

LOCOMOTIVE ARTICULÉE GARRATT

DOUBLE PACIFIC 231 + 132

pour trains express et rapides, voie normale, des Chemins de fer Algériens

par M. DUCLUZEAU,

Ingénieur en Chef

adjoint au Directeur des Chemins de fer Algériens.

A la fin de notre note concernant la locomotive articulée Garratt double Mountain type 241 + 142 voie de 1 m (N^o de la *Revue Générale* d'Octobre 1932), nous avons annoncé la construction d'une locomotive Garratt, voie normale, du type double Pacific 231 + 132, destinée à la traction des trains express et rapides de la ligne Alger-Oran.

Cette locomotive, construite par la Société Franco-Belge de Matériel de Chemins de fer, en étroite collaboration avec la firme Beyer et Peacock et la Compagnie P.L.M., est entrée en service en Juillet 1932.

Elle devait remplir les conditions ci-après :

a) Présenter une stabilité parfaite dans toute la gamme de ses vitesses, soit de 0 à 110 km/h ;

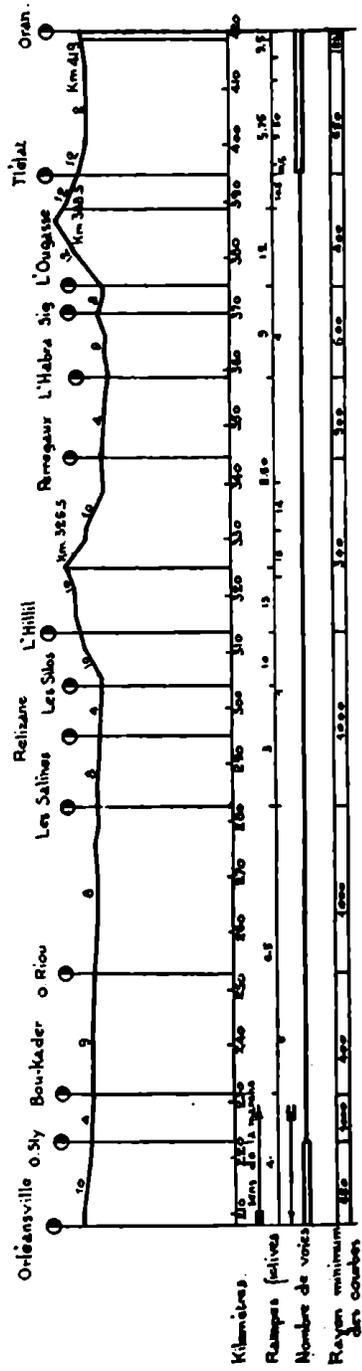
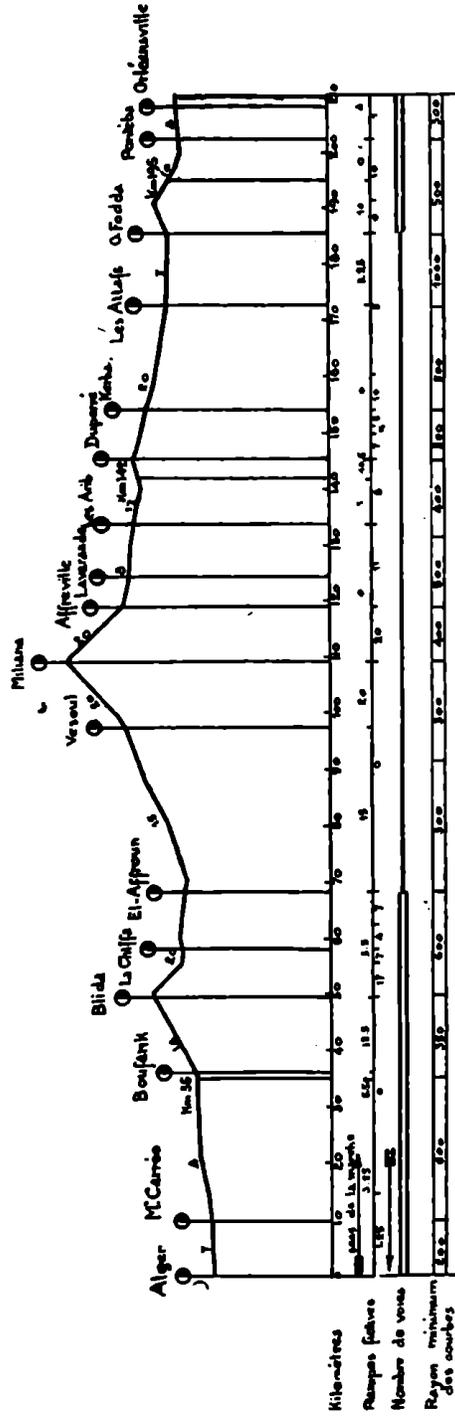
b) S'inscrire sans la moindre difficulté dans les courbes de 150 m de rayon et au-dessus, aux vitesses maxima permises par celles-ci, soit : 105 km/h en rayon de 650 m — 70 km/h en rayon de 300 m — 50 km/h en rayon de 200 m.

c) Pouvoir remorquer normalement 540 tonnes à la vitesse de 105 km/h en palier et alignement ;

d) Pouvoir remorquer normalement 400 tonnes à la vitesse de 40 km/h et 540 t à la vitesse de 24 km/h en rampe de 20 mm par mètre, sur des sections de voie à fréquentes courbes et contre courbes de 300 m de rayon, telle que la section Vesoul Benian-Miliana (11 km 600) de la ligne Alger-Oran.

Caractéristiques de la ligne Alger-Oran. — La ligne Alger-Oran (421 km) a été construite de 1860 à 1870, à voie unique. Elle épouse le terrain, d'où le profil varié indiqué par la figure 1. Sur plus d'un tiers de sa longueur, elle comporte des rampes supérieures à 10 mm par m,

Fig. 1 — Profil simplifié de la ligne d'Alger à Oran.



s'élevant même sur 28 km à 20 mm par m. Ces nombreuses rampes, conjuguées avec des courbes de 300 m de rayon, ne permettent pas de grandes vitesses.

Au cours de ces dernières années, la superstructure a été renouvelée et les ouvrages d'art renforcés en vue de la circulation des locomotives modernes à essieux chargés à 18,5 t. Sur 120 km, la voie a été doublée.

De plus, en vue d'améliorer les conditions de traction, les installations des gares des sections encore à voie unique ont été aménagées pour permettre le passage à la vitesse de pleine voie, vitesse qui s'élève parfois à 105 ou 110 km/h sur une grande partie du trajet.

Enfin, toujours en vue d'accroître la vitesse, les rayons de certaines courbes ont été augmentés par des déviations locales partout où cela a été possible sans dépenses importantes. Actuellement, une importante déviation est en cours d'exécution entre Lavarande et Kherba (19 km), qui substituera à un profil à rampes de 20 mm et courbes de 300 m de rayon, un profil comportant des rampes au plus égales à 10 mm par m avec courbes de rayon de 800 m.

Caractéristiques des trains express et rapides de la ligne Alger-Oran. — Le tonnage des trains express s'est accru progressivement depuis 10 ans, passant de 180 t en 1923 à 300 t en 1930, puis à 370 t depuis l'ouverture de la section Oujda-Fès de la grande artère Nord-Africaine. Il tend maintenant à dépasser 400 t du fait de la substitution de voitures à bogies métalliques au matériel à 3 essieux utilisé jusqu'alors.

Pour la remorque de ces trains, le réseau algérien ne disposait que de locomotives 230 capables de remorquer 248 t à 25 km à l'heure en rampe de 20 mm et, sur les sections à profil difficile, il était nécessaire de recourir à la double traction.

C'est ainsi que, dès 1929, s'est posé tout le problème d'une traction mixte : montagne-plaine.

Choix du type Garratt. — En plaine, la solution était trouvée : le type Pacific 231 ou à la rigueur le type Mountain 241, eussent été très suffisants.

Par contre, en montagne ou en profil un peu varié, ni l'un ni l'autre de ces 2 types de locomotives ne pouvait convenir. Le tonnage se trouvait obligatoirement limité par l'adhérence de ces locomotives, c'est-à-dire à $3 \times 18,5 \text{ t} \times 5 = 280 \text{ t}$ pour la Pacific et $4 \times 18,5 \text{ t} \times 5 = 370 \text{ t}$ pour la Mountain.

Seule une locomotive de grande adhérence pouvait résoudre le problème. Pour qu'elle ne soit pas bridée par les accouplements de son trop grand nombre d'essieux, c'est-à-dire pour qu'elle puisse assurer la grande vitesse requise (110 km/h), il lui fallait être du type articulé. La solution Garratt, brevet Beyer et Peacock, nous a paru pouvoir et devoir répondre à ces conditions.

