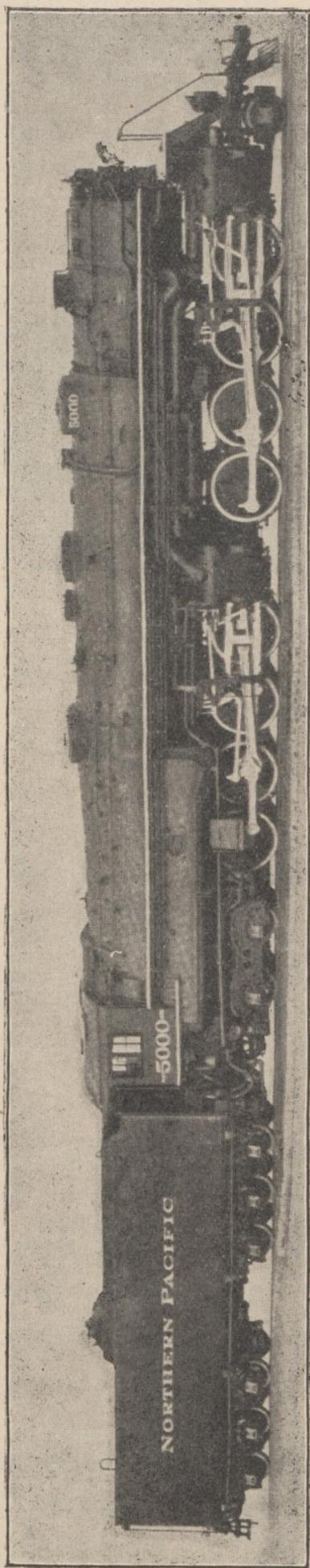


Fig. 24. — LOCOMOTIVE ARTICULÉE (2-8) + (8-4) A SIMPLE EXPANSION DU NORTHERN PACIFIC (voie normale).

(1) Le chemin de fer de l'Utah, à voie de 0,91 m, fut établi pour transporter dans le Colorado et l'Utah, région où le froid est intense en hiver, de l'asphalte naturel appelé gilsonite. Long de 123 km il part de Mack (137 m), franchit la crête des Book Mountains au Baxter Pass (km 55-2 571 m) et redescend à Watson (km 101-1 628 m). Les rampes atteignent 75 mm sur 6,5 km et les courbes ont 26 m de rayon seulement. Le surécartement n'est que de 22 mm dans ces courbes.

des rampes de 80, 100 et même 140 mm. par mètre. Les trains y sont habituellement remorqués par des locomotives à engrenages, le type *Shay* étant le plus répandu.

Les Ateliers Baldwin qui avaient établi des locomotives *Mallet* pour lignes forestières, plus ou moins comparables à celles de l'Uintah Railway, offrirent à celui-ci une locomotive *Mallet* à simple expansion, portant ses approvisionnements, et c'est ainsi qu'une locomotive de ce type servit à exploiter le tronçon difficile de ce chemin de fer. (Fig. 25).

Fig. 25. — LOCOMOTIVE-TENDER ARTICULÉE (2-8) + (8-2) T A SIMPLE EXPANSION DE L'UINTAH RAILWAY (voie de 3 pieds).



Il fallut évidemment avoir recours à des dispositifs spéciaux pour assurer sans danger la circulation dans les courbes et sur les rampes de ce chemin de fer, et notamment la flexibilité de l'articulation des châssis dans le sens vertical et dans le sens horizontal.

Le déplacement possible du bissel *N* est de  $\pm 170$  mm. Les roues du deuxième essieu accouplé de chacun des deux groupes sont dépourvues de boudins.

La vapeur d'échappement traverse le réchauffeur d'eau d'alimentation situé dans les caisses à eau latérales et en sort par de gros tubes qui longent la partie supérieure de la chaudière, avant de déboucher dans le haut de la boîte à fumée.

Cette locomotive peut être éventuellement convertie en locomotive à tender séparé. Elle remorque deux fois le tonnage des locomotives à engrenages en un peu plus de moitié moins de temps que ces dernières.

Ci-après quelques renseignements sur les charges remorquées.

	Rampe maximum	Charge remorquée
Tronçon Mack-Atchée .....	29 mm par mètre	460 t
— Atchée-Baxter Pass.....	75 —	436 t
— Watson-Dragon.....	41 —	1040 t
— Dragon-Wendela .....	33 —	460 t
— Wendella-Baxter Pass.....	50 —	218 t

CONCLUSIONS. — De cet exposé, il y a certaines conclusions à tirer quant à l'utilisation des locomotives Mallet à simple expansion. Pour plus de clarté, exceptons-en la locomotive de l'Uintah Railway.

1° L'emploi de quatre cylindres à simple admission ne présente plus aujourd'hui de difficultés, ni théoriques, ni pratiques, les inconvénients résultant du passage de la vapeur vive dans des joints articulés ayant disparu.

2° Sur les lignes où il est nécessaire d'employer des locomotives de grande puissance, pour la remorque des trains de marchandises lourds, la *Mallet* à simple expansion s'impose lorsqu'il n'est plus possible d'assurer le même service avec une locomotive rigide de puissance suffisante.

3° La *Mallet* à simple expansion est plus simple que la *Mallet* compound.

4° La transformation des anciennes *Mallet* compound, encore en bon état, en *Mallet* à simple expansion est à conseiller. Par ce moyen, on peut utiliser avec profit des unités plus anciennes et moins puissantes que les locomotives rigides construites ultérieurement.

5° L'emploi des *Mallet* à quatre cylindres IP sur des chemins de fer à très fortes rampes, comme l'Utah Railway, est à suivre, sans qu'il soit possible d'en tirer actuellement aucun enseignement.

Si les essais donnaient des résultats favorables, il y aurait là une application intéressante pour les lignes mixtes à adhérence et à crémaillère dont l'exploitation serait singulièrement facilitée.

6° Quelques-uns des rapports existant entre certains éléments de ces locomotives, sont réunis dans le tableau ci-après :

LOCOMOTIVES MALLET A SIMPLE EXPANSION.

