
NOTE

SUR LES

LOCOMOTIVES COMPOUND A 4 CYLINDRES

A CHASSIS ARTICULÉ (Système Mallet),

EMPLOYÉES PAR LA COMPAGNIE DE CHEMINS DE FER DÉPARTEMENTAUX POUR VOIE DE 1^m00. (1).

Par M. FETTU,

INGÉNIEUR DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION DE CETTE COMPAGNIE.

Pour qu'une ligne à voie de un mètre, construite en terrain accidenté, réalise le maximum d'économie dans les frais de premier établissement, elle doit réunir les trois conditions suivantes :

- 1^o Un rail léger, de 18 à 20 kilos le mètre, au plus ;
- 2^o Rampes de 25^m/_m par mètre et au besoin de 30^m/_m ;
- 3^o Courbes descendant jusqu'au rayon de 100 mètres en pleine voie.

Ce dernier point crée une difficulté pour la construction du matériel remorqué; mais on l'a résolue d'une façon suffisante, même pour les véhicules à deux essieux, en augmentant l'inclinaison du rail et la conicité des bandages (la Compagnie de chemins de fer départementaux a adopté 1/18), et en combinant convenablement le surélargissement de la voie en courbes avec le jeu donné aux boîtes à huile entre les branches des plaques de garde. A fortiori, ces dispositions donnent-elles satisfaction avec les voitures à bogie.

Pour la locomotive, au contraire, la question est encore à l'étude. La nécessité de gravir de fortes rampes exigeant des machines pesant en charge 23 tonnes au moins, il est aisé de reconnaître que cette charge ne pourrait

(1) Voir *Revue générale*, N^o de Juin 1889, p. 402 et Pl. XXII, Fig. 6 à 8, la description de la locomotive compound, système Mallet, du même type, employée sur le chemin de fer intérieur de l'Exposition universelle de 1889.

être répartie sur trois essieux seulement, qu'à la condition ou de porter le poids du rail à environ 25 kilos par mètre courant, ou de multiplier le nombre des traverses, c'est-à-dire d'augmenter, en définitive, les dépenses de superstructure.

Et même alors, l'obligation de circuler en courbes de 100 mètres, et, par suite, de rapprocher les essieux entre eux, conduirait probablement à l'emploi de quatre essieux, afin d'obvier à l'instabilité longitudinale résultant d'un porte-à-faux trop considérable.

En tout cas, l'adoption d'un rail de 18 à 20 kilos exige assurément l'emploi de quatre essieux, dont trois au plus peuvent être couplés, si l'on descend jusqu'au rayon de 100 mètres pour les courbes; c'est le type qui avait été admis d'une façon à peu près générale jusqu'à ces derniers temps et qui avait été accepté par la Compagnie de Chemins de fer départementaux: trois essieux couplés et un essieu porteur muni, soit d'un Bissel, soit de boîtes radiales. L'inconvénient de ce système est que l'essieu porteur, n'utilisant pas sa charge pour l'adhérence, constitue un poids mort qui, pour une bonne marche de la machine, doit être de 4 à 5,000 kilos, lesquels augmentent en pure perte le tonnage remorqué.

Dans le but d'éviter cet inconvénient, la Compagnie de chemins de fer départementaux a fait construire en 1888 et mis à l'essai une locomotive compound à quatre cylindres et à châssis articulé du système Mallet, qui a précisément pour objet d'éviter cet inconvénient. Ce sont les résultats obtenus avec cette machine qui font le sujet de cette note.