Il n'en demeurerait pas moins une grande inconnue, car aucune locomotive Garratt à voie normale n'avait encore dépassé 80 km/h. Avant de faire construire plusieurs unités, il nous a donc paru prudent de commander une seule unité, dite d'essai, sur laquelle nous pourrions vérifier nos prévisions, puis apporter toutes les modifications qu'appellerait le service intensif auquel nous soumettrions cette locomotive.

Cette mesure a été très sage, puisque le compte-rendu des essais que nous donnons ci-après montre l'importance des retouches que nous avons dû faire pour arriver au type définitif des 12 locomotives 231-132 BT que les Chemins de fer Algériens font actuellement construire.

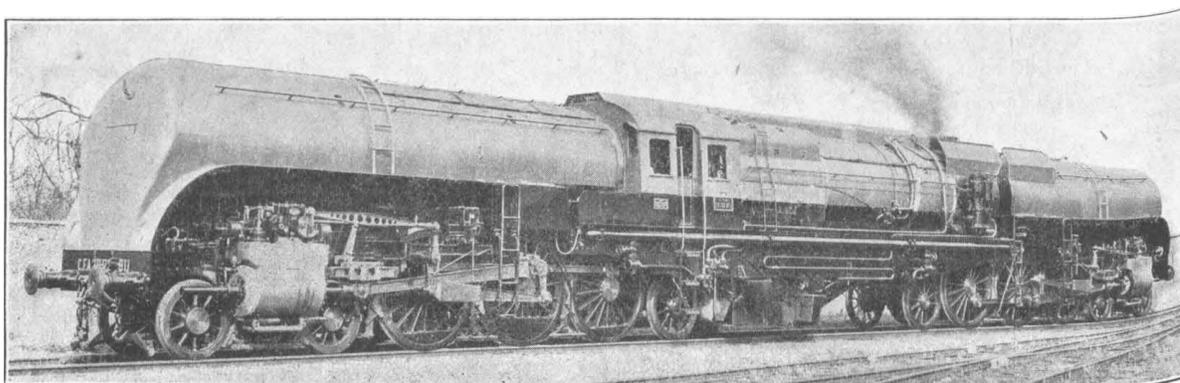
Nous nous bornons simplement à signaler que la locomotive 231 + 132 AT-1 est la première locomotive de ce type qui ait pu réaliser la vitesse de 120 km à l'heure et qui pourrait aisément, si les voies le permettaient, soutenir celle de 130 km/h dans son état actuel.

A. — DESCRIPTION DE LA LOCOMOTIVE 231 + 132 AT. 1

(Fig. 2 et planche I)

Le principe de cette locomotive a déjà été décrit par la *Revue Générale* (1). Ci-dessous le tableau de ses caractéristiques principales.

Fig. 2. — Vue d'ensemble de la locomotive Garratt 231 + 132 AT. 1.



CARACTÉRISTIQUES

Caractéristiques générales :

Longueur totale hors tout.....	29,378 m
Longueur sous traverses de tête.....	28,248
Empattement total.....	26,510
Empattement d'un truck.....	9,450
Ecartement d'axe en axe des pivots du châssis chaudière.....	12,950
Largeur maxima.....	2,880
Hauteur maxima.....	4,288
Hauteur de tamponnement.....	1,000
Ecartement { Trucks.....	1,224
{ Châssis chaudière.....	2,300
Epaisseur des longerons.....	0,029

Essieux :

DÉSIGNATION	Diamètre des roues	FUSÉES	
		Longueur	Diamètre
1 ^{er} , 2 ^e , 11 ^e et 12 ^e (bogies).....	1,000 m	0,300 m	0,205 m
3 ^e , 4 ^e , 5 ^e , 8 ^e , 9 ^e , 10 ^e (accouplés).....	1,800	0,230	0,220
6 ^e et 7 ^e (bissels).....	1,200	0,350	0,205

Jeu latéral et déplacement des essieux de chaque côté :

Bogies (jeu latéral).....	0,065 m
1 ^{er} , 2 ^e , 11 ^e et 12 ^e essieux.....	0,002
3 ^e et 10 ^e essieux.....	0,002
4 ^e et 9 ^e essieux (moteurs, boudin aminci)	0,012
5 ^e et 8 ^e essieux.....	0,002
6 ^e et 7 ^e essieux (bissels) (jeu latéral)	0,003
Bissels (jeu latéral).....	0,040

Rayon minimum d'inscription
dans les courbes..... 120 m.

Mécanisme :

Cylindres	{	Nombre.....	4
		Diamètre.....	$d = 0,490$ m
		Courses des pistons.....	$l = 0,660$

Distribution :

Distribution par pistons-valves, système « Cosart »	
Longueur des bielles motrices d'axe en axe des têtes.....	3,390 m

(1) *Revue Générale*, N° d'Octobre 1932.

Caisnes à eau :

Nombre.....	2
Capacité (en eau) }	Caisne avant.... 19 250 l
	Caisne arrière... 9 500
	Totale..... 28 750

Seute à charbon :

Capacité..... 9 000 kg

Puissance :

Effort moyen théorique $F = 2 \frac{p d^2 l}{D} = 28\ 000$ kg

Rapport du poids adhérent P à l'effort

théorique $\frac{P}{F} = \dots\dots\dots 3,8$

Puissance en chevaux $K \sqrt{Gc, p} = 2\ 400$ ch

Poids:

Machine vide.....	165 400 kg
Eau chaude au niveau réglementaire.	9 275
Combustible sur la grille avec 0,15 m d'épaisseur.....	1 560
Sable.....	600

Machine en ordre de marche :

1 ^{er} essieu 16 900 kg	12 ^e essieu 16 900 kg
2 ^e " 16 900	11 ^e " 16 900
3 ^e " 18 000	10 ^e " 18 000
4 ^e " 18 000	9 ^e " 18 000
5 ^e " 18 000	8 ^e " 18 000
6 ^e " 18 000	7 ^e " 18 000
Totaux	
partiels... 105 800 kg	105 800 kg
TOTAL..... 211 600 kg	
Poids adhérent.....	108 000 kg

Chaudière. — La chaudière est très ramassée, à foyer profond et large, à corps cylindrique court et de grand diamètre reposant sur deux longerons en tôle d'acier.

Le foyer est en cuivre, les entretoises en bronze manganèse et les tirants en acier. La grille est fixe à barreaux; elle a une surface de 5,07 m². Le corps cylindrique a 4,592 m de long; il se compose de deux viroles en acier de 2,059 m et 2,009 m de diamètres intérieurs respectifs. Le faisceau tubulaire offre une section de passage de 0,68 m². Le tableau ci-après donne, à titre comparatif, les caractéristiques des chaudières de la Garratt et d'une locomotive 230 qui assure actuellement la remorque des express.

DÉSIGNATION DES CARACTÉRISTIQUES	LOCOMOTIVE GARRATT 231 + 132 AT. 1	LOCOMOTIVES 230 C
Timbre en kg/cm ²	16	16
Grille.....	Longueur.....	3,016 m
	Largueur.....	1,022 m
	Surface.....	3,08 m ²
Tubulure...	Longueur des tubes.....	4,250 m
	Diamètre des tubes.....	125 × 133 mm 44 × 50 mm
	Nombre de tubes.....	50 lisses 232 lisses
	Surface de chauffe des tubes	236,25 m ² 159,47 m ²
Faisceau Surochauffeur	Diamètre des éléments.....	28 × 35 mm
	Nombre des éléments.....	50 48
	Surface de surochauffe.....	69 m ² 62,64 m ²
Surface de chauffe..	Foyer.....	22 m ² 16 m ²
	Tubes.....	236,25 m ² 159,47 m ²
	Foyer + tubes.....	258,25 m ² 175,47 m ²
	Surochauffe.....	69,00 m ² 62,64 m ²
	Totale.....	327,25 m ² 238,11 m ²
Rapport $\frac{\text{surface de surochauffe}}{\text{surface de chauffe}}$	26,7 %	35,6 %
Rapport $\frac{\text{section de passage des gaz}}{\text{surface de grille}}$	15,2 %	14,9 %
Rapport $\frac{\text{surface de chauffe foyer + tubes}}{\text{surface de grille}}$	50,9 %	56,9 %
Rapport $\frac{\text{surface de chauffe totale}}{\text{surface de grille}}$	64,5 %	77,3 %

L'alimentation est assurée par un injecteur Thermix d'un débit horaire de 20 m³ et une pompe d'alimentation A.C.F.I. Les boîtes à soupapes de refoulement sont situées à la partie supérieure du corps cylindrique.