RAPPORTS CONSIDÉRÉS	Chesapeake and Ohio	Pennsylvania Railroad	Great Northern	Denver and Rio Grande Western	Southern Pacific	Northern Pacific
Poids adhérent	83,0	90,7	89,5	86,3	77,3	77,4
Poids total						
Poids adhérent	4,74	4,00	4,18	4,24	4,21	3,94
Effort de traction						
Poids total	67,8	57,2	65,8	67,8	63,2	65,8
Surface de chauffe et de surchauffe						
Effort de traction	60,7	60,5	57,5	51,3	57,8	»
Surface de chauffe et de surchauffe						
Effort de traction × Diamètre des roues motrices	88,0	79,6	91,3	82,0	93,1	»
Surface de chauffe et de surchauffe						
Surface de chauffe du foyer	4,40	4,67	4,00	4,10	3,7	3,35
Surface de grille						
Surface de chauffe du foyer	7,25	7,76	6,5	9,84	7,89	7,95
Surface de chauffe indirecte						
Surface de surchauffe	29,25	20,6	25,5	31,6	45,9	41,9
Surface de chauffe indirecte						
Surface de chauffe et de surchauffe	82,3	87,5	93,3	70,0	68,3	175,9
Surface de grille						

### Les locomotives semi-articulées à train de roues arrière mobile.

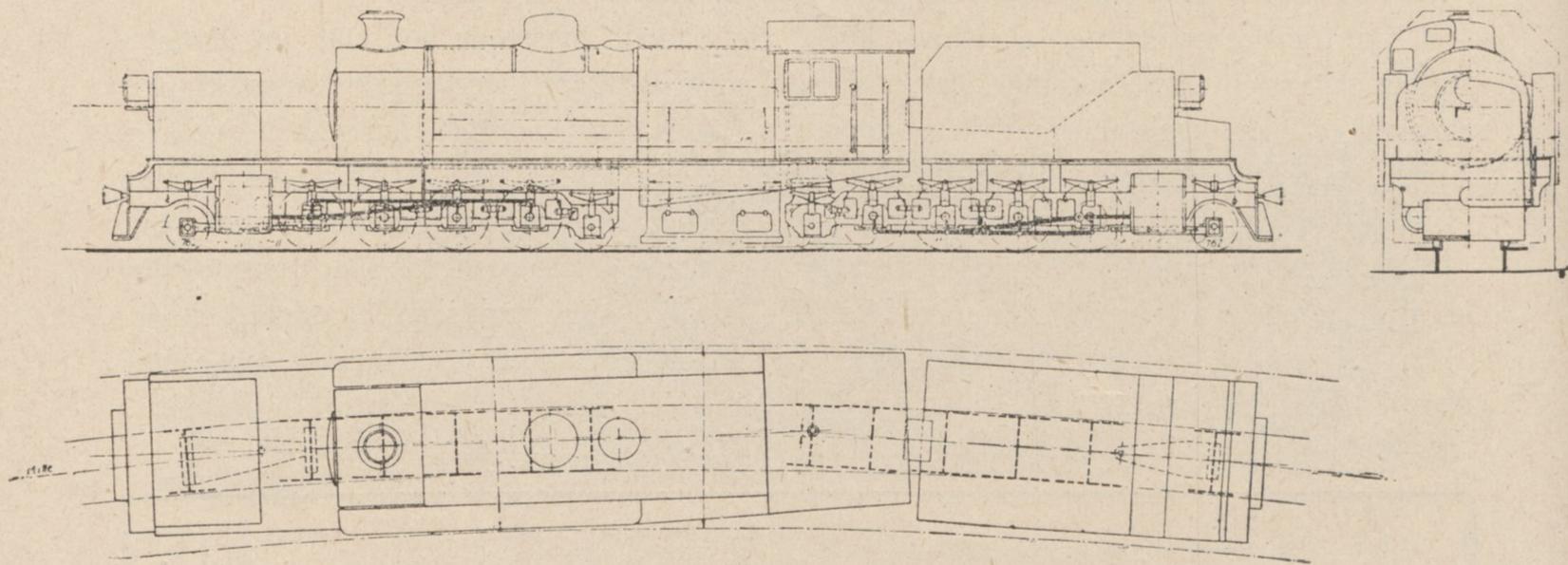
Depuis Rimrott, qui chercha en 1889 à réaliser une locomotive inverse de la locomotive *Mallet*, dont le train de roue *A* serait rigide et le truck *R* articulé avec le châssis par une charnière à axe vertical, nombreux sont ceux qui ont tenté d'appliquer cette idée.

En 1926, la Hannoversche Maschinenbau Gesellschaft (la Hanomag) prit des brevets pour un système de locomotive de cette catégorie. Elle a cherché à concilier les avantages de la *Mallet*

avec ceux de la *Garratt*, qui présente des facilités particulières pour l'établissement de la chaudière, du foyer et du cendrier, ainsi qu'une supériorité sur la première en ce qui concerne l'inscription de la chaudière en courbe.

Les cylindres de la locomotive *Hanomag* se trouvent aux extrémités. La chaudière, la cabine et les approvisionnements sont portés par une poutre à laquelle le train de roues *N* est fixé de façon rigide. Le foyer plonge derrière ce train de roues (Fig. 26).

Fig. 26. — PROJET DE LOCOMOTIVE ARTICULÉE (2-8-2) + (2-8-2) A TRAIN ARRIÈRE MOBILE, DE LA HANOMAG.



La poutre maîtresse repose, à l'arrière du foyer, sur le châssis mobile du truck arrière au moyen d'appuis latéraux.

Ainsi qu'on le voit, le foyer seul règle l'espacement des deux trains de roues. La présence du train *N* ne gêne pas la chaudière, on la laisse à sa place habituelle, comme dans la locomotive *Golwe*, ce qui a permis de raccourcir l'empatement.

Comparativement à la *Mallet*, la *Hanomag* a l'avantage d'avoir une chaudière fixe, mais l'inconvénient d'un foyer qui se déplace et peut être malaisé à charger.

Moins longue que la *Garratt*, cette locomotive aura une moins bonne tenue dans les courbes.