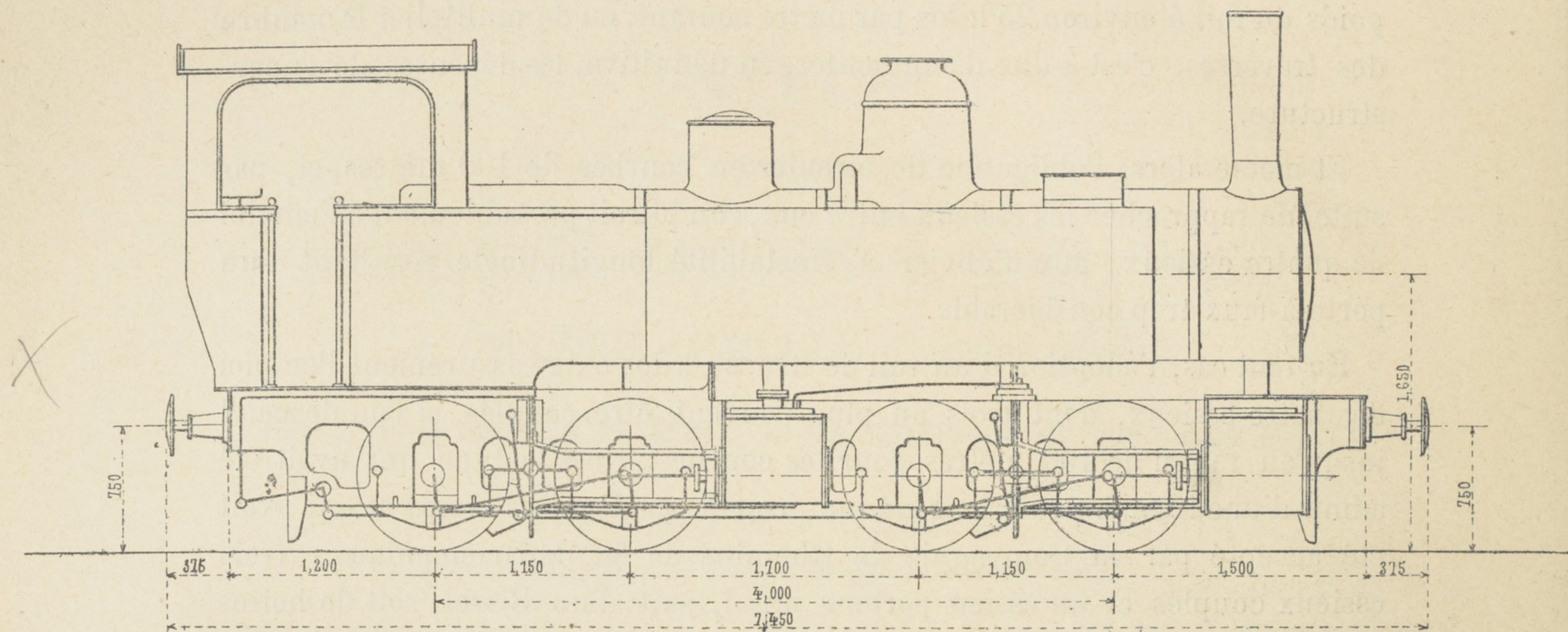
PRINCIPE
DE LA
MACHINE MALLET.

La chaudière est placée sur un châssis articulé reposant sur quatre essieux qui sont couplés par groupes de deux, chaque groupe étant actionné par une paire de cylindres; ces deux paires de cylindres sont disposées en compound, d'une part, pour profiter de l'économie de ce système, de l'autre pour pouvoir n'admettre la vapeur qu'à basse pression dans la paire de cylindres portées par la partie mobile du châssis.

DESCRIPTION
SOMMAIRE
DE LA MACHINE.

Le châssis, dans le sens longitudinal (Fig. 14), est en deux parties qui sont *articulées*, vers le milieu de la longueur totale, au moyen d'une charnière verticale placée sur l'axe transversal de la machine. La chaudière et les soutes sont fixées invariablement au châssis d'arrière, dont le profil antérieur se relève en s'amincissant pour supporter l'avant de la chaudière, et vient reposer par des plaques de glissement sur le châssis d'avant.

Fig. 14. — LOCOMOTIVE COMPOUND DES CHEMINS DE FER DÉPARTEMENTAUX.



Celui-ci forme ainsi un truck pouvant se déplacer sous l'avant de la chaudière et des soutes. Pour obvier à sa trop grande mobilité, on lui a fixé un ressort à pincettes posé sur champ, c'est-à-dire sur l'épaisseur des lames, et placé dans l'axe longitudinal de la machine, en avant de l'articulation. Les deux branches de la pincette viennent s'intercaler entre deux taquets faisant corps avec la partie antérieure du châssis d'arrière. De cette façon, le truck d'avant ne peut se déplacer transversalement sans réagir sur le châssis d'arrière par l'intermédiaire du ressort.

Les cylindres sont extérieurs; les deux à haute pression sont fixés au châssis d'arrière, et les deux de détente au truck d'avant; ces deux paires de cylindres sont réunies par un tuyau formant réservoir et placé dans l'axe du châssis. Ce tuyau se recourbe à son extrémité d'arrière pour entrer dans un joint à axe vertical placé tout près de l'articulation.