La boîte à fumée mesure 1,713 m de longueur et a un diamètre de 2,190 m. Elle renferme le collecteur de surchauffe et le régulateur du type à soupapes multiples.

L'échappement est du type P.L.M. double variable, les axes des tuyères sont, en raison de la faible longueur et du grand diamètre de la boîte à fumée, placés dans un même plan perpendiculaire à l'axe longitudinal de la chaudière. Cet échappement a été substitué à celui d'origine fixe, type Kylchap, à ajutage Kylala quadruple, qui ne s'est pas bien prêté à la marche en régime varié de la locomotive.

Un ramonneur Clyde permet le ramonage du faisceau tubulaire en marche.

Le châssis supportant la chaudière a 13,510 m de longueur. Les deux longerons en tôle d'acier de 29 mm qui le constituent sont distants de 2,300 m, fortement entretoisés : à l'avant et à l'arrière par 2 traverses en acier moulé formant pivots de chaudière ; 3 entretoises intermédiaires en tôle et cornières et un caissonnement formant plancher d'abri.

Le mode d'attache de la chaudière sur son châssis est le même que celui des 241 + 142 YAT de la ligne Blida-Djelfa.

Cabine de conduite. — La cabine de conduite est vaste et ventilée par refoulement d'air produit par un turbo-ventilateur placé aux abords d'un des marohepieds d'accès.

L'ensemble châssis-chaudière pèse à vide 70 t.

Trucks-moteurs. — Les deux trucks moteurs ont la même ossature comportant deux longerons en tôle d'acier B Martin, de 29 mm d'épaisseur, distants de 1,224 m ils ne se différencient que par les éléments qu'ils supportent.

Les longerons sont très fortement entretoisés par un caissonnement en acier moulé, disposé au droit des cylindres, une entretoise en tôle et cornières formant caisson support de crapaudine du pivot de châssis-chaudière, une entretoise en acier moulé au-dessus du bissel, une entretoise support de bras de bissel, une entretoise en acier moulé entre l'essieu couplé avant et l'essieu milieu couplé moteur, une entretoise en acier moulé au droit des supports de glissière, enfin deux traverses d'extrémité.

Chaque châssis comporte en outre quatre consoles de levage en acier moulé et repose sur un bogie à roues de 1 m de diamètre, 3 essieux accouplés à roues de 1,800 m, dont celui milieu moteur, et un bissel à bras radial de 1,385 m à roues de 1,290 m de diamètre. Le déplacement latéral du pivot de bogie est de 85 mm de chaque côté.

Le bissel est capable d'un déplacement latéral à l'articulation de 40 mm de chaque côté. Il porte une traverse en acier moulé formant boîte à huile double.

Bogies et bissel sont à rappel au centre par ressorts.

Les boudins des essieux moteurs sont amincis et ont une épaisseur de 22 mm, contre 32 mm pour les boudins des autres essieux.

Les essieux sont en acier D, les centres de roues en acier moulé B, les bandages en acier G. Les coussinets de boîtes à huile sont en bronze B 4, garni d'alliage blanc AE. 1.

Les dessous de boîtes comportent un tampon graisseur.

La suspension est assurée par ressorts à lames conjugués par balanciers entre le 1^{er} essieu couplé et le 2^e essieu couplé moteur, et entre le 3^e essieu couplé et le bissel.

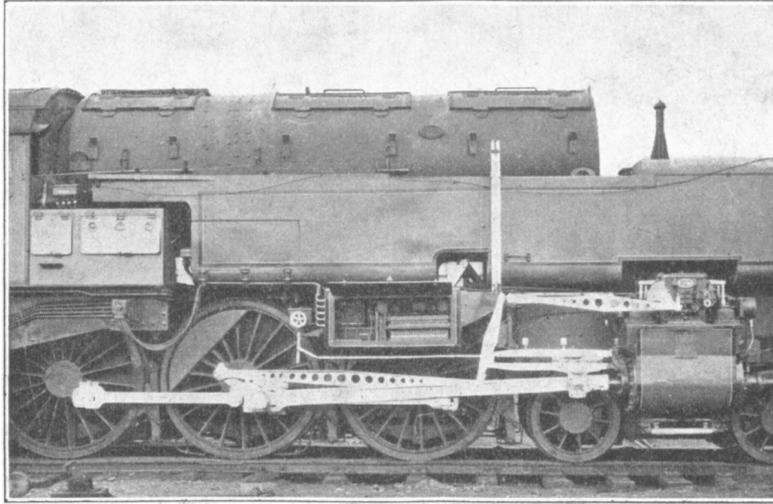
Mouvement. — Chaque truck moteur porte deux cylindres extérieurs et horizontaux à simple expansion, diamètre 490 mm, course du piston 660 mm, dont les axes sont distants de 2,142 m.

A l'origine, les cylindres étaient munis de soupapes de rentrée d'air et soupapes de sûreté combinées avec purgeurs commandés à distance par servo-moteurs à vapeur. La distribution était alors du type Walschaërts, analogue à celle des 241+142 YAT.

Par la suite, cette distribution a été remplacée par une distribution à pistons-valves système Cosart (*Revue Générale* n° de février 1933). Les cylindres d'origine ont donc été remplacés par des cylindres en acier moulé, chemisés avec des chemises rapportées, en fonte spéciale de 13 mm d'épaisseur. Les soupapes de rentrée d'air ont été supprimées.

La distribution système Cossart comporte pour chaque truck moteur deux boîtes Cossart, disposées chacune au-dessus du cylindre correspondant (Fig. 3). Le bouton de contremanivelle, calé à 180° du tou-rillon de bielle motrice, est relié par bielle à l'un des bras d'un balancier, dont l'autre bras commande par une nouvelle bielle la manivelle montée sur l'arbre secondaire d'entraînement des cames de la boîte de distribution. Cette bielle de commande de manivelle est élastique, l'une de ses têtes étant montée sur

Fig. 3. — Distribution Système Cossart de la locomotive 231-132. AT. 1.



ressort. Cette élasticité lui permet de supporter les déformations dues au manque de liberté du mouve-ment de distribution et aux déplacements relatifs dus à la flexibilité de la suspension. L'une des caractéristiques de la distribution Cossart réside dans l'ordre des crans de marche, à savoir : point mort avant, crans de marche avant, fond de course avant, zone neutre, fond de course arrière, crans de marche arrière, point mort arrière.

La locomotive Garratt est appelée à circuler, avec la même aisance d'ailleurs, dans les 2 sens de marche. La cabine est donc munie de 2 postes de conduite.

Le changement de marche est à commande électrique, par moteur unique.

Il comprend :

a) Sur le longeron gauche du châssis-chaudière, en avant de la cabine : 1 moteur à axe vertical, 1 boîte de transmission, 1 coffre contenant l'appareillage électrique.

b) Dans la cabine : deux combinateurs avec répéteurs, l'un pour poste avant, l'autre pour poste arrière.

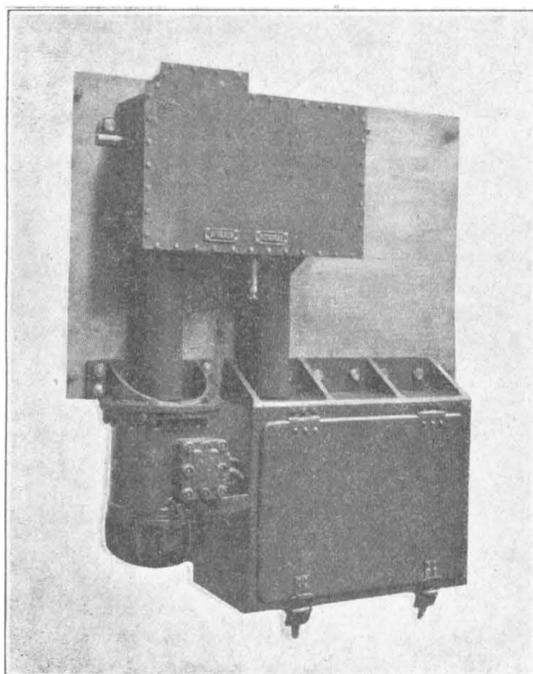
La boîte de transmission (Fig. 4) renferme un réducteur à vis globique. L'arbre rapide du réducteur est entraîné par le moteur à axe vertical placé sous la boîte, par l'intermédiaire d'une transmission verticale Glaenzer et d'un train d'engrenages cylindriques au rapport 1/1. L'arbre lent du réducteur est horizontal et traverse la boîte à chaque extrémité et chacun de ses bouts commande la transmission allant à la distri-bution de l'un des deux trucks moteurs.