#### Les locomotives jumelées.

Le système le plus récent de locomotives jumelées est celui de la firme Robert Stephenson de Darlington ; il est remarquable par la façon dont le mouvement se transmet d'une unité à l'autre.

Chacune de ces unités pivote autour du centre de sa base rigide. Une poutre intermédiaire prend appui sur chacun des châssis au moyen de pivots situés à sa partie centrale.

Cette poutre supporte un ensemble symétrique comprenant au centre la cabine du mécanicien et les approvisionnements.

L'effort de traction se transmet donc à travers les pivots et la poutre comme dans les locomotives *Fairlie*. Le poids de la poutre et des éléments qu'elle supporte n'est pas transmis par les pivots, mais par des supports latéraux postérieurs.

Il n'y a qu'une série de commandes pour les deux locomotives.

Jusqu'ici, il n'a pas été fait d'application de ce système, mais il serait aisé d'y adapter des paires de locomotives existantes, trop faibles pour le trafic actuel, mais dont l'état de conservation serait tel qu'on pût leur demander encore quelques années de service.

### TROISIÈME PARTIE

#### Les locomotives partiellement articulées.

Nous désignons ainsi les locomotives dont un ou plusieurs essieux moteurs d'un train de roues peuvent prendre une position convergente par rapport aux autres.

Les systèmes les plus employés actuellement sont ceux de Klien-Lindner (1) et la transmission par engrenages (2).

Les progrès que l'automobile a fait réaliser dans ce genre de transmission l'a rendu de nouveau d'actualité.

Les dernières applications faites donnent de bons résultats : on accouple les essieux centraux au moyen de bielles et le mouvement se communique à un ou à deux essieux extrêmes par des engrenages disposés suivant l'axe de la locomotive (Fig. 27).

Construites en grand nombre par Henschel et par Orenstein et Koppel, ces locomotives sont peu connues hors d'Allemagne où on les utilise sur des lignes de tous écartements (Fig. 28).

#### Les locomotives à moteur auxiliaire.

Depuis que *Krauss*, en 1894, avait établi un moteur auxiliaire susceptible d'actionner temporairement un essieu porteur d'une locomotive, on n'avait fait aucun progrès dans cet ordre d'idées et les deux exemplaires qui avaient été exposés en 1896 et 1900 n'avaient guère retenu l'attention.

Pourtant, l'idée était intéressante et logique. Aux petites vitesses, les chaudières des locomotives produisent plus de vapeur que n'en permet d'utiliser l'adhérence, et c'est souvent à cette allure qu'il faut donner un coup de collier : une machine auxiliaire ne travaillant qu'à ce moment permettrait de l'exercer.

Du jour où ce principe fut admis, il ne fut pas difficile de l'appliquer. Mais, où *Krauss* se trompa, c'est lorsqu'il l'appliqua aux essieux porteurs *A'* alors qu'il était à la fois plus logique et plus simple d'en munir les essieux porteurs *A*.

L'avantage ainsi obtenu était double. Non seulement le poids adhérent était accru, mais encore l'essieu arrière, devenu moteur, prenait de l'intérêt et facilitait l'installation d'un foyer plus puissant. On peut même dire que la machine auxiliaire d'arrière permet à une locomotive donnée d'effectuer économiquement le travail précédemment accompli par une locomotive de classe supérieure ayant un essieu accouplé de plus. Une locomotive Atlantic acquiert de la sorte un regain de vitalité et peut se substituer à des Ten-Wheels.

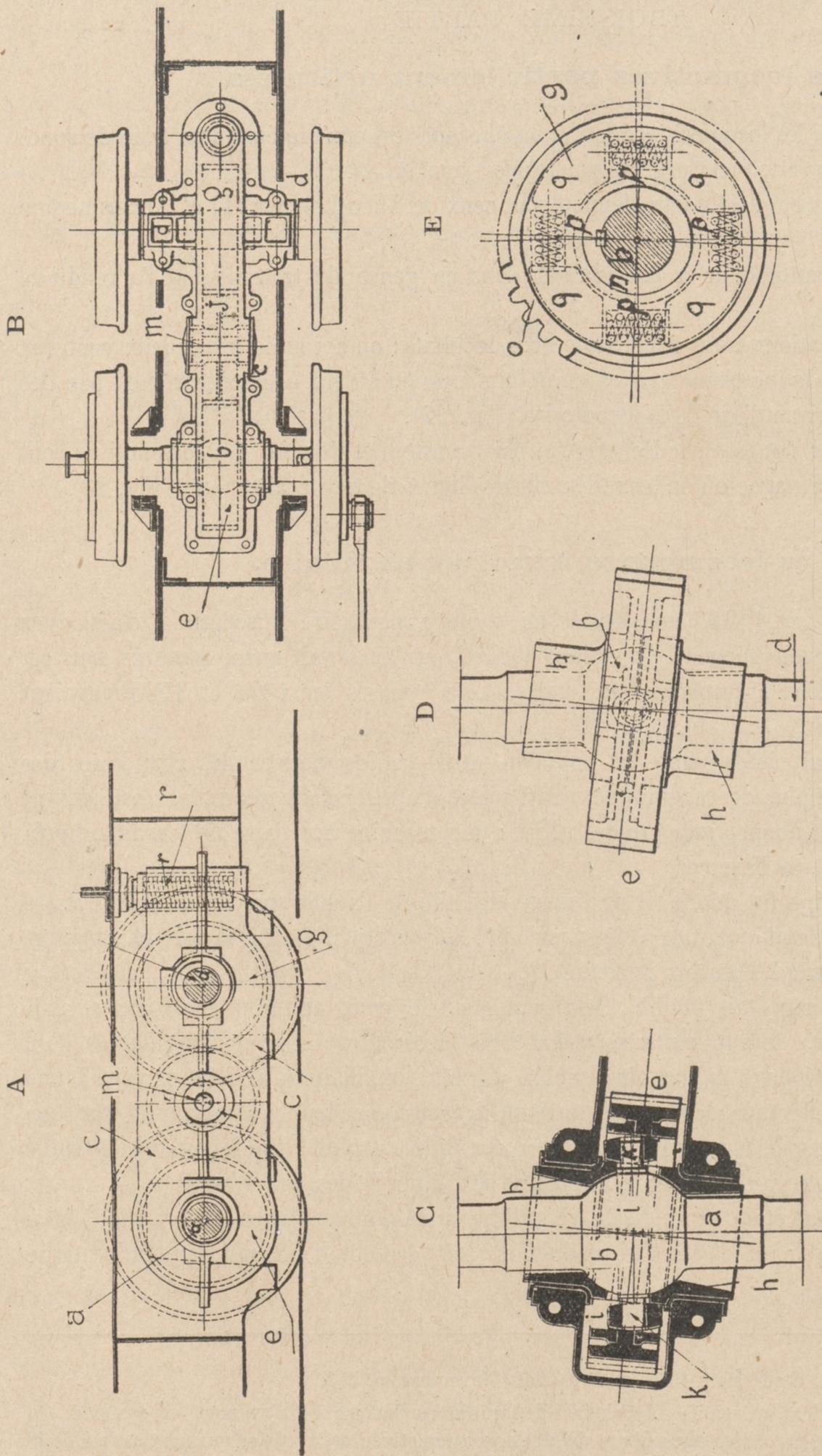
Il y a plus, le foyer étant agrandi, la chaudière aura une meilleure vaporisation, d'où économie de combustible et d'eau. Ces déductions se vérifient d'ailleurs dans la pratique courante.