Le tuyau d'échappement est en deux parties: l'une est fixe, dans la boîte à fumée; l'autre, réunissant cette partie fixe à la culotte d'échappement des cylindres de détente, doit pouvoir s'incliner et varier légèrement de longueur en raison du déplacement du truck relativement à la boîte à fumée. Dans ce but, cette partie de tuyau est munie à chaque extrémité d'une rotule, et la rotule supérieure glisse dans un joint cylindrique.

Les *mouvements* d'avant et d'arrière sont identiques dans toutes leurs parties; les deux distributions sont *liées invariablement* par un même mécanisme de changement de marche, les deux arbres de relevage étant réunis par une tringle articulée à charnière sur l'extrémité du levier de relevage d'arrière.

Les essieux sont à fusées intérieures.

Les approvisionnements d'eau et de charbon sont placés latéralement à la chaudière, l'eau sur l'avant, le charbon sur l'arrière.

La machine a été construite par la Société alsacienne de constructions mécaniques, à Belfort.

CONDITIONS PRINCIPALES D'ÉTABLISSEMENT.

Diamètre des cylindres	}	d'admission.....	0 ^m 250		
		de détente <i>d</i>	0, 380		
Course des pistons (commune aux cylindres) <i>l</i>			0, 460		
Diamètre des roues, <i>D</i>			0, 900		
Écartement des essieux	}	couplés.	1, 150		
		extrêmes.....	4, 000		
Tubes	}	Diamètre extérieur	0, 045		
		Id. intérieur	0, 041		
		Longueur entre les plaques tubulaires ..	3, 300		
		Nombre	89		
Surface de chauffe	}	du foyer, en mètres carrés..	4, 122		
		des tubes (intérieure)	37, 828		
		totale	41, 950		
Surface de grille.....			0 ^{m2} 755		
Chaudière	}	Diamètre moyen	0 ^m 922		
		Timbre	12 ^{kg}		
		Capacité	eau (100 ^m / _m au-dessus du ciel)	1 ^{m3} 480	
			vapeur.....	0, 870	
		totale.....	2, 350		
Contenance des soutes	}	à eau	2 ^{m3} 900		
		à charbon	1.000 ^{kg}		
Eau dans la chaudière et combustible sur la grille.....			1.500 ^{kg}		
Longueur totale, tampons compris.			7 ^m 450		
Largeur maxima, toutes saillies comprises.....			2, 400		
Hauteur au-dessus du rail	}	des tampons	0, 750		
		totale	3, 200		
Poids	}		à vide.	en charge.	
		sur le groupe des deux essieux d'avant.	10.300 ^{kg}	13.300 ^{kg}	
		d° d° d'arrière	9.000	11.400	
		Total.....	19.300 ^{kg}	24.700 ^{kg}	
Effort de traction	}	<i>p</i> pression dans la chaudière.			
$0,46 \frac{p d^2 l}{D}$		<i>d</i> diamètre du grand cylindre.			
		0,46 coefficient pratique, comprenant la résistance du mécanisme	4.070 ^{kg}		
Adhérence - Coefficient	$\frac{1}{7}$	3.530 ^{kg}		

La vapeur admise aux cylindres d'arrière avec une pression maxima de 12 kilos, s'y détend, passe dans le tuyau réservoir et de là aux cylindres d'avant, où elle se détend de nouveau et d'où elle s'échappe dans l'atmosphère.

Il en résulte qu'aux premiers moments du démarrage, la machine ne pourrait développer toute sa force, puisque, d'une part, la vapeur pénètre d'abord dans les cylindres admetteurs seulement, et que, de l'autre, les premiers coups d'échappement vers les cylindres de détente produisent peu d'effet, étant employés à remplir de vapeur le tuyau-réservoir.

On a remédié à cet inconvénient au moyen d'un robinet spécial destiné à envoyer directement la vapeur de la chaudière aux grands cylindres uniquement au moment du démarrage ; et afin qu'on n'emploie pas ce procédé en marche pour exagérer la pression dans les grands cylindres, on a disposé sur le réservoir une soupape qui limite cette pression à 5 kilos.

La machine étant en ordre de marche, sur palier le groupe des deux essieux d'avant est un peu plus chargé que celui des deux essieux d'arrière, de telle façon qu'en rampe de 25 m/m, où une partie du poids se reporte sur l'arrière par le fait de la gravité, les deux groupes d'avant et d'arrière se trouvent à peu près également chargés.

Dans ces conditions, qui correspondent au maximum d'effet utile à produire et, par conséquent, au dernier cran de marche, le travail de la vapeur dans les cylindres à basse pression doit être égal à celui des cylindres à haute pression.