A l'intérieur de la boîte, un couple d'engrenages coniques commande par l'intermédiaire d'une nouvelle transmission Glaenzer, sensiblement verticale, le tambour qui actionne les contacts de fin de course. Ce tambour est placé à l'intérieur du coffre.

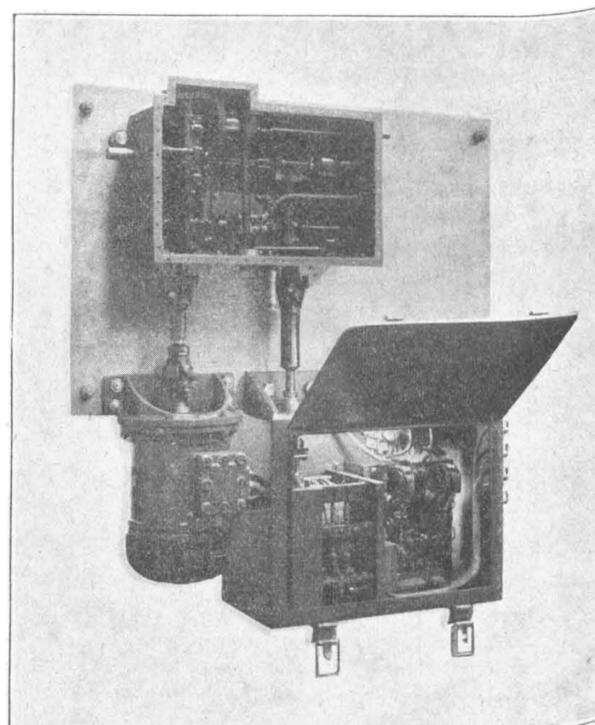
A la partie supérieure de l'arbre rapide du réducteur, un pignon d'angle peut engrener avec un pignon semblable, qui coulisse sur un arbre horizontal, traversant la paroi latérale droite de la boîte. Cette disposition permet d'actionner le dispositif de commande à main, en cas d'avarie de l'équipement électrique. Des dispositions spéciales sont d'ailleurs prises pour empêcher, en pareil cas, tout fonctionnement électrique du changement de marche.

Le moteur (Fig. 4) à axe vertical, a une puissance de 0,9 ch — 32 volts continus — 34 ampères — 1 000 tours/mn — calage des balais pour les deux sens de marche. Il actionne la boîte précitée par transmission à deux cadrans, dont une extrémité conglomérante.

Fig. 4. — Commande électrique du changement de marche.



En ordre de marche.



Boîte et coffre ouverts. { en haut : boîte de transmission.
à gauche : moteur.
à droite : coffre d'appareillage.

Le coffre d'appareillage électrique (Fig. 4) renferme un tableau de deux contacteurs électromagnétiques, une résistance de réduction, un tambour distributeur.

Chacun des contacteurs commande le déplacement vers un des points morts avant ou arrière. La résistance, en tôles d'acier rigides, incassables et inoxydables, est placée au-dessus du tableau et réduit l'appel de courant au démarrage pour la bonne tenue de l'appareillage. Elle comporte six prises et se compose de cinq sections, toutes en série.

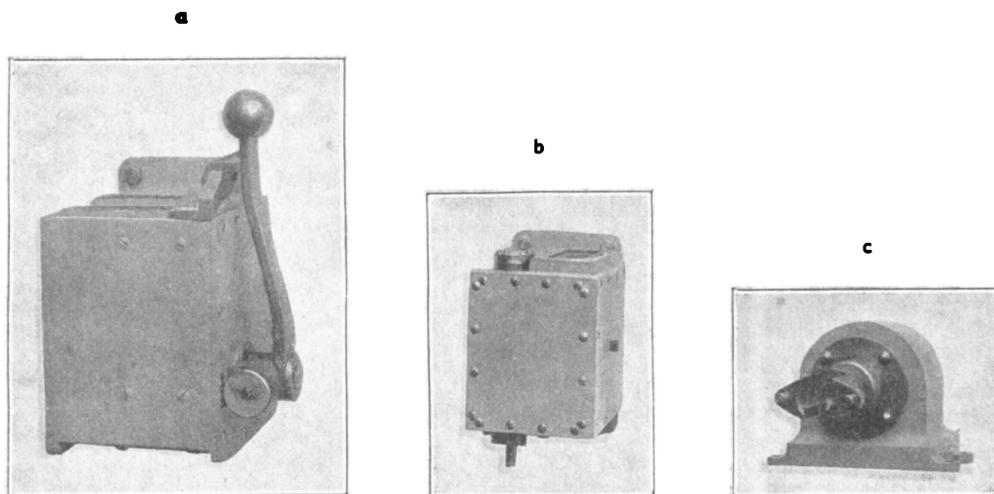
Le tambour distributeur coupe le courant sur la bobine des contacteurs à chaque fin de course et un verrouillage à air comprimé rend impossible le franchissement de la zone neutre comprise entre « Maximum Avant » et « Maximum arrière » si le régulateur n'est pas fermé.

Les combinateurs (Fig. 5) tiennent lieu de commutateurs unipolaires à deux directions, avec plot mort intermédiaire. L'une des directions sert pour changer la marche dans un sens avant, l'autre pour changer la marche dans l'autre sens. Lorsque le mécanicien lâche la poignée, un dispositif de ressort intérieur ramène l'équipage mobile au point mort. L'admission reste donc au point où le mécanicien l'a laissée, au moment où il a abandonné la manette. Il n'y a qu'une seule manette en service pour les deux postes de conduite, afin d'éviter toute fausse manœuvre.

Chacun des deux répéteurs (Fig. 5) se compose d'un tambour portant une roue dentée. Celle-ci est entraînée par l'arbre longitudinal allant de la boîte de vitesse au truck arrière, par vis sans fin et renvois successifs au moyen de pignons d'angle. Il y a donc correspondance absolue entre les indications données par les deux répéteurs. Une lampe, placée à l'intérieur de chaque répéteur, éclaire les graduations.

Le verrouillage dont il a été question ci-dessus est réalisé par l'intermédiaire d'un interrupteur (Fig. 5) du type bipolaire rotatif. L'axe de cet interrupteur porte une douille à deux tenons qui pénètre dans les trous percés sur le levier de commande d'un robinet d'air, lié mécaniquement au levier de commande du régulateur. La rotation de l'interrupteur est donc liée au mouvement du robinet d'air, en fonction de l'ouverture ou de la fermeture du régulateur.

Fig. 5. — Combinateur (a), Répétiteur (b), Interrupteur (c).



Caisse à eau. — Soute à charbon. — Sur chaque truck moteur repose une caisse à eau de 19,250 m³ (truck avant) 9,500 m³ (truck arrière). Ces deux soutes communiquent par un tuyau acier de 172×165 mm placé sous le tablier du châssis chaudière.

Le détubage de la chaudière est facilité par le levage de la caisse à eau avant, au moyen de quatre vérins commandés par pompe à huile à quatre pistons.

La soute à charbon, disposée sur la caisse à eau du truck arrière, est constituée par un « Revolving Bunker », à commande à vapeur. C'est un tronc de cône tournant, dont l'axe longitudinal et la génératrice inférieure sont légèrement inclinés sur l'horizontale, en direction de l'abri: elle peut être fermée à sa partie supérieure au moyen de portes glissantes et pivotantes. Un soufflet en cuir, en deux parties, fixé à ce dernier, isole tout son pourtour de la cabine de conduite.

Le bunker repose à l'avant sur un berceau fixé au châssis truck et tourillonne sur un support d'extrémité en acier moulé, fixé sur la caisse à eau. Le servo-moteur entraîne la couronne dentée fixée au bunker, par quatre galets de roulement, tandis que quatre autres galets forment guide.

Dans la rotation de la soute, le combustible glisse naturellement vers l'avant et tombe à portée immédiate du chauffeur.

La capacité de la soute à charbon est de 10,200 m³ et permet d'emmagasiner 9 t de charbon.

Freinage. — La locomotive est équipée du frein continu automatique et modérable Westinghouse, avec pompe bicomposé. Le coefficient de freinage (rapport de l'effort maximum de freinage au poids adhérent maximum) est de 54 0/0.

Sablières. — Les sablières sont à air du type Leach. Les essieux moteurs sont sablés dans les deux sens de marche, les autres essieux accouplés le sont seulement dans le sens de marche du truck correspondant, supposé directeur.

