

LOCOMOTIVE COMPOUND A GRANDE VITESSE

AVEC SURCHAUFFEUR DE VAPEUR

A QUATRE ESSIEUX COUPLÉS, A ROUES DE 1^m,800,

BOGIE A DEUX ESSIEUX A L'AVANT

ET ESSIEU PORTEUR BISSEL A L'ARRIÈRE

DE LA

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE

Par M. R. VALLANTIN,

INGÉNIEUR EN CHEF DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION

(Pl. II.)

La Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée a mis en service, en Février 1925, une locomotive à quatre essieux accouplés, à roues de 1 m,800, placés entre un bogie à l'avant et un bissel à l'arrière : cette locomotive (Fig. 1) a été désignée 241-A-1.

Le parcours qu'elle a fourni était, au 1^{er} Janvier 1926, de 34.658 kilomètres. Les résultats qu'elle donne sont bien ceux qu'on escomptait.

L'intérêt d'étudier une unité de ce type est apparu au P.-L.-M. au cours du deuxième trimestre 1921.

L'effectif des locomotives 231 (Pacific) étant, à ce moment, un peu insuffisant, on avait été conduit à utiliser des locomotives 141 (Mikado) pour la remorque, entre Paris et Dijon, de certains express lourds. Ces 141 ont des chaudières identiques à celles des 231. Leur poids adhérent est de 70 tonnes, supérieur de 14 t,500 à celui des 231. Le diamètre de leurs roues motrices est de 1 m,65. Les diamètres de leurs cylindres et les courses de leurs pistons sont donnés ci-après en regard de ceux des 231.

	MIKADO	PACIFIC
Type	141-C ou 2-8-2 compound et surchauffe.	231-D ou 4-6-2 compound et surchauffe.
Timbre	16 kg	16 kg
Surface de chauffe :		
directe	15 m ² ,67	15 m ² ,67
indirecte	204 m ² ,62	204 m ² ,62
totale	220 m ² ,29	220 m ² ,29
Surface de surchauffe	70 m ² ,63	70 m ² ,63
Surface de grille	4 m ² ,25	4 m ² ,25
Nombre de cylindres	4	4
Diamètre des cylindres	HP 0 m,510 et BP 0 m,720	HP 0 m,440 et BP 0 m,650
Course des pistons	0 m,650 et 0 m,700	0 m,650
Poids de la locomotive :		
à vide	85.400 kg	84.020 kg
en ordre de marche	94.650 kg	93.170 kg
adhérent	69.950 kg	55.500 kg
Poids total, locomotive et tender, en ordre de marche	147.530 kg	157.870 kg
Empatement :		
locomotive seule	11 m,432	11 m,642
locomotive et tender	18 m,775	20 m,386
Puissance	2.070 ch	2.070 ch

On put se rendre compte, au cours de la remorque de ces express lourds, ayant d'assez nombreux arrêts, que les 141 avaient, pour les reprises de vitesse, une supériorité très marquée sur les 231, surtout en rampe, et que cette supériorité devait être attribuée plus encore à leur poids adhérent qu'à leurs plus gros cylindres. On constata d'autre part qu'elles pouvaient soutenir et même dépasser la vitesse de 90 kilomètres. Cela établissait que l'emploi de quatre essieux couplés n'était pas incompatible avec la réalisation de grandes vitesses. On en conclut qu'on pouvait parfaitement envisager la construction d'une locomotive 241 qui donnerait, en palier, à très peu près, la même vitesse qu'une 231, mais posséderait, du fait de son essieu moteur supplémentaire, une adhérence qui fait incontestablement défaut aux 231 pour les reprises de vitesse surtout en rampe.

Or, les seize rapides mis en marche chaque jour dans la soirée, au départ de Paris, se suivent à des intervalles très rapprochés ; le graphique ci-après (Fig. 2) donne, pour le service d'hiver 1925-1926, le tracé de la marche de ces 16 trains. Leur passage en gare des Laumes a lieu entre 23 h et 2 h 40, avec des espacements variant de 9 à 18 minutes ; ils doivent ensuite franchir une rampe de 31 km qui sépare cette gare de celle de Blaisy.