Soient donc p la pression moyenne dans le petit cylindre, dont v est le volume et p' la pression moyenne dans le grand cylindre de volume v' , on devra avoir :

$$\frac{p'}{p - p'} = \frac{v}{v'}$$

or le rapport $\frac{v}{v'} = 0,428$, d'après les dimensions qui ont été adoptées pour les diamètres des cylindres, et en déduisant le demi-volume des tiges de pistons.

On en conclut $p' = 0,428 [p - p']$

d'où $p' = 0,30 p$,

c'est-à-dire que *la pression moyenne dans les grands cylindres doit être environ 0,30 de la pression moyenne aux petits cylindres.*

Ce cas d'égalité de charge est réalisé dans les machines N^{os} 45 à 48 du même type, construites ultérieurement pour le réseau du Vivarais.

Si la locomotive, étant placée sur la rampe maxima qu'elle doit franchir, a son groupe d'essieux d'avant chargé à environ 10 % de plus que le groupe d'arrière (ce qui est à peu près le cas des machines 42 à 44 employées sur la ligne de Montereau à Château-Landon), la pression moyenne, dans les grands cylindres, devra être augmentée en proportion, pour que $p' = 1,10 \times 0,30 p = 0,33 p$.

Pour produire l'effet utile maximum, le rapport des pressions moyennes *devra donc s'élever à 1/3.*

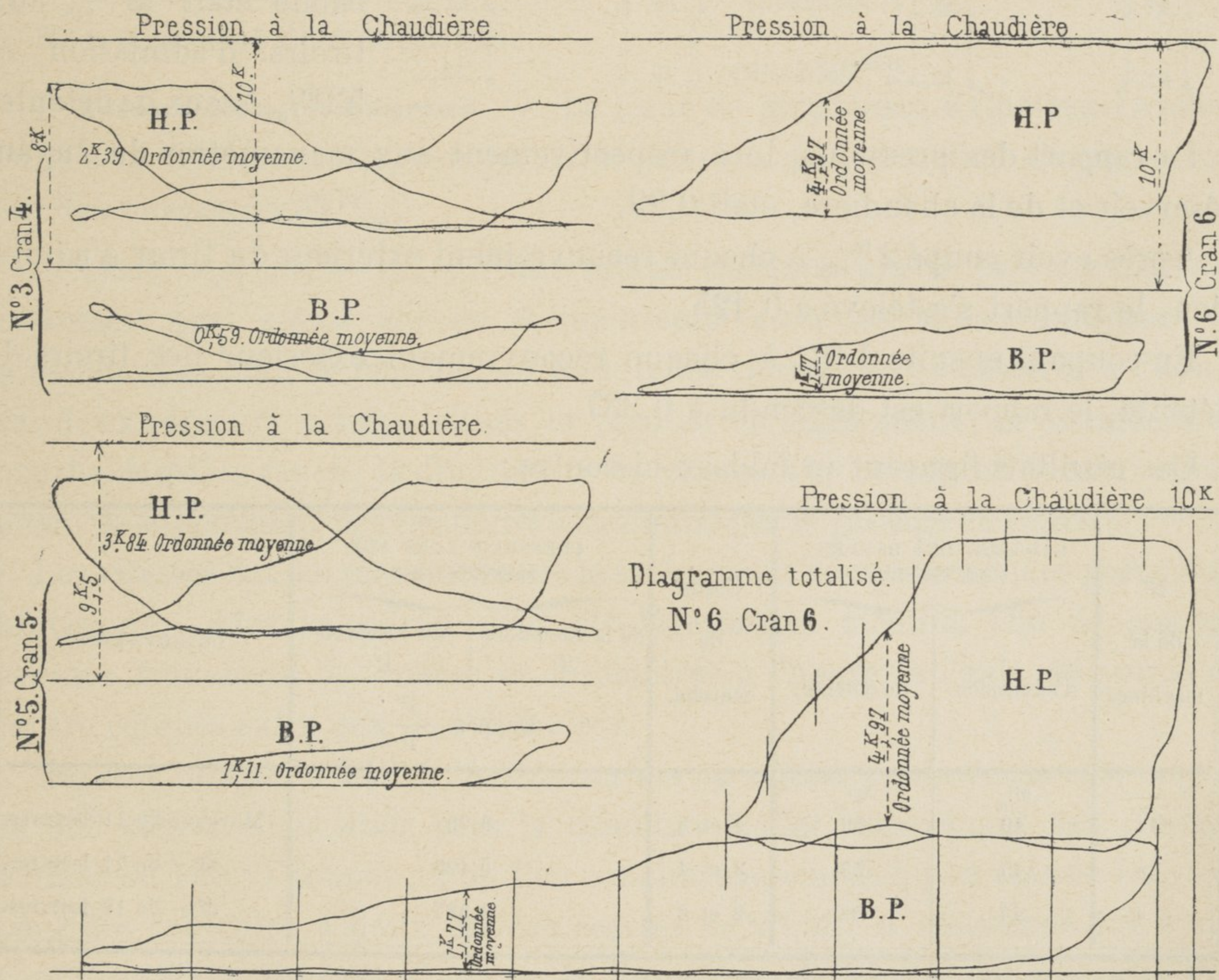
Les diagrammes relevés les 2 et 3 août 1890, sur la machine 44, ont montré que ce résultat est atteint, ainsi que l'indique le Tableau ci-dessous :