Graissage. — Le graissage des cylindres et distributeurs est assuré par des graisseurs mécaniques Wakefield qui graissent également les rotules des tuyaux d'admission et d'échappement.

Eclairage électrique. — Le courant est fourni par un groupe turbodynamo Sunbeam 500 W.

B. — ESSAIS DE LA LOCOMOTIVE GARRATT AVEC DISTRIBUTION WALSCHAERTS

Le Réseau P.-L.-M. Algérien ne disposant pas de wagon dynamomètre, il fut décidé d'effectuer en France, sur les lignes P.-L.-M. Métropolitaines, les premiers essais de la locomotive 231 + 132 AT.1. Ces essais ont comporté :

1° La vérification, en service courant, des résultats imposés par le programme de construction ;

2° Les relevés divers effectués à vitesses constantes, suivant procédé employé en Allemagne, en Pologne et en France par le Réseau de l'Est puis par le Réseau P.-L.-M. Métropolitain, au cours de ces dernières années (*Revue Générale* n° de Septembre 1932).

3° Un service courant en profil accidenté.

1° *Essais divers en service.* — La locomotive, mise à la disposition du P. L. M. le 12 Août 1932, fut affectée en Septembre 1932, après rodage, à la remorque des trains express lourds, entre Laroche et Dijon, normalement remorqués par des locomotives Pacific et Mountain, avec tonnage maximum de 571 t pour les Mountain, 561 t pour les Pacific les plus modernes timbrées à 20 kg.

La section Laroche-Dijon présente une rampe fictive de 2,25 de Laroche à Tonnerre, 2,75 de Tonnerre à Darcey, 5,5 de Darcey à Blaisy-Bas, 0 de Blaisy-Bas à Dijon, avec rampe maxima de 8 mm sur 3 et 6,4 km.

Ces essais confirmèrent rapidement l'excellente tenue en voie de la locomotive ; sa stabilité parfaite la rendait apte aux très grandes vitesses. Le maximum prévu de 110 k/h fut souvent dépassé sans aucune difficulté.

Tous les trains de Septembre 1932, sans chauffage des voitures, furent assurés à la vitesse moyenne de 81,7 km contre, 81,4 km prévus à la marche avec un tonnage moyen de 637 t supérieur à celui normal.

Un essai effectué avec tonnage de 719 t au train 25 du 11/10/32, avec 17 véhicules à bogies, chauffés par la vapeur, fut marqué par une perte de temps, par insuffisance de la chaudière. Dès que l'on eut ramené le tonnage à 570 t en conservant le chauffage des véhicules par la vapeur, les trains furent assurés normalement : 9 mn furent gagnées, dont 5 mn 1/2 sur le même parcours où il avait été perdu 12 mn précédemment.

2° *Essais à vitesse constante.* — Ces essais, effectués en Février 1933, ont donné les résultats suivants :

Vitesses constantes.....	50 km/h	75 km/h	90 km/h	105 km/h	Moyenne de tous les trains..	83 km/h
Pressions moyennes à la chaudière.....	16,08 kg	16,23 kg	16,11 kg	15,94 kg	d°	16,09 kg
Pressions moyennes aux boîtes à vapeur.....	15,08 kg	15,13 kg	15,07 kg	14,76 kg	d°	14,99 kg
Pressions moyennes à la sortie des cylindres.....	240 g	365 g	336 g	310 g		
Différences des pressions chaudière-boîte à vapeur.	1,05 kg	1,10 kg	1,04 kg	1,18 kg	d°	1,10 kg
Introductions moyennes...	17,5 ‰	18,3 ‰	15 ‰	15 ‰	d°	16,25 ‰
Température de la vapeur de surchauffe à la sortie du collecteur.....	312,5°	317°	316°	306°	d°	313°
Température de l'eau d'alimentation.....	97,2°	97,3°	99,4°	100,2°	d°	98,7°
Température de l'eau au tender.....	5°	5°	6°	6°	d°	5,5°
Tirage en mm d'eau.....	99,9 mm	95,6 mm	91,8 mm	99,6 mm	d°	91 mm
Contre-pression à l'échappement après captation.	128,5 g	275 g	224,5 g	258 g	d°	235 g
Consommation d'eau :						
totale.....	18 571 l	16 089 l	12 100 l	11 276 l	d°	13 970 l
par kilomètre.....	185,7 l	160,9 l	121,6 l	112,7 l	d°	139,7 l
Consommation de charbon :						
totale.....	2 327 kg	2 050 kg	1 833 kg	1 844 kg	d°	1 972 kg
par kilomètre.....	23,27 kg	20,50 kg	18,33 kg	18,44 kg	d°	19,72 kg

La température des gaz de combustion a varié de 290 à 340°.

Lorsque l'activité de combustion croît de 200 à 475 kg/m² de grille :

— le rendement de la chaudière décroît de 0,85 à 0,55.

— le taux fictif de vaporisation par kg de charbon décroît de 11 à 7,2 kg/kg.

— le taux brut de vaporisation par kg de charbon décroît de 10,6 à 6,8 kg/kg.

— la puissance fictive de vaporisation par kg par m² de surface de chauffe et par heure croît de 45 à 70 kg/m²/heure.

— la puissance brute de vaporisation par kg par m² de surface de chauffe et par heure croît de 40,8 à 65 kg/m²/heure.

Sur le total des calories fournies, 87,5 % le sont à la chaudière proprement dite et 12,5 % au surchauffeur.

Le tirage est de 150 mm d'eau pour une activité de combustion de 475 kg/m²/h.

La contrepression à l'échappement varie de 0,040 à 0,260 kg/cm², quand la puissance croît de 1 280 à 2 080 chevaux.

La puissance indiquée maxima, soutenue sur 100 km, est de 2 144 chevaux à 91,8 km/h, et 2 091 chevaux à 106,2 km/h.

La puissance maxima au crochet de traction, soutenue sur 100 km, est de 1 636 chevaux à 76,3 km et 1 486 chevaux à 106 km/h.

Le rendement du mécanisme varie de 0,84 pour V = 51,6 km et une introduction $\epsilon = 20 \%$ à 0,55 pour V = 100, 7 km/h et $\epsilon = 10 \%$.

La puissance absorbée pour la remorque de la locomotive passe de 260 chevaux pour V = 50 km/h à 360 chevaux pour V = 75 km/h — 510 chevaux pour V = 90 km/h et 615 chevaux pour V = 105 km/h.

La résistance au roulement de la locomotive varie de 7 à 8 kg par tonne lorsque la vitesse varie de 50 à 105 km/h.

La consommation d'eau totale varie de 6,8 à 8,5 kg par cheval heure indiqué, et de 8,7 à 15,3 kg par cheval heure au crochet de traction.

La consommation de charbon varie de 0,78 kg à 1,19 kg par cheval heure indiqué et de 1 à 2,1 kg par cheval heure au crochet de traction.

Le rendement global indiqué varie de 0,085 à 0,095 pour $V = 50$ km/h et de 0,082 à 0,085 pour $V = 90$ km/h

Le rendement global effectif varie de 0,071 à 0,075 pour $V = 50$ km/h et de 0,06 à 0,068 pour $V = 90$ km/h.

Les résultats obtenus ont montré :

a) que la chaudière, suffisante pour les trains de 400 et 540 t envisagés par le réseau P. L. M. Algérien, à la vitesse de tracé de 95 km/h maxima, devait être renforcée si l'on désirait pousser plus loin.

b) qu'il était intéressant avec une locomotive à 4 cylindres, simple expansion, de pouvoir obtenir aux très grandes vitesses, des introductions réduites, sur les parcours faciles.

c) que la résistance au roulement de la locomotive était faible puisqu'elle était inférieure de 25 % à celle de la locomotive Mountain entre 50 et 60 km/h, 30 % vers 75 km/h, 40 % vers 105 km/h (7 à 8 kg/t contre 9 à 14,6 kg/t).

Les anomalies relevées appelaient d'autre part une mise au point de la grille de foyer, du cendrier, de l'échappement Kylchap d'origine.

3° *Essais sur profils accidentés.* — Ces essais, effectués en Mars 1933 sur la ligne de Lyon à Roanne, avec longue rampe de 26 mm sur 4,7 km, permirent de vérifier que la locomotive pouvait remorquer 372 t à 38 km/h sur celle-ci, tout en assurant le chauffage par la vapeur de tous les véhicules.