Dans le sens pair, entre 0 h,30 et 5 h,10, les seize rapides de retour partent de Dijon et ont à monter une rampe de 8 mm de 26 km de longueur. Leur circulation s'effectue en deux groupes séparés par un intervalle de 55 minutes ; le 2^e groupe, formé de 10 trains, est particulièrement dense puisque l'intervalle moyen n'est que de 11 minutes.

Il est donc essentiel qu'à la durée d'un arrêt imprévu de l'un de ces rapides sur la rampe, ne vienne pas s'ajouter une perte de temps, conséquence d'une reprise de vitesse trop longue, sinon toute la circulation se trouve presque inmanquablement gravement perturbée.

Le P.-L.-M. demanda, en conséquence, à l'O. C. E. M. (1) d'entreprendre l'étude d'une 241. L'avant-projet que l'O. C. E. M. élaborait tout d'abord prévoyait que la locomotive serait à simple expansion, à surchauffe, avec deux cylindres de 0 m,660 de diamètre et 0 m,700 de course. Le timbre de la chaudière devait être de 14 kg.

Mais sur ces entrefaites prenaient fin une série d'expériences qui avaient été mises en route six mois plus tôt dans le but de comparer ce que donnaient, en service courant, des locomotives à surchauffe, les unes compound, les autres à deux cylindres et simple expansion, mais dont les autres dispositions et les puissances étaient très analogues.

Les résultats de ces expériences étaient si nets, au triple point de vue : de la consommation de combustible, de la stabilité en route et de la douceur en marche, au très grand avantage des compound, qu'il ne pouvait plus être question, pour nous, d'admettre que la 241 à construire fût à simple expansion.

Le P.-L.-M. pria donc l'O. C. E. M. d'abandonner son premier projet et d'étudier en remplacement une 241 compound. Il indiqua les dimensions et dispositions à adopter pour ses principaux éléments.

Cylindres. — Il fut spécifié que les cylindres devaient avoir les mêmes dimensions que ceux des locomotives 141. Comme il a déjà été rappelé plus haut, les diamètres et courses des pistons de ces dernières locomotives sont :

	HP	BP
diamètre.....	0 m,510	0 m,720
course	0 m,650	0 m,700

En raison de leur très gros diamètre, les cylindres BP durent être placés à l'extérieur des longerons, comme sur les 141. Ils sont au droit du bogie, et les bielles BP attaquent le premier essieu moteur.

L'O.C.E.M. proposa de placer les cylindres HP assez en arrière des cylindres BP, et assez haut pour que les bielles HP puissent attaquer le 2^e essieu moteur, en passant par dessus le premier. De cette façon, le premier essieu-moteur est un essieu droit et non pas un essieu coudé, ce qui est, en effet, très important pour une locomotive de cet empatement et de ce poids.

Chaudière. — La chaudière a une grille de 5 m². Sa boîte à feu comporte une chambre de combustion dont la profondeur est de 1 m,200. Les petits tubes à fumée sont des tubes lisses de 55 × 50, d'une longueur de 5 m,98.

Le surchauffeur est constitué par 40 éléments en tubes de 28 × 35, placés à l'intérieur de gros tubes de 125/133. A l'origine, les éléments surchauffeurs étaient en tubes de 31 × 38. Ils devaient obturer exagérément les gros tubes dans lesquels ne passaient pas assez de gaz chauds, pour que la surchauffe fût suffisante. Elle est maintenant plutôt exagérée.