MACHINE 44.

N ^{os} des diagrammes.	Crans de marche.	PRESSIONS MOYENNES		Rapport $\frac{p'}{p}$	Moyenne des rapports $\frac{p'}{p}$
		Haute p	Basse p'		
5	5	kg. 3,84	kg. 1,11	0,29	0,33
6	6	4,97	1,77	0,356	
13	6	4,70	1,62	0,345	

Quelques-uns de ces diagrammes sont reproduits ci-contre (1). On voit que

Fig. 15. — DIAGRAMMES RELEVÉS LES 2 ET 3 AOÛT 1890 SUR LA MACHINE N^o 44.

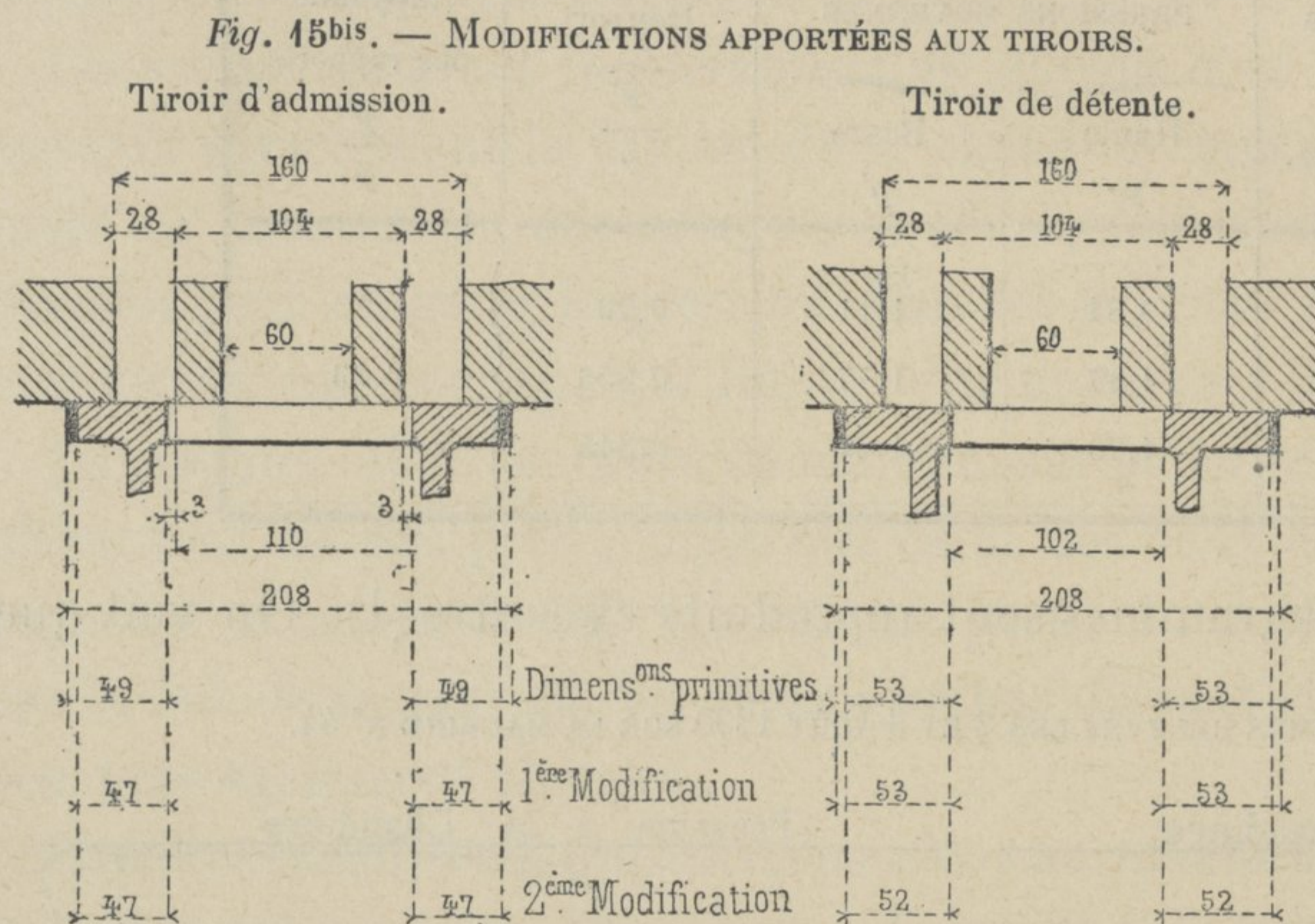


le défaut ordinaire des machines compound, la compression exagérée au petit

(1) Ces diagrammes ont été relevés, en présence de M. Mallet, avec les appareils du chemin de fer du Nord, par M. Pulin, Ingénieur, Inspecteur principal de l'atelier central de la Compagnie du Nord.

cylindre, est complètement évité. Il a suffi pour cela de donner à *chaque* bord intérieur des tiroirs d'admission non pas un recouvrement, mais, au contraire, *un découvert* de 3 m/m.

Il est de plus extrêmement facile, sur une machine d'un type donné, de



produire à volonté pour les pressions le rapport convenable ; on n'a qu'à modifier *très légèrement* les recouvrements extérieurs des tiroirs d'admission et de détente.

Ainsi, dans la première machine N° 42, la largeur de chaque bande était 49 m/m aux tiroirs d'admission et 53 m/m à ceux de détente.

Le rapport des pressions, lues respectivement aux manomètres du tuyau-réservoir et de la chaudière, était 0,29.

Après avoir coupé 2 m/m à chaque recouvrement extérieur du tiroir d'admission, le rapport s'est élevé à 0,425.

En coupant ensuite 1 m/m à chaque recouvrement extérieur des tiroirs de détente, le rapport est descendu à 0,337.

Ces résultats figurent au tableau ci-contre :

N° de la machine.	LARGEUR DES BANDES DES TIROIRS		Crans de marche.	PRESSIONS LUES AUX MANOMÈTRES		OBSERVATIONS.
	d'admission.	de détente.		de la chaudière P	du réservoir P'	