4° *Essais en Algérie.* — La locomotive, mise en service en Avril 1933 en Algérie, a subi sur le profil varié de la ligne Alger-Oran une série d'essais systématiques, qui ont permis d'étudier chacune des anomalies constatées précédemment, d'apporter les améliorations qu'elles nécessitaient, enfin de déterminer les possibilités rigoureuses de la locomotive en service courant sur nos lignes.

a) Les premiers essais furent effectués entre Alger et El-Affroun aux charges croissantes de 360 t, 400 t, 460 t, 500 t, 550 t, avec compositions de 19 à 29 véhicules, 45 à 60 essieux, notamment sur la rampe de 20 mm de La Chiffa à Blida, et à des vitesses maxima de tracé de 100 à 87 km/h. Ce furent ensuite des essais entre Alger et Affreville, avec des tonnages remorqués de 440, 490 et 540 t, où l'on put étudier tout spécialement la tenue de la locomotive sur la rampe de 20 mm et dans les courbes et contre-courbes de 300 m de rayon de la section Vesoul Bénian-Miliana, et de celle Affreville-Miliana (voir figure 6). Sur ces rampes, le train de 540 t fut remorqué à la vitesse moyenne de 24 km/h avec une régularité remarquable, pour une admission de 40 %.

Aux cours des essais, nous pûmes vérifier que les introductions trop poussées gênaient l'accélération de la locomotive sur profils faciles et rampes faibles. D'importantes différences de pression (2 à 2,5 kg), furent observées entre la pression de la chaudière et la pression dans les boîtes à vapeur, alors que le bon équilibre de la locomotive se traduisait par 1 kg de différence au maximum. En cours de route, apparut tout l'intérêt de réduire le cran de marche au maximum, pour obtenir une réduction de la dépense d'eau, sans que l'effort de traction soit sensiblement diminué.

Comparativement, il fut fait l'essai de traction du même train de 540 t avec deux locomotives 230-C ; les résultats furent sensiblement équivalents, mais la marche nettement moins aisée en rampe ; l'on avait utilisé l'introduction de 40 à 45 % avec la 231 + 132 AT. I, il fallut utiliser les fonds de course sur les locomotives 230-C, c'est-à-dire à la limite des possibilités de ces machines.

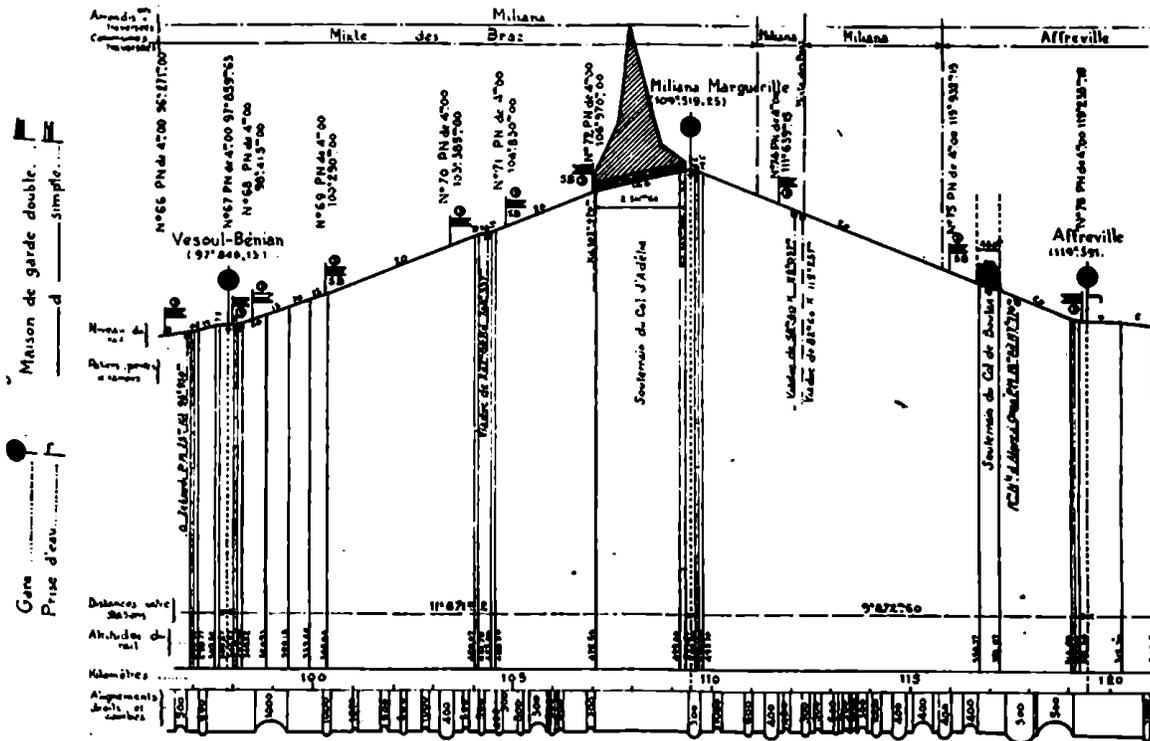
En fait, nous sommes arrivés à conclure au rapport 2,4 entre les charges susceptibles d'être remorquées par la locomotive 231 + 132 AT. I et une locomotive 230-C.

À la vitesse de 120 km/h, réalisée entre Blida et Alger, nous avons constaté quelques vibrations du bunker de la locomotive 231 + 132 AT. I. Ces vibrations s'amplifiaient avec la vitesse, au delà de 120 km

et nous ont empêchés de dépasser la vitesse de 133 km/h, que nous avons aisément atteinte sur le parcours précité.

Au cours des essais ci-dessus, l'activité de combustion a été poussée à 500 kg/m²/h sur les parcours les plus difficiles. Sa moyenne n'a pas dépassé 250 kg/m²/h. La vaporisation a varié de 6,511 à 8,114, par kg de charbon. La puissance moyenne a été de 2 300 chevaux, soutenue pendant 32 minutes avec pointe à 2 500 chevaux soutenue pendant 10 minutes.

Fig. 6. — Profil détaillé de la section Vesoul-Affreville (Ligne Alger-Oran).



Les résidus dans la boîte à fumée ont été trop importants : 6 % de la consommation totale de charbon. La cause en était due à la trop grande violence de l'échappement, dont l'alésage de la tuyère dut être porté progressivement de 165 à 190 mm, tandis que des barrettes de 15×20 étaient substituées à celles de 30×40 en service, lors des essais à vitesse constante.

La voûte de foyer dut être allongée de 20 cm, les grilles à flammèches, resserrées de 18×8 mm à 6×6 mm, la grille à secousses remplacée par une grille à barreaux fixes, espacés de 10 mm.

b) Les possibilités de la locomotive sur long trajet furent déterminées au cours de l'essai du 31 Mai 1933. Un train composé de 15 véhicules, 52 essieux, tonnage 442, 500 t, fut remorqué en 7h 45 minutes d'Alger à Oran, sans autres arrêts de la locomotive que ceux nécessités par les prises d'eau et arrêts de service. Le plus long de ceux-ci fut de 8 minutes à mi-parcours ; à titre indicatif, nos trains express du moment, d'un tonnage de 300 t, mettaient 9h 24 avec échange de machine à mi-parcours. L'essai fut des plus satisfaisants, tous les organes de la locomotive étant en parfait état, à l'arrivée à Oran, après ce parcours accéléré

sur 421 km, 15 minutes furent aisément gagnées. La consommation de charbon s'établit à 2,066 kg par 100 tonnes kilomètres brutes, soit 4,348 kg par 100 t/km remorquées.

Les principaux relevés ont été les suivants ;

- Activité moyenne de combustion : 270 kg/m³ de grille et par heure.
- Vide dans la boîte à fumée : 60 à 150 grammes.
- Contrepression à l'échappement : 80 à 180 grammes.
- Scories dans la boîte à fumée : 3,2 % du combustible consommé.
- Température de surchauffe : 330 à 360° et pointes à 380°.
- Consommation totale d'eau : 60 m³.
- Consommation totale d'huile, boîtes à huile comprises : 45 g par km.

Aucun décrassage partiel de feu ne fut nécessaire. Par contre, le changement d'eau devint indispensable à Oran, la concentration saline atteignant 4,94 gr par litre à l'arrivée ; la locomotive avait parcouru 500 km depuis son dernier lavage, dont 421 au cours de l'essai. La grille fixe à barreaux s'était très bien comportée, l'échappement était nettement amélioré, puisque les résidus de boîte à fumée n'étaient que de 254 kg contre 560 kg précédemment. La section de passage de la vapeur dans la tuyère portée de 166 à 271 cm², c'est-à-dire de 63 % plus forte, convenait nettement mieux. Dans le cendrier, les déchets ont été de 134 kg contre 340 kg précédemment.