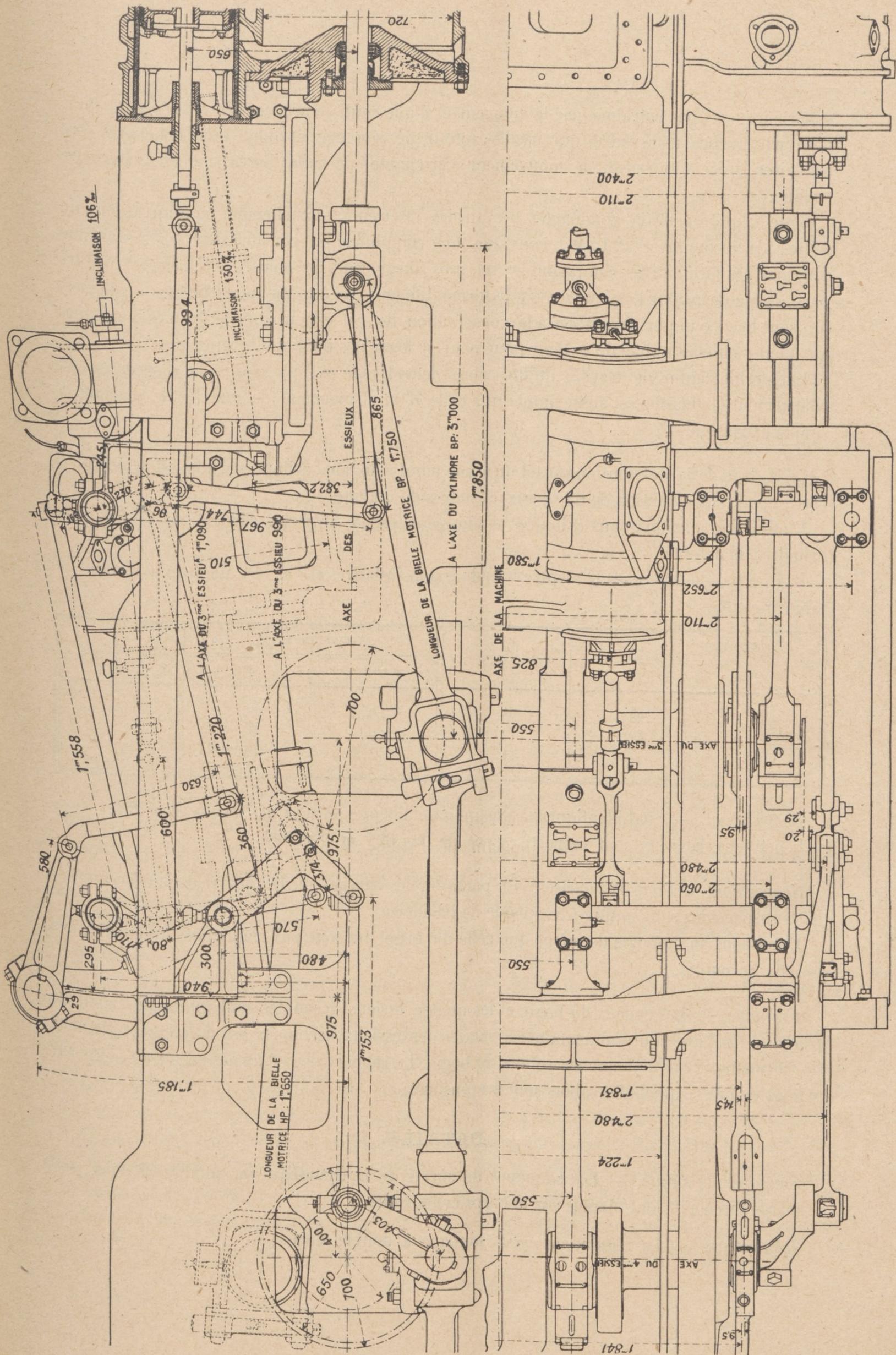
Mouvements de distribution. — Le tiroir de chacun des cylindres extérieurs est commandé par un mouvement de distribution Walschaert complet (Fig. 3).

Chacun des deux tiroirs intérieurs est commandé par un levier d'avance. L'extrémité inférieure de ce levier est entraînée comme à l'ordinaire par la tête du piston. Son extrémité

(1) O. C. E. M. : Office Central d'Études de Matériel de Chemin de fer.

Fig. 3.

Fig. 3.



supérieure n'est pas entraînée par le mouvement d'une coulisse propre. Elle est reliée au bras d'un petit arbre transversal qui oscille autour de son axe et dont les oscillations sont solidaires, grâce à un renvoi de mouvement convenable, de celles de la coulisse extérieure voisine.