---

(1) Voir *Revue Générale*, N° de Mars 1920, p. 201 à 210, Novembre, p. 553.

(2) Il est toujours imprudent, en matière de chemin de fer, de condamner définitivement un système. On avait essayé la transmission par engrenages dès le début de la locomotive ; on a périodiquement essayé de la faire revivre et toujours sans succès (système Engerth qui a dû être abandonné après quelques années d'essais malheureux).

Fig. 27.



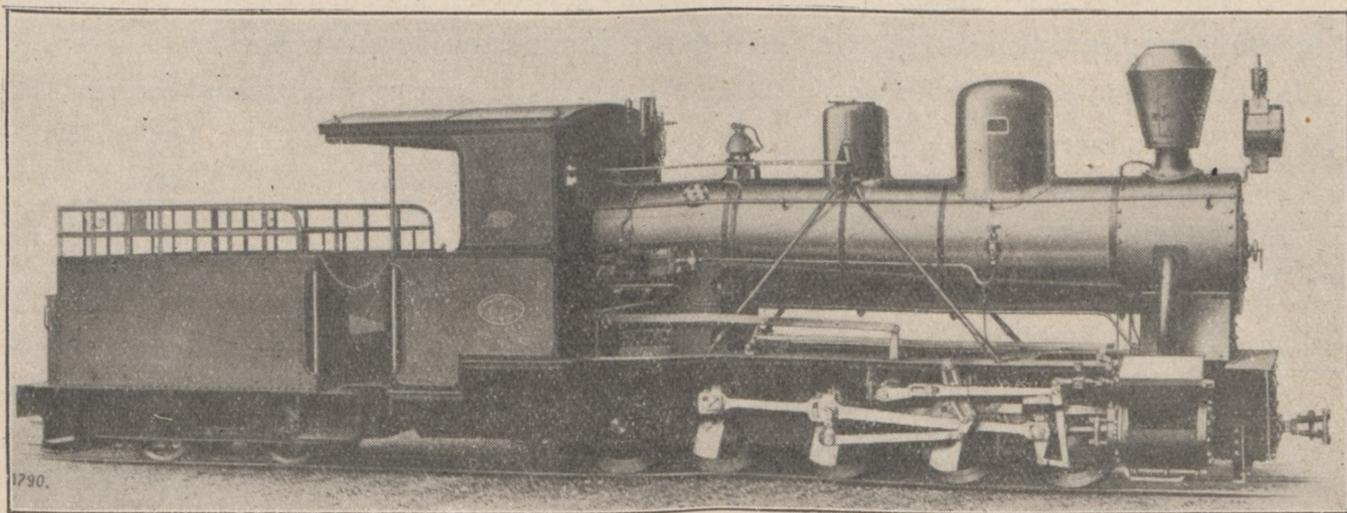
LÉGENDE

Placé dans les conditions ordinaires sous le châssis de la locomotive, l'essieu *a* est actionné simplement par des bielles. Il porte en son milieu une rotule *b*, qui sert d'appui et de pivot à la boîte en fonte *c*, laquelle constitue avec l'essieu radial voisin *d* une sorte de bissel. Cet essieu est actionné par l'essieu fixe au moyen de trois pignons *e*, *f* et *g*, enfermés dans la boîte *c* qui fait office de carter et se compose de deux éléments (Fig. A et B). Les pignons sont maintenus dans la boîte par leurs tourillons, de même que l'essieu radial *y* est maintenu par ses fusées, les appuis latéraux extérieurs à la boîte n'étant que des appuis de guidage. Grâce à la forme des extrémités *h* (Fig. C et D) de son moyeu concave, le pignon moteur *e* se meut librement sur la rotule *b* de l'essieu fixe. Il peut donc pivoter sur celle-ci avec la boîte en même temps que les autres pignons contenus dans cette dernière, comme le montrent les Figures C et D. Il constitue ainsi une articulation sphérique dans laquelle la transmission du mouvement rotatif de l'essieu au pignon se fait, quelle que soit la position de ce dernier, au moyen d'une

cheville d'entraînement *i* (Fig. C et D) pressée sur la rotule *b* et dont les tenons *h*, fixés aux extrémités *k* pressent la partie dentée du pignon, formée de deux éléments (Fig. C et D). Le mouvement de ce pignon, mobile par rapport à l'essieu fixe, est transmis au pignon *g* de l'essieu radial *d* (Fig. A et B) au moyen d'un pignon intermédiaire *f* qui occupe le milieu de la boîte, en *m*. Le pignon *g* emmanché sur l'essieu radial *d* (Fig. A, B et E) est muni de ressorts à boudin logés dans des échancrures symétriques du disque *o*, dont le moyeu est en *u* (Fig. E) ; ces ressorts entrent en jeu lorsque le pignon tourne sur le moyeu, pour amortir les chocs de brides *q*.  
Ce dispositif a pour but d'éviter que les dents soient soumises à des efforts trop considérables, par exemple en cas de chocs sur les rails pouvant occasionner le calage de l'essieu. Le pignon de l'essieu radial est encore protégé par des ressorts à boudin *r* (Fig. A) placés à l'extrémité de la boîte de l'essieu radial.