				Rapport $\frac{P'}{P}$		
42	m/m 49	m/m 53	4 et 5	0,29		Moyenne de 11 lectures.
»	47	53	3 et 4	0,425		d° de 11 lectures.
»	47	52	2 et 6	0,337		d° de 19 lectures.

En réalité, ce que l'on cherche, c'est un rapport déterminé entre les pressions, non pas dans la chaudière et le réservoir, mais dans les cylindres $[p, p']$; mais il est clair que la variation dans le réservoir correspond à une variation dans le grand cylindre, et cet exemple montre qu'il est facile de l'obtenir.

ESSAIS. Les essais ont consisté à comparer en service courant cette locomotive,

pesant 19^t,3 à vide et 24^t,7 en charge, ayant 42 mètres carrés de surface de chauffe, avec une machine ordinaire à 3 essieux couplés avec un essieu radial à l'arrière (que nous appellerons, pour abrégé, machine 16), laquelle pèse 16 tonnes à vide et 21^t,2 en charge, dont 16^t,5 de poids adhérent, et qui possède une excellente chaudière de 39 mètres carrés, vaporisant plus de 8 kilos d'eau par kilogramme de bon combustible.

Les combustibles employés étaient *les mêmes* pour les deux machines ; d'abord des briquettes, puis, dans les derniers essais, uniquement des « fines » criblées sur barreaux écartés de 55 m/m et provenant du charbonnage de Monceau-Fontaine : c'est un bon charbon demi-gras ayant donné, en moyenne, à l'analyse, 17 % de matières volatiles avec 8 % de cendres.

Tous les essais ont été faits pour les deux machines par le même chef mécanicien. Ils avaient pour but de constater :

- 1^o La facilité de circulation en courbes de faible rayon ;
- 2^o La puissance de traction ;
- 3^o L'économie de combustible.

1^o **Circulation en courbes.** — La ligne de Montereau à Château-Landon, où se sont faits les essais, comporte des courbes de 100 mètres en pleine voie sur des rampes de 25 m/m.