Cette solution pour la commande des tiroirs intérieurs, actuellement appliquée sur un millier de locomotives P.-L.-M., constitue une simplification considérable du mécanisme intérieur des locomotives compound et un gros allègement de poids. Elle permet, d'autre part, de recourir pour l'essieu coudé à la forme dite en z, ou à telles autres formes analogues, qui sont beaucoup plus favorables à la conservation de cet essieu que les formes anciennes auxquelles on était obligé de se tenir pour pouvoir loger des poulies d'excentriques.

Elle permet enfin de n'avoir qu'un arbre de relevage et, par suite, la disposition du changement de marche est aussi simple que celle d'un changement de marche de machine à simple expansion.

Le réglage de la distribution est tel qu'à une admission aux cylindres d'admission de 50 % correspond une admission de 63 % aux cylindres de détente.

L'admission maximum aux cylindres d'admission est de 75,2 % ; elle est de 85,3 % aux cylindres de détente.

Il n'y a pas de différence fixe entre les admissions relatives HP et BP, ainsi qu'il résulte du tableau ci-après :

ADMISSION EN %		DIFFÉRENCE	ADMISSION EN %		DIFFÉRENCE
HP	BP		HP	BP	
20	28	8	50	63	13
30	42	12	60	73	13
40	54	14	75,2	85,3	10

Bogie-Bissel. — Sont identiques, à quelques détails près, à ceux des locomotives 231. Leurs jeux latéraux sont respectivement de 0 m,061 et 0 m,096.

Suspension. — Pour régulariser la répartition des charges sur les quatre essieux accouplés, leurs suspensions sont conjuguées à l'aide de balanciers.

La suspension du bogie de même que celle du bissel ne sont pas conjuguées avec celles des essieux accouplés.

Freinage. — Les essieux du bogie et les quatre essieux accouplés sont munis de sabots de frein. La timonerie qui commande les sabots des essieux accouplés est entièrement distincte de la timonerie qui actionne les sabots du bogie. Le rapport de l'effort des sabots au poids sur rail est de 66 %, quand les sabots sont à mi-usure.

DÉTAILS.

Soupapes de sûreté. — Les soupapes de sûreté de la chaudière, au nombre de deux, sont à charge directe et sont placées sur le corps cylindrique.

Régulateur. — Le régulateur est à soupape à double siège.

Échappement. — L'échappement est à trèfle donnant trois jets séparés de sections variables.

Alimentation. — L'alimentation est assurée au moyen de deux injecteurs type U-1, fixés au châssis, en dessous du tablier.

Graissage. — Le graissage des cylindres est assuré par un graisseur à condensation à cinq départs : un départ pour chaque boîte à vapeur, le 5^e départ assurant le graissage du petit-cheval de la pompe à air.

Sablière. — La sablière est à vapeur du type Gresham : le sablage s'effectue sur deux essieux à l'avant et un essieu à l'arrière.

Chauffage par la vapeur. — La locomotive porte une prise de vapeur pour le chauffage du train.

Éclairage électrique. — La locomotive est éclairée électriquement au moyen d'un groupe turbo-dynamo.

Cet éclairage est appliqué aux lanternes d'avant de la locomotive, aux lanternes d'arrière du tender et aux lanternes d'abri de la locomotive.

TENDER.

Le tender qui est accouplé à la locomotive 241-A-1 est du type à deux bogies à deux essieux chacun, et peut porter un approvisionnement de 30 m³ d'eau et de 7 tonnes de combustible.

Son poids total, en ordre de marche, est de 64.700 kg.

Nous avons reproduit ci-après (Fig. 4 et 5) le relevé graphique de la marche de deux trains remorqués par la machine 241-A-1, le 16 Mars 1925, alors qu'elle n'avait encore parcouru que 1.500 kilomètres : train N^o 101 de Laroche à Dijon et train N^o 514 de Dijon à Laroche.

Le train express N^o 101, qui comporte des arrêts fréquents, avait une charge de 571 tonnes, supérieure de 10 % environ à la charge offerte par une 231. Il a été constaté que, malgré cette charge, les reprises de marche se sont faites avec une très grande rapidité. La vitesse de 80 kmh a pu être constamment tenue sur la rampe qui existe entre Les Laumes et Blaisy ; après un arrêt en pleine rampe de 8 mm par mètre, la vitesse de 60 kmh a pu être atteinte après un parcours de 3 km.