*Le Booster.* — Ce fut en 1919 que M. Ingasoll établit sa première machine auxiliaire pratique et qu'il l'appliqua à une locomotive du New-York Central Railway. Les cylindres avaient 250 mm de diamètre et la course des pistons était de 300 mm.

Fig. 28. — LOCOMOTIVE HENSCHEL 0-10-0 A VOIE ÉTROITE ET A ESSIEUX ACCOUPLES PAR BIELLES ET PAR ENGRENAGES.



Ce *booster* peut être embrayé à volonté grâce à un arbre de transmission et à un système d'engrenages composé de pignons fixés sur l'arbre et sur l'essieu, et d'une roue dentée intercalaire. Celle-ci se débraye à volonté ou automatiquement, à une vitesse maximum déterminée qui est habituellement de 16 kilomètres à l'heure.

Le *booster* prend appui en trois points : à l'avant dans une crapaudine sphérique, à l'arrière des deux côtés de l'essieu. La vapeur est empruntée aux boîtes à tiroirs de la locomotive, l'admission se fait à 85 %. La vapeur d'échappement traverse des joints articulés.

Il nous semble désirable que le *booster* entre automatiquement en action dès que la vitesse du train tombe au-dessous de 16 km à l'heure et qu'il ne se débraye, en ce qui concerne les trains de voyageurs, que pour une vitesse supérieure à 30 km à l'heure.

Ainsi compris, le *booster* permet à une locomotive d'atteindre beaucoup plus rapidement sa vitesse de régime.

Il augmente l'effort de traction des divers types de locomotives dans des proportions variables, qui sont d'environ :

35 % pour les Atlantic,	23 % pour les Mikado,
27 % pour les Pacific,	10 % pour les Santa-Fé.

Aux États-Unis le *booster* est entré dans la pratique courante, tout comme le surchauffeur ou le réchauffeur d'eau d'alimentation.

Mais jusqu'ici le *booster* n'a reçu en Europe qu'une seule application : au London and North Eastern Railway, qui l'essaye sur des locomotives Atlantic et Pacific. De plus, on en a muni des locomotives récentes destinés au Brésil et à certains Chemins de fer coloniaux à Victoria, en Nigeria, etc. C'est un exemple qu'il faudrait imiter car les résultats obtenus par les 5 000 *boosters* en usage aux États-Unis sont des plus concluants.

Le type normal actuel pèse 2 350 kg et a un rapport d'engrenage de 14 : 36.

Le *booster* ayant donné des résultats satisfaisants, on put augmenter les dimensions des foyers qui furent parfois supportés par un bissel à deux essieux munis d'un appareil de ce genre. Celui-ci actionne l'un des deux essieux ou même les deux, qui sont alors accouplés entre eux par des bielles.

C'est ainsi qu'on rencontre des applications de *booster* aux types suivants :

2-6-2, 2-8-2, 2-10-2, 4-4-2, 4-6-2, 4-8-2, 4-10-2, 4-12-2, 2-6-4, 2-8-4, 2-10-4 et 4-8-4.

Des *booster* à deux essieux accouplés par bielles sont appliqués à des locomotives 2-8-4 et 2-10-4.

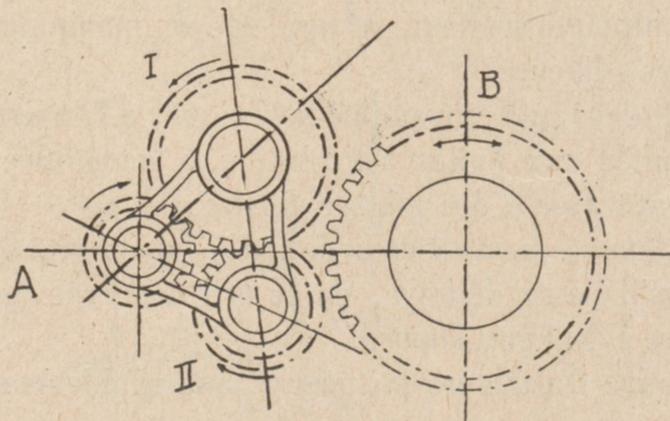
Il serait oiseux de citer les dimensions des locomotives qui les utilisent ; toutefois, pour fixer les idées, notons que les locomotives 4-8-4 (1) du Canadian National Railway, par exemple, ont les caractéristiques suivantes, selon qu'elles sont munies ou non d'un *booster*.

	AVEC BOOSTER	SANS BOOSTER
Poids adhérent .....	105,3	104,3
Poids sur bogie avant .....	29,5	29,5
Poids sur bissel arrière .....	41,1	37,6
Total .....	175,9	171,4
Effort de traction .....	30,7	25,8

### Le "Booster réversible"

En 1928, le constructeur de cet appareil, la Franklin Supply C<sup>o</sup>, modifia le *booster* en vue de son application à des locomotives de manœuvres devant circuler indifféremment en avant ou en arrière (fig. 29).