Méthode employée. — Si, sur une rampe continue gravie par une machine marchant *sans vitesse acquise* et maintenue *dans les mêmes conditions* de pression et de cran de marche, on mesure les vitesses en kilomètres à l'heure sur deux parcours *voisins*, situés le premier en alignement, le deuxième en courbe de faible rayon, la diminution de vitesse sur ce second parcours indiquera le supplément de résistance occasionné par le passage en courbe.

Les vitesses ont été mesurées avec le tachymètre compte-secondes portatif de M. Garnier, dont le cadran avait été légèrement modifié, afin de pouvoir estimer facilement la vitesse en kilomètres à l'heure, à l'aide de points de repère espacés entre eux de 100 mètres.

Sur une rampe de 24 m/m, *la diminution de vitesse produite par une courbe de 300 mètres a été nulle* pour la machine Mallet remorquant des charges variant de 19 à 81 tonnes ; d'où l'on conclut également qu'en voie de 1 mètre, pour des véhicules à deux essieux écartés de 2^m,50, la résistance due à une courbe de 300 mètres est, sinon nulle, du moins négligeable par rapport à une rampe de 24 m/m.

Pour la machine 16, remorquant des charges de 30 à 75 tonnes, *la diminution de vitesse a été d'environ 5 %* ; et, d'après ce qu'on vient de dire, elle est donc due uniquement à la résistance en courbe de la machine.

Ces essais sont consignés au tableau ci-contre.

VITESSES EN RAMPE DE 24 MILLIMÈTRES.

CHARGES REMORQUÉES	t. 19,3	t. 30	t. 51	t. 61,5	t. 67	t. 67,3	t. 75,4	t. 71	
Alignement.	kilom. 30	kilom. »	kilom. 25,8	kilom. »	kilom. 20	kilom. »	kilom. »	kilom. 17,1	Machine Mallet.
Courbe de 300 ^m	30	»	25,8	»	20	»	»	17,1	
Alignement.....	»	25,8	»	25,8	»	24,»	17,1	»	Machine 16 tonnes.
Courbe de 300 ^m	»	24	»	25,»	»	22,4	16,4	»	
Diminution pour cent..	»	7 ‰	»	3 ‰	»	6,5 ‰	4 ‰	»	Diminution moyenne de vitesse 5 ‰.

2° **Puissance de traction.** — En rampe de 25^m/m et courbe de 100 mètres, le maximum des charges remorquées pratiquement a été de 75 tonnes pour la machine 16, et 105 tonnes pour la machine Mallet ; cette dernière a pu traîner jusqu'à 114 tonnes 7, mais exceptionnellement et en employant à un certain moment l'admission directe de vapeur aux grands cylindres.

Sur la ligne de Montereau à Château-Landon, à l'époque du transport des betteraves, les charges courantes de ces deux types de machines sont respectivement réglées à 70 et 100 tonnes ; c'est-à-dire que la machine Mallet, bien que pesant, en pleine charge, 1/6 seulement de plus que la machine 16, *traîne environ une fois et demie plus.*

Ce résultat pouvait se pressentir, puisque d'abord, au lieu de trois essieux adhérents, la machine Mallet en a quatre, soit 1/3 en plus ; qu'ensuite, elle n'a point d'essieu porteur à remorquer, et qu'elle offre moins de résistance en courbes, par suite du moindre empatement de ses essieux couplés (1).

(1) Depuis ces essais, la puissance maxima de cette machine a pu être constatée de nouveau sur la ligne de La Voûte-sur-Loire à Yssingeaux ouverte en Novembre 1890, qui comporte une *rampe continue* de près de 8 kilomètres de longueur, sans aucun palier.