A remarquer la divergence entre les résultats ci-dessus et ceux de l'essai à vitesse constante à vitesse $V = 90$ km/h et $i = 15$ %. Après 4 mn de marche, la contrepression C_p avait atteint 207 g et le vide h dans la boîte à fumée 87 mm d'eau, tandis que dans ce nouvel essai, la contrepression étant encore de 82 g le vide était toujours de 60 mm d'eau. Le rapport $\frac{h}{C_p}$ est ainsi passé de 0,042 à 0,073 aux faibles admissions, et à 0,063 aux fortes admissions.

Le vide maximum de 150 mm a été obtenu entre Affreville et Miliana et a permis une activité de combustion soutenue de 400 kg/m³/h pendant une heure.

c) Les possibilités limites de la locomotive en rampe furent précisées par des essais effectués entre Alger et Affreville, avec de très forts tonnages. Elles donnèrent :

1 025 tonnes — 73 véhicules — 30 km/h — en rampe fictive de 12,5 mm (rampe maxima réelle 15 mm, entre Boufarik et Blida) admission 50 %.

788 tonnes — 54 véhicules — 16 km/h en rampe fictive de 17 mm (rampe maxima réelle 20 mm sur 4,500 km abordée à la vitesse de 45 km/h) entre La Chiffa et Blida — admission 55 %.

720 tonnes — 54 véhicules — 20 km/h sur même rampe — admission 50 %.

660 tonnes — 50 véhicules — 20 km/h sur rampe fictive de 22 (rampe maxima réelle 20 mm) entre Affreville et Miliana — admission 50 %.

Ces charges furent montées avec une régularité parfaite, sans la moindre tendance au patinage.

d) *Autres essais.* — Le 16 Septembre 1933. Train de 402 t, 12 véhicules, 43 essieux, assuré de bout en bout par la 231 + 132 AT1 entre Alger et Oran, en 6 h 58 mn dont 49 mn de stationnements dont le plus long de 8 minutes à mi-parcours, consommation de charbon, 3,150 kg par 100 t/km brutes et 4,750 kg par 100 t/km remorquées — 1,025 kg par cheval heure indiqué — 1,710 kg par cheval heure au crochet. Consommation d'eau 7,081 par kg de charbon, 7,261 par cheval heure indiqué. Admission moyenne 18 %. Admission maxima 45 % dans la rampe de Miliana. L'admission de 10 % a été réalisée au total pendant 1/7 du temps de trajet total. Puissance maxima : 2 600 chevaux entre Boufarik et Blida.

e) *Essais de combustion.* — Les précédentes circulations nous avaient fait constater une fumivorité mauvaise aux faibles vitesses, bonne aux grandes vitesses. Des essais de combustion systématiques furent donc entrepris en Décembre 1933 entre Alger et Affreville, parcours où les deux régimes de vitesse pouvaient être obtenus aisément.

Le contrôle de la combustion fut fait au moyen d'un appareil Orsat, par dosage volumétrique de CO² dans les fumées et par relevé des températures dans le foyer, à l'entrée des gaz dans le faisceau tubulaire. La section de passage d'air dans le cendrier fut rendue variable de 51,66 dm² soit 10,1 % de la surface de grille, à 85,66 dm² soit 16,9 % de cette dernière. L'on fit également varier l'ouverture du registre de rentrée d'air de la porte de foyer. Les pertes moyennes par les fumées à la cheminée, furent évaluées par la formule $P \% = 0,65 \frac{T - t}{CO_2 \%}$, T étant la température des fumées, t la température extérieure.

L'on en conclut la nécessité de pouvoir augmenter l'arrivée d'air au cendrier, pour obtenir une ouverture de 17 % de la surface de grille, la plus favorable à la combustion optima.

Le cendrier fut donc modifié :

Par adjonction de coffres de captation d'air latéraux permettant une arrivée d'air supplémentaire à l'arrière de la grille pour chaque sens de marche ;

Par agrandissement des portes avant et arrière vers l'axe de la locomotive.

Les nouveaux résultats obtenus, après l'exécution des modifications précédentes, furent très satisfaisants. La teneur moyenne en CO² varia entre 12 et 12,5 %, la température des gaz à l'entrée du faisceau tubulaire atteignit 1 100°, la température des gaz dans la boîte à fumée ne dépassant pas 350° à la sortie des tubes surchauffeurs, le taux moyen de vaporisation fut en moyenne de 7,5 l, et la fumivorté se trouva considérablement améliorée.

La locomotive assura un service courant, des plus réguliers, jusqu'à son arrêt pour révision en levage en Mai 1934. Pendant toute cette période, son parcours journalier fut de 238 km, sauf jours de lavage de la chaudière, puisque la locomotive assurait chaque jour la traction des deux express de nuit impair et pair entre Alger et Affreville. Le tonnage moyen de ces trains varia de 350 à 450 t. La seule modification apportée pendant toute cette période fut la substitution de l'échappement double transversal, à croisillons, variable, genre P.L.M., à l'échappement Kylvhap. La section de cheminée fut portée de ce fait de 1 809 à 2 220 cm², la section totale de la tuyère de 213 à 270 cm². Ce nouvel échappement s'est montré plus favorable, permettant de faire face, sans difficulté, aux pointes de vaporisation, nécessitées par le service courant, sur certaines parties du parcours.

C. — APPLICATION DE LA DISTRIBUTION COSSART ET ESSAIS SUR LA LIGNE ALGER-ORAN

Au cours des divers essais, malgré les bons résultats obtenus, nous acquîmes la certitude qu'il fallait rendre la locomotive Garratt plus économique en réduisant l'admission au-dessous de 10 % sur certains parcours faciles. Dès que la locomotive eut atteint 75 000 km de parcours, en Mai 1934, nous l'avons arrêtée pour la réviser et substituer à sa distribution Walschaerts la distribution à pistons-valves Cossart.

Notre choix s'était porté sur cette dernière parce qu'elle nous paraissait devoir permettre :

1° Des admissions très faibles, pouvant descendre à 5 % ;

2° De réduire au minimum le laminage de la vapeur à son introduction dans les cylindres.

La locomotive reçut donc des cylindres neufs, la distribution Cossart et un changement de marche électrique provisoire.

Le 12 Septembre 1934, un train d'essai fut effectué entre Alger et Oran, dans des conditions absolument identiques à celles de l'essai du 16 Septembre 1933 : Train de 402 t, 12 véhicules, 43 essieux.

Cet essai permit de relever une plus grande liberté d'allure de la locomotive, qui, nous avons antérieurement signalé, était déjà très bonne. La marche à régulateur fermé, en palier, après un lancer à 110 km/h, n'entraînait aucune compression et la perte de vitesse était très lente.

L'utilisation de crans inférieurs ou égaux à 10 ‰, descendant à 7 et 5 ‰, devint la règle sur les parcours en palier ou faible rampe à grande vitesse. Nos relevés montrent qu'ils ont été utilisés pendant 1 h 45 mn sur 5 h 35 mn de durée effective du trajet total, soit 31 ‰ de celle-ci. Les relevés des diagrammes Maihao pris en Janvier 1935 dans des conditions défavorables, nous ont confirmé l'obtention de marches à 5 ‰ et 7,5 ‰ des plus intéressantes. Au cours de l'essai du 12 Septembre 1934, la distribution Cossart permit d'utiliser des introductions plus faibles que lors des essais précédents, malgré l'obtention d'une vitesse plus forte.

La consommation de charbon fut, au cours de l'essai du 12 Septembre 1934, de 1,047 kg par cheval heure, 3,107 kg par 100 t/km brutes soit 4,465 kg par 100 t/km remorquées. La plus forte activité de combustion fut de 403 kg/m³/h, soutenue pendant 38 mn entre El-Affroun et Miliana. La vaporisation fut de 7,236 l par kg de charbon.

Un nouvel essai, effectué le 28 Septembre 1934, nous permit de déterminer l'influence de la nature de la distribution, dans la traction de trains lourds, sur de fortes rampes, où le patinage est à redouter.

Le train de comparaison était celui de Juillet 1933, effectué avec distribution Walschaerts; le 28 Septembre 1934, 662 tonnes furent remorquées entre Affreville et Miliana sur rampe fictive de 22, et 783 t entre La Chiffa et Blida sur rampe fictive de 17. La distribution Cossart nécessita de pousser l'admission à 10 ‰ au-dessus de celle réalisée en 1933, sans qu'il en soit résulté d'ailleurs aucune difficulté.