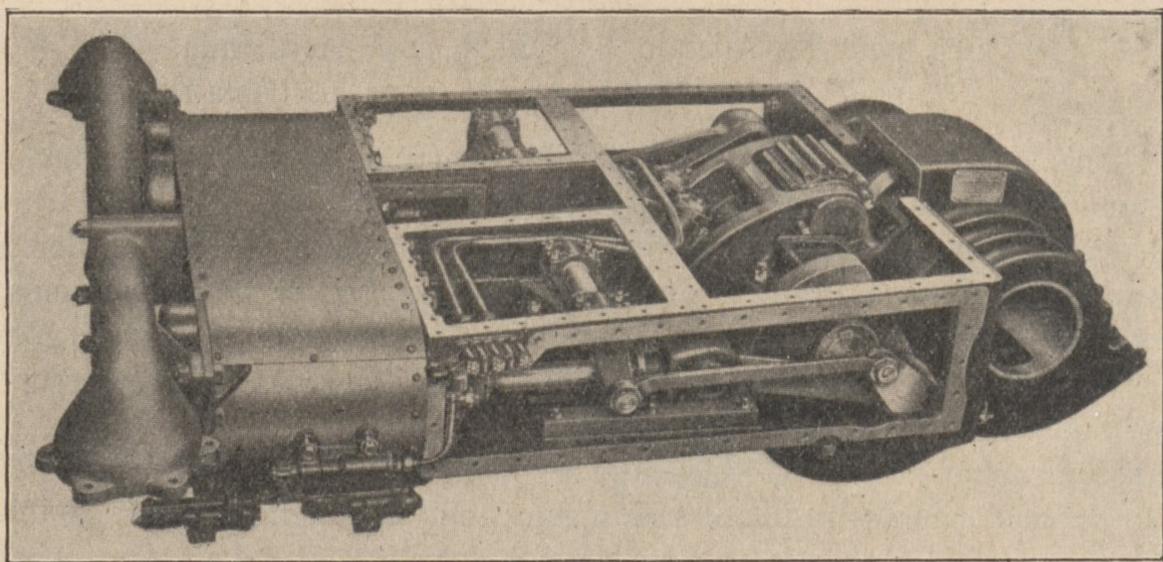
Fig. 29. — SCHEMA DU TRAIN D'ENGRENAGES DU BOOSTER RÉVERSIBLE.



A cet effet, le *booster* a été muni d'un train supplémentaire d'engrenages. Il travaille toujours dans le même sens, mais il peut à volonté attaquer le pignon de l'essieu moteur ou une roue dentée supplémentaire qui inverse le mouvement.

Il lui est impossible de se mouvoir dans le sens opposé à celui de la locomotive et le contrôle en est automatique.

Fig. 30. — BOOSTER RÉVERSIBLE.



(1) Surface de grille 7,80 m<sup>2</sup>, surface de chauffe du foyer 29,2 m<sup>2</sup>, des tubes 354,3 m<sup>2</sup>, des tubes d'eau 10,9 m<sup>2</sup>, totale 394,4 m<sup>2</sup>.

## QUATRIÈME PARTIE

### Les locomotives à tender-moteur.

La division des locomotives à tender-moteur en deux groupes distincts, suivant que les moteurs des tenders sont utilisés de façon permanente ou seulement intermittente, est d'autant plus logique que c'est du jour où l'on eut recours à ce dernier système que le succès du tender-moteur fut assuré.

*Le système Poultney.* — Un des reproches habituellement faits aux tenders-moteurs est qu'il est difficile de réaliser des chaudières capables de subvenir à la fois aux besoins de la locomotive et à ceux du tender (1).

Aussi M. Poultney a-t-il cherché à réduire la dépense de vapeur par une limitation de l'admission de la locomotive à 50 %.

Les cylindres sont plus grands et les éléments de la locomotive calculés de telle sorte que la puissance maximum soit développée avec l'admission à 50 % au lieu de 80 à 90 %. C'est le surplus de vapeur que M. Poultney utilise dans les cylindres du tender.

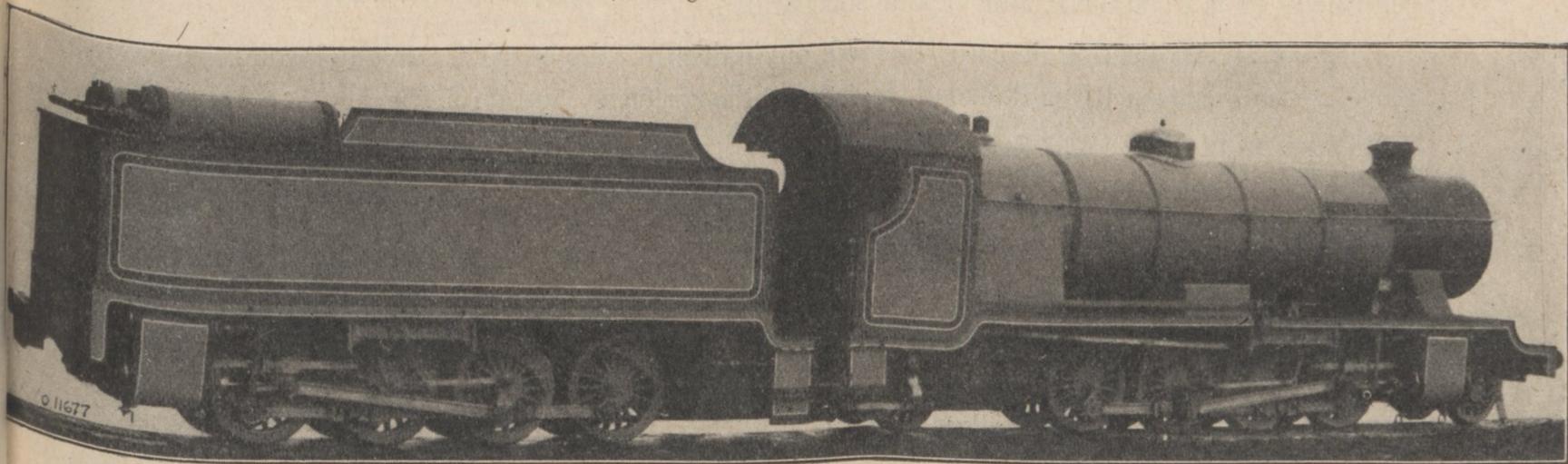
Les tiroirs sont munis de petites lumières auxiliaires pour faciliter le démarrage ; leur effet est rapidement neutralisé au fur et à mesure que la locomotive prend de l'accélération.

L'échappement des cylindres du tender se produit dans un réchauffeur d'eau d'alimentation situé sur ce véhicule.

Les brevets du système *Poultney* ont été acquis par la Yorkshire Engine Co et la première locomotive de ce type fut mise en service sur le Ravenglass and Eskdale Railway dont nous avons déjà parlé (N° de Juillet 1929, p. 12).