Au train 514, composé de 572 tonnes, la rampe de 8 mm qui sépare Dijon de Blaisy-Bas a été franchie très facilement.

Entre Blaisy et Laroche, la machine 241-A-1 a pu, avec ses roues de 1 m,800 de diamètre, soutenir aisément une vitesse comparable à celle obtenue avec nos 231, qui ont des roues de 2 m,000. C'est un résultat très intéressant, qui s'est confirmé par la suite, et qui nous montre que, comme nous l'avions escompté, les 241-A conviendront bien pour assurer avec régularité les trains express et rapides lourds sur la section Laroche-Dijon dans les deux sens.

Le train 514 en question a eu à circuler ce jour-là derrière le train 12, dont le tonnage était de 495 tonnes. Ce dernier train, qui était en retard, était remorqué par une 231, conduite par un bon mécanicien, qui a fait donner à sa machine tout ce dont elle était capable.

Fig. 4. — GRAPHIQUE DE LA MARCHÉ DU TRAIN 101 DU 16 MARS 1925.

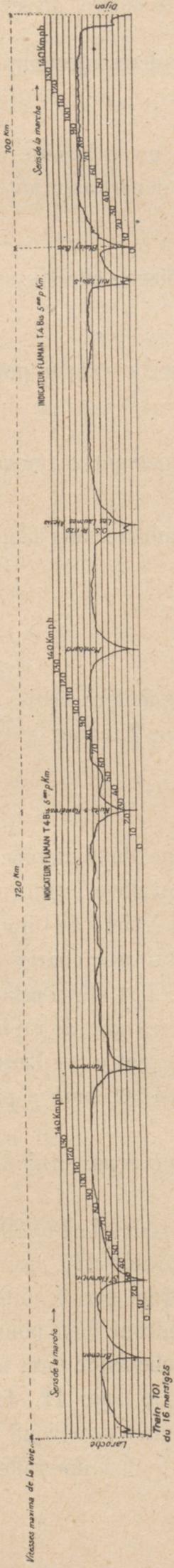


Fig. 5. — GRAPHIQUE DE LA MARCHÉ DU TRAIN 514 DU 16 MARS 1925.

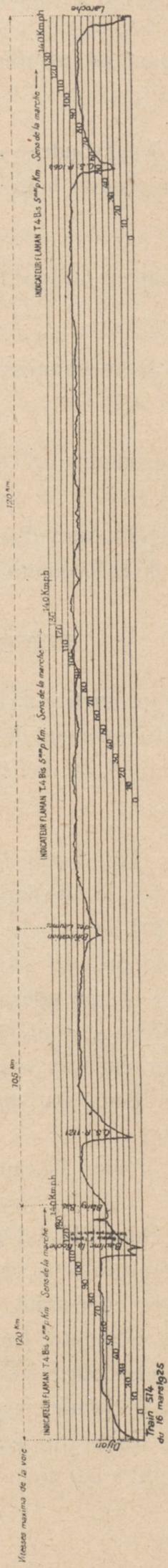
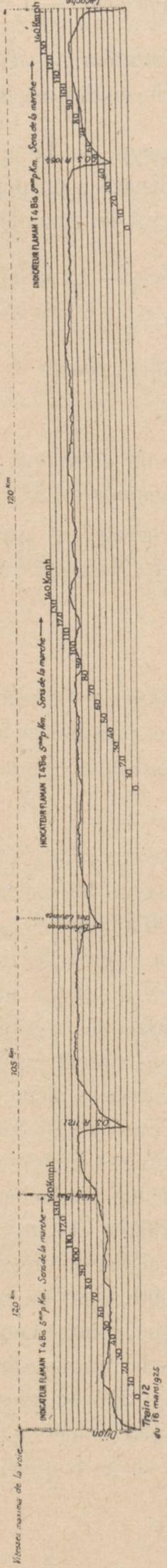


Fig. 6. — GRAPHIQUE DE LA MARCHÉ DU TRAIN 12 DU 16 MARS 1925.



Le relevé graphique de ce train est reproduit (Fig. 6) sous le relevé du train 514. Leur rapprochement met bien en évidence la grosse supériorité de la 241 sur la rampe de 8 mm et son équivalence sur le reste du parcours, nonobstant ses roues de 1 m,80.