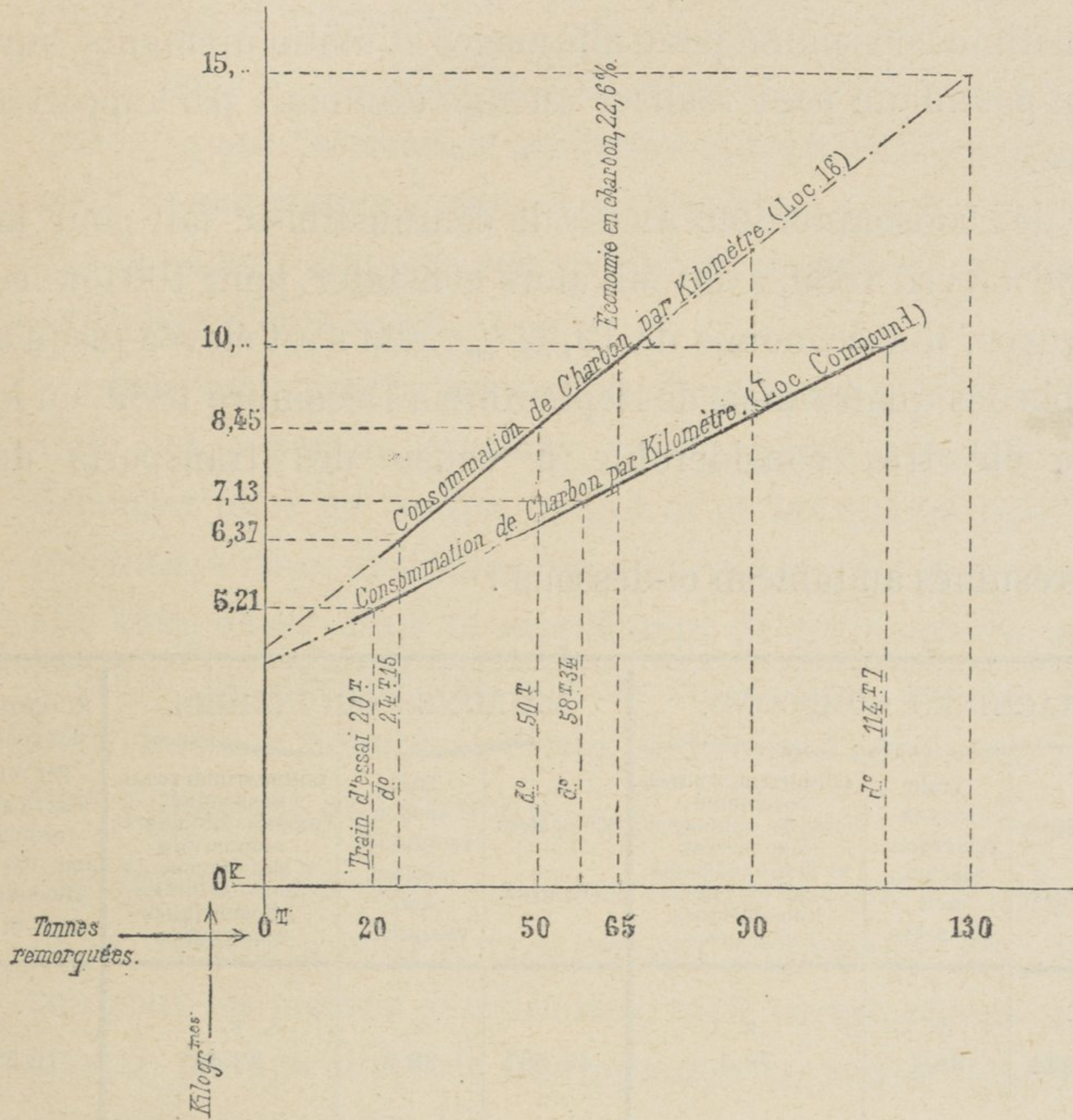
Cette rampe se décompose en :	Rampe continue de 30 ^m /m.....	3000 mètres.
	d° d°	2850 —
	d° d°	666 —
	d° de 27 ^m /m.....	250 —
	d° 24 ^m /m.....	348 —
	d° 22 ^m /m.....	550 —
	d° 6 ^m /m.....	250 —

Longueur totale de la rampe continue..... 7914 mètres.

Sur cette rampe, par temps et rail secs, le 19 Février 1891, la machine a remorqué 65 tonnes, 7 à 15 kilomètres à l'heure, la pression de la chaudière se maintenant entre 11 et 12 kilos, la marche étant au cran 5 1/2. L'alimentation était continue et le vacuomètre du frein à vide automatique indiquait un vide constant de 0^m50. Ce dernier point est intéressant à noter, la dépense de vapeur nécessitée de ce chef ne pouvant être négligée.

3^o Économie de combustible en parcours d'essais. — On a noté la

Fig. 16. — DIAGRAMME INDIQUANT LA CONSOMMATION DE CHARBON.



consommation kilométrique de combustible de chaque type de machine pour deux trains d'une vingtaine de tonnes et pour deux trains d'une cinquantaine de tonnes; il a été fait en plus, avec la compound, un train maximum de 114 tonnes 7.

Ces consommations sont figurées au graphique ci-