En 1928, une locomotive 2-8-2, à distribution Lentz, reconstruite afin d'augmenter sa puissance, fut munie d'un tender *Poultney* (fig. 31).

Fig. 31. — LOCOMOTIVE (2-8-0) A TENDER MOTEUR 0-8-0,  
SYSTÈME POULTNEY (Ravenglass and Eskdale Ry). Voie de 0,381 m.



Il est évidemment trop tôt pour tirer des conclusions de cette expérience qui mérite d'être suivie.

(1) Voir *Revue Générale*, N° de Juillet 1926, p. 85.

Ci-dessous les dimensions principales de cette locomotive (2-8-2) + (0-8-0) pour voie de 0,381.

Diamètre des cylindres :		Empatement total.....	6,25 m
locomotives.....	140 mm	Longueur totale.....	7,65 m
tender.....	89 mm	Poids adhérent.....	3,8 t
Course des pistons.....	216 mm	Total.....	7,0 t
Chaudière :		Approvisionnement :	
diamètre intérieur.....	0,54 m	eau.....	1,38 m <sup>3</sup>
Timbre.....	12,66 kg	coke.....	0,15 t
Surface de chauffe.....	5,8 m <sup>2</sup>	Consommation par km :	
Surface de grille.....	0,4 m <sup>2</sup>	eau.....	41 l
Diamètre des roues :		coke.....	2,3 kg
motrices (locomotive).....	0,44 m	Charge maxima.....	50 t
tender.....	0,44 m		

*La machine auxiliaire de Bethlehem.* — Reprenant l'idée du *booster* qu'on appliquait à l'essieu arrière des locomotives, la Bethlehem Steel Works, construit une machine auxiliaire qui actionne les essieux du tender, lorsqu'il s'agit de donner un coup de collier ou d'augmenter l'effort de traction au démarrage et aux petites vitesses. Les essieux du bogie sont accouplés, toutefois dans le cas de bogie à trois essieux, deux essieux seulement sont accouplés. L'amplitude des variations de poids adhérent est ainsi moindre que si les trois essieux étaient accouplés.

Cette machine peut être mise en action par un simple embrayage ; le débrayage s'effectue automatiquement à une certaine vitesse (Fig. 30).

L'effort de traction est augmenté d'une façon notable, sans que la consommation de charbon soit sensiblement accrue.

La tuyauterie d'amenée de vapeur est munie de joints à rotule et à fourreau. Il est aisé de substituer ce bogie (Fig. 32) à un bogie non moteur : il suffit en effet d'ajouter une plaque centrale et de la tuyauterie pour vapeur surchauffée.

La première application de cette machine auxiliaire fut faite en 1922 sur une locomotive du Delaware and Hudson River Railroad, le rapport d'engrenage étant de 2,25 : 1.

Le type primitif de 1922 fut modifié en 1924, quand la société actuelle prit la fabrication en main.

Le tableau ci-dessous donne les dimensions principales des deux types.

	TYPE DE 1922	TYPE DE 1924
Diamètre des essieux.....m	0,84	0,91
Diamètre des cylindres.....mm	254	254
Course des pistons.....mm	254	305
Rapport d'engrenages.....	4,25	2,25
Pression de la vapeur.....kg	17,6	17,6
Poids en service.....t		14,1

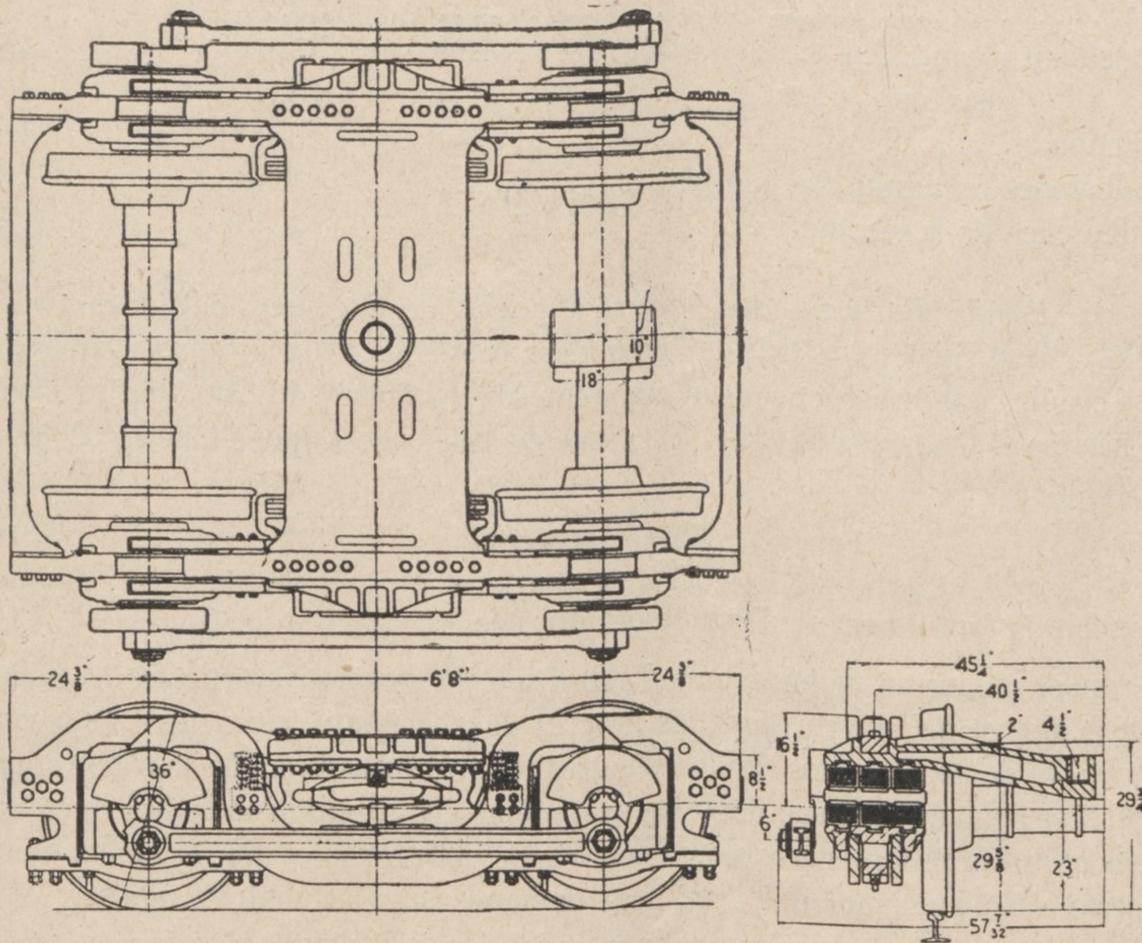
Les tiroirs sont cylindriques. Toutes les parties mobiles travaillent dans un carter.