Nous en avons conclu que la supériorité de la distribution Cossart, due à l'emploi des longues détentes, jouait tant que l'introduction demeurait inférieure ou égale à 20 ‰, que les 2 distributions Walschaerts et Cossart devenaient équivalentes pour les introductions de 20 à 30 ‰, que la distribution Walschaerts demandait de moindres introductions au-delà de 30 ‰.

Enfin, le relevé des consommations de charbon en service courant, en Juin et Juillet 1933 d'une part, et pour les mêmes mois de 1934 d'autre part, a fait ressortir une économie d'au moins 5,7 ‰ en faveur de la distribution Cossart. Cette consommation s'est abaissée de 4,120 kg aux 100 t/km en 1933 à 3,855 kg en 1934.

D. — ESSAIS DIVERS SUR LA LIGNE ALGER-CONSTANTINE

Le 1^{er} Novembre 1933, les deux réseaux P.-L.-M. Algérien et Chemins de fer Algériens de l'Etat ont été fusionnés pour former la gestion commune des Chemins de fer Algériens.

Or, le problème de traction des trains express et lourds que nous venions de résoudre pour la ligne Alger-Oran, se présentait avec une acuité plus grande encore pour la ligne Alger-Constantine. Le profil de cette ligne (voir Fig. 7) plus dur que celui d'Alger-Oran, présente 10 km de rampe de 23 mm continue avec courbes et contrecourbes de 300 m de rayon; 20 km de rampe supérieure à 15 mais au plus égale à 20, avec courbes et contrecourbes de 250 m de rayon. Les trains d'essai eurent lieu les 7 et 8 Décembre 1934.

Ils étaient composés de 12 véhicules, 43 essieux, tonnage 402 t. La rampe de 23 mm fut franchie à la vitesse moyenne de 35 km à l'heure. Le parcours Ménerville-Constantine, soit 410 km, fut franchi sans autres arrêts que ceux nécessités par le service et les prises d'eau, avec maximum de 11 mn, en 8 h 20 mn. Les stationnements représenteront un total de 36 mn.

La consommation de charbon fut de 26,791 kg par km, 4,313 kg par 100 t/km brutes et 6,423 kg par 100 t/km remorquées, 1,330 kg par cheval heure. Ces chiffres, élevés, tiennent à la difficulté du profil et à

Dépenses d'entretien courant de la locomotive 231+132 AT. I. — Les chiffres ci-après font apparaître cette locomotive comme nettement plus économique, à charges remorquées égales, que les locomotives 230 qu'elle a remplacées.

	Locomotives Garratt	Locomotive 230-C
Entretien courant, frais généraux compris :	—	—
par km.....	1,821 f	1,617 f
par 100 t/km	0,513 f	0,759 f

Depuis sa mise en service, malgré les arrêts imposés par les modifications et transformations, la 231/132 AT. I a parcouru 43 000 km en 1933, 38 000 km en 1934, 41 654 km en 1935. Son 2^e levage vient d'être entrepris après un parcours total de 75 642 km depuis le précédent.

Résultats obtenus sur la ligne de Blida à Djelfa avec les locomotives 241+142 YAT. — Les chiffres ci-après permettent de comparer les résultats obtenus avec ceux des locomotives ordinaires qui assurent un service similaire.

	Garratt	autres locomotives
Tonnage moyen remorqué	312 t	133 t
Dépense d'entretien courant par km	5,850 f	1,548 f
Dépense d'entretien courant par 100 t/km	2,062 f	1,817 f
Dépenses de combustible par 100 t/km	12,160 kg	14,083 kg

Le rapport des dépenses d'entretien n'est pas en faveur des Garratt. Cette anomalie tient d'une part aux importantes modifications de mise au point et d'autre part, et surtout, aux dépenses supplémentaires qu'entraîne la circulation de trucks moteurs à 4 essieux accouplés dans des courbes à rayons de 125 m.

En ce qui concerne les dépenses de combustible, l'économie en faveur des Garratt atteint 15,8 % et le rapport des dépenses de personnel de conduite, agents des trains, compte tenu de ce que tous les trains sont freinés au frein à vide continu et automatique, est de $\frac{1}{2,36}$ en faveur des Garratt.

Au total, l'économie réalisée est de l'ordre de 20 % sur l'ensemble des dépenses des trains remorqués par les Garratt sur la ligne Blida-Djelfa.

CARACTÉRISTIQUES COMPARÉES DU PROTOTYPE ACTUEL ET DES DOUZE LOCOMOTIVES EN CONSTRUCTION.

CARACTÉRISTIQUES	LOCOMOTIVES GARRATT		OBSERVATIONS
	Type 231 + 132 AT.1 (prototype)	Type 231 + 132 BT.1 à 12 (démonté)	
Chaudière. — Timbre..... kg/cm ²	16	20	
Grille :			
Longueur m	2,550	2,770	
Largeur m	1,990	1,988	
Surface m ²	5,07	5,40	
Inclinaison	8°40'	16°30'	
Tubulure acier lisse :			
Longueur entre plaques..... m	4,57	4,59	
Diamètre des gros tubes... mm	125/133	130/138	
Diamètre des petits tubes. mm	44/50	46/51	
Nombre { Gros.....	50	48	
de tubes { Petits.....	232	225	
Surface de chauffe des tubes en contact avec les gaz..... m ²	236,28	239,19	
Faisceau surchauffeur :			
Diamètre des éléments..... mm	28/35	28/35	
Nombre des éléments.....	50	48	
Surface de chauffe :			
Foyer m ²	22	20,47	
Tubes en contact avec gaz. m ²	236,28	239,19	
Foyer + tubes m ²	258,28	259,66	
Surchauffe en contact av. gaz. m ²	90,09	90,60	
Totale	348,37	350,26	
Rapports :			
<u>Surface de surchauffe</u>	34,88	34,89	
Surface de chauffe			
<u>Section de passage des gaz</u>	14,03	14,07	
Surface de grille			
Surface de chauffe foyer + tubes.	50,94	48,08	
Surface de grille			
Surface de chauffe totale.	68,71	64,86	
Surface de grille			
Nature des tôles acier.....	acier B Martin	acier au nickel 2,5 à 3 %	
Porte de foyer.....	à 2 vantaux avec volets	à 3 vantaux (a) Manœuvre reliée à celle du souffleur	(a) Partie milieu fait office d'aération, ce qui évite le volet.
Grille.....	Fixe à barreaux en 2 tronçons	Fixe à barreaux en 3 tronçons	
Tirants verticaux côté foyer.....	acier B avec écrous côté foyer	acier B, rivés à tête hémisphérique (b)	(b) Pour application ultérieure éventuelle du chauffage au mazout.
Extraction des boues.....	Poche ordinaire	Poche spéciale pour séparation des boues	
Mouvement. — Chemises des cylindres.....	Fonte	Fonte au vanadium titane	
Boutons moteurs d × 1.....	150 × 170	155 × 180	
Boutons de grosse tête de bielle d'accouplement d × 1.....	180 × 141	185 × 141	

CARACTERISTIQUES	LOCOMOTIVES GARRATT		OBSERVATIONS
	Type 231 + 132 AT.1 (prototype)	Type 231 + 132 BT.1 à 12 (définif)	
Pistons moteurs.....	Acier moulé B.S à 3 segments en fonte	Acier D à 4 segments en fonte au vanadium titane (d)	(d) Coupures des segments al- ternées, maintenues en posi- tions par des barrettes en acier.
Glisnières.....	Double	Unique	
Patins de crosse de piston.....	Fonte F1 garnie d'alliage blanc AE.1	Patin supérieur en al- liage W.41 inférieur en bronze B.3	
Graissage.....	4 graisseurs méca- niques Wakefield à 6 départs	2 graisseurs méca- niques série F.S.C. compartimentés « Bourdon » à 28 départs chacun (e)	(e) Ces graisseurs assurent la lubrification sous pression des organes ci-après : tuyauteries d'admission aux cylindres, gé- nératrice supérieure des cylin- dres, tiges et contretiges des pistons moteurs, rotules d'ad- mission, boîtes à huile de tous les essieux, pivots du châssis chaudière, glissières des cros- ses de pistons moteurs.
Caisses à eau.....	Parallépipédiques en tôles d'acier soudées	Cylindriques en tôles d'acier rivées et sou- dées. Capuchonnage aérodynamique	
Soute à charbon.....	Revolwing Bunker	Soute fixe mais équi- pée avec pousseur de charbon FB	
Coefficient de freinage.....	54 % du poids adhérent	66 % du poids adhérent	
Eclairage.....	Phares Ducellier	A gauche Phare Du- cellier, à droite pro- jecteur puissant	