Le tableau ci-après donne les dimensions principales de la nouvelle locomotive :

Grille.

Longueur	2 ^m ,500
Largeur.....	2 ^m ,000
Surface	5 2,00
Inclinaison.....	17,1 %

Foyer.

Hauteur intérieure (comptée jusqu'au dessous du cadre).....	<table border="0"> <tr> <td>{ à l'avant.....</td> <td>2^m,129</td> </tr> <tr> <td>{ à l'arrière.....</td> <td>1 ,552</td> </tr> </table>	{ à l'avant.....	2 ^m ,129	{ à l'arrière.....	1 ,552
		{ à l'avant.....	2 ^m ,129		
{ à l'arrière.....	1 ,552				
Longueur intérieure.....	<table border="0"> <tr> <td>{ en haut.....</td> <td>3^m,734</td> </tr> <tr> <td>{ en bas.....</td> <td>2^m,469</td> </tr> </table>	{ en haut.....	3 ^m ,734	{ en bas.....	2 ^m ,469
	{ en haut.....	3 ^m ,734			
{ en bas.....	2 ^m ,469				
Profondeur de la chambre de combustion	1 ^m ,200				
Largeur intérieure.....	<table border="0"> <tr> <td>{ AV, à hauteur de l'axe de la chaudière.</td> <td>1^m,671</td> </tr> <tr> <td>{ en bas.....</td> <td>2^m.000</td> </tr> </table>	{ AV, à hauteur de l'axe de la chaudière.	1 ^m ,671	{ en bas.....	2 ^m .000
	{ AV, à hauteur de l'axe de la chaudière.	1 ^m ,671			
{ en bas.....	2 ^m .000				
Épaisseur des tôles.....	<table border="0"> <tr> <td>{ parois latérales, ciel et plaque arrière (cuivre).....</td> <td>0^m,014</td> </tr> <tr> <td>{ plaque tubulaire (acier).....</td> <td>0^m,020</td> </tr> </table>	{ parois latérales, ciel et plaque arrière (cuivre).....	0 ^m ,014	{ plaque tubulaire (acier).....	0 ^m ,020
	{ parois latérales, ciel et plaque arrière (cuivre).....	0 ^m ,014			
{ plaque tubulaire (acier).....	0 ^m ,020				
Longueur de la voûte en briques	1 ^m ,200				

Tubes.

Longueur des tubes entre plaques	5 ^m ,9875	
Nombre ..	{ Tubes de 50 × 55.....	145
	{ Tubes de 125 × 133.....	40
	{ Éléments surchauffeurs 28 × 35.....	40

Surface de chauffe et de surchauffe.

Foyer.....	23 ^{m²} ,70
Tubes.....	232 ^{m²} ,00
Surface de chauffe totale.....	255 ^{m²} ,70
Surface de surchauffe	104 ^{m²} ,90

Chaudière.

Diamètre extérieur de la virole avant.....	1 ^m ,815
Diamètre extérieur de la virole arrière.....	1 ^m ,994
Épaisseur de la virole avant (acier).....	0 ^m ,020

Épaisseur des viroles milieu et arrière (acier)	0 ^m ,022
Épaisseur de l'enveloppe de boîte à feu (acier).....	0 ^m ,014
Épaisseur de la plaque avant de boîte à feu (acier)	0 ^m ,022
Épaisseur de la plaque arrière de boîte à feu (acier)	0 ^m ,015
Diamètre extérieur de la boîte à fumée.....	4 ^m ,835
Longueur intérieure de la boîte à fumée	2 ^m ,9725
Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée.....	0 ^m ,020
Diamètre minimum de la cheminée.....	0 ^m ,408
Volume d'eau avec 0 m,100 au-dessus du ciel du foyer à l'A.....	14.470'
Volume de vapeur	3.200'
Capacité totale de la chaudière.....	14.700'
Timbre de la chaudière	16 kg

Sections de passage d'air.

A l'entrée du cendrier.....	1 ^{m2} ,0020
Au milieu des tubes	0 ² ,5728

Châssis.