L'effort de traction développé par cette machine à diverses vitesses et pour différentes pressions de vapeur est de :

PRESSION	EFFORT DE TRACTION
12,8 kg.....	6 000 kg.
14,1 .....	6 600
14,8 .....	6 900
15,5 .....	7 200
17,8 .....	8 200

Le système s'est beaucoup propagé et l'on emploie une et même deux machines auxiliaires pour les grands tenders. Les tenders du Missouri, Kansas and Texas Railroad, à deux bogies à deux essieux, n'ont que le second bogie moteur, tandis que les locomotives de manœuvres 2-10-2 du Missouri Pacific Railroad à tenders à bogies de trois essieux ont deux bogies moteurs ayant chacun deux de leurs essieux accouplés.

Fig. 32. — PLAN; ÉLEVATION ET COUPE DE LA MACHINE AUXILIAIRE DES ATELIERS DE BETHLEHEM.



Les locomotives 0-8-0 de 1927, du Texas and Pacific Railroad, qui refoulent des trains de 800 tonnes sur les rampes de 40 mm qui gravissent les deux rives du Mississippi à la Nouvelle-Orléans, ont également des tenders à machines auxiliaires.

La surface de chauffe est de 233,6 m<sup>2</sup> et celle de surchauffe 53,4 m<sup>2</sup>. Le tender a une capacité de 36 m<sup>3</sup> d'eau et de 11 m<sup>3</sup> de combustible. Il pèse en ordre de marche 89,9 t et la locomotive 104,6 t.

L'équipement avec booster a permis de porter l'effort de traction de 25 000 à 31 300 kg.

*Le Booster du tender.* — Etant donné, d'une part le succès du *booster*, d'autre part celui de la *machine auxiliaire* appliquée aux tenders, il était logique que la Franklin Supply Co adaptât son *booster* au même usage.

Il était utile qu'une locomotive de manœuvres pût refouler seule un train amené par une locomotive de grande ligne même sur les rampes de triage par gravité. Il fallait donc qu'elle eût plus de puissance et pût fonctionner indifféremment dans les deux sens.

Le nouveau booster réversible, inventé en 1927, reçut sa première application en Février 1928 sur une locomotive à trois cylindres 4-12-2 de l'Union Pacific.

La machine du booster tourne toujours dans le même sens ; un jeu d'engrenages qui peut s'embrayer à volonté ou automatiquement permet de renverser le sens de la marche des essieux.

Deux locomotives de manœuvres *Mallet* (2-8) + (8-2) à tender séparé du Norfolk and Western Railway (1) viennent d'être équipées l'une avec deux *booster de tender*, l'autre avec deux *machines auxiliaires Bethlehem*.

Voici les dimensions principales comparatives des deux équipements.

	BOOSTER FRANKLIN	MACHINE AUXILIAIRE BETHLEEM
Tender — Poids en service.....t	118,8	118,1
— à vide.....t	59,7	
Approvisionnement d'eau.....m <sup>3</sup>	45,0	45,0
— charbon.....t	15,5	16,3
Effort de traction.....kg	15 000	16 100
Facteur d'adhérence minimum du booster.....	3,88	3,72
Facteur d'adhérence de la locomotive.....	4,30	4,45

Au *Missouri Pacific Railway*, des tenders à bogies de 3 essieux de locomotives *Mallet* (2-8) + (8-2) (2) et rigides 2-10-2, ont reçu deux *boosters* à deux essieux accouplés. L'effort de traction a été de ce fait respectivement augmenté de 13.600 et 12.700 kg. Ces locomotives assurent le service de manœuvres dans les parcs de triage de Dupo (Illinois) où les rampes atteignent 23 mm.

### Conclusion

Quelle conclusion faut-il tirer de l'exposé qui précède ?

Il semble qu'on puisse en déduire tout d'abord que la locomotive articulée est loin d'avoir dit son dernier mot et qu'à mesure que les progrès de la technique permettent de la remplacer dans un service par des locomotives rigides, d'autres progrès lui assurent de nouvelles applications intéressantes. A ce point de vue, son domaine s'est même élargi puisqu'on l'emploie couramment sur des lignes qui n'ont ni fortes rampes, ni courbes de petit rayon et qui réclament uniquement des locomotives une puissance qu'on ne peut demander aux locomotives rigides.

Malgré leur complication, les locomotives articulées ont donc des perspectives d'avenir intéressantes. Peut-être même leur appliquera-t-on comme aux autres des perfectionnements nouveaux : deux fois trois cylindres au lieu de deux fois deux (3) ; du combustible pulvérisé au lieu de charbon en roche, et des chaudières à très haute pression.

Et dans quelques années il apparaîtra peut-être que les systèmes de locomotives articulées de 1929 étaient des précurseurs.

(1) Ces locomotives font un service de triage à East Portsmouth (Ohio) où les rampes maxima atteignent 28 mm. Leur poids en service est de 240 t dont 213 t adhérentes. La surface de chauffe est de 729,2 m<sup>2</sup> et celle de grille de 8,9 m<sup>2</sup>. La chaudière est timbrée à 16,9 kg. L'effort de traction est de 49.600 kg.

(2) Voir *Revue Générale*, N° de Juillet 1928, p. 182.

(3) Certaines *Garratt* récentes en sont déjà pourvues.