Écartement des longerons.....	1 ^m ,224	
Épaisseur des longerons	0 ^m ,028	
Largeur extérieure du tablier.....	2 ^m ,970	
Longueur de la machine à l'extrémité des tampons.....	16 ^m ,450	
Écartement des essieux... {	1 ^{er} et 2 ^e	2 ^m ,300
	2 ^e et 3 ^e	1 ^m ,850
	3 ^e et 4 ^e	1 ^m ,950
	4 ^e et 5 ^e	1 ^m ,950
	5 ^e et 6 ^e	1 ^m ,950
	6 ^e et 7 ^e	3 ^m ,100
	extrêmes.....	13 ^m ,100

Roues montées et essieux.

Diamètre des roues..... {	1 ^{re}	1 ^m ,010
	2 ^e	1 ^m ,010
	3 ^e	1 ^m ,800
	4 ^e	1 ^m ,800
	5 ^e	1 ^m ,800
	6 ^e	1 ^m ,800
	7 ^e	1 ^m ,370

Jeu latéral et déplacement des essieux de chaque côté.	}	Bogie.....	Jeu latéral.....	0 ^m ,061
		3 ^e essieu....	Déplacement.....	0 ^m ,001
		4 ^e essieu....	Boudin aminci.....	0 ^m ,021
		5 ^e essieu....	Boudin aminci.....	0 ^m ,021
		6 ^e essieu....	Déplacement.....	0 ^m ,001
		Bissel.....	Jeu latéral.....	0 ^m ,096
Écartement intérieur des bandages.....				1 ^m ,360
Rayon minimum d'inscription en voie de 1 ^m ,450.....				150 ^m ,000

Mouvement.

Nombre des cylindres.....	}	admission.....	2
		détente.....	2
Diamètre des cylindres.....	}	admission.....	0 ^m ,510
		détente.....	0 ^m ,720
Course des pistons.....	}	admission.....	0 ^m ,650
		détente.....	0 ^m ,700
Volume d'une cylindrée.....	}	admission.....	133 ^l
		détente.....	285 ^l
Volume du réservoir intermédiaire.....			491 ^l ,5
Écartement d'axe en axe des cylindres....	}	admission.....	0 ^m ,550
		détente.....	2 ^m ,110
Longueur des bielles motrices.....	}	admission.....	1 ^m ,650
		détente.....	1 ^m ,750
Rayon des manivelles.....	}	admission.....	0 ^m ,325
		détente.....	0 ^m ,350

Distribution.

Type de la distribution.....	}	admission.....	Walschaert
		détente.....	Walschaert
Diamètre des tiroirs.....	}	admission.....	0 ^m ,240
		détente.....	0 ^m ,360
Course maximum des tiroirs.....	}	admission.....	0 ^m ,154
		détente.....	0 ^m ,208
Recouvrement à l'admission.....	}	admission.....	+ 0 ^m ,034
		détente.....	+ 0 ^m ,034
Recouvrement à l'échappement.....	}	admission.....	— 0 ^m ,004
		détente.....	— 0 ^m ,004
Introduction moyenne maximum.....	}	admission.....	75,2%
		détente.....	85,3%

Sections de passage de vapeur.

Largeur des lumières d'admission	}	admission	0 ^m ,040
		détente	0 ^m ,050
Largeur des lumières d'échappement	}	admission	0 ^m ,1475
		détente	0 ^m ,150
Tuyau de prise de vapeur	}	admission	0 ^{m²} ,0201
		détente	0 ^{m²} ,0434
Tuyau d'échappement	}	admission	0 ^{m²} ,0434
		détente	0 ^{m²} ,0531

Poids.

Machine vide		104.690 ^{kg}	
Machine en ordre de marche..	}	1 ^{er} essieu	12.790 ^{kg}
		2 ^e essieu	12.790 ^{kg}
		3 ^e essieu	18.500 ^{kg}
		4 ^e essieu	18.500 ^{kg}
		5 ^e essieu	18.500 ^{kg}
		6 ^e essieu	18.500 ^{kg}
		7 ^e essieu	17.280 ^{kg}
		Total	116.860 ^{kg}
Poids adhérent		74.000 ^{kg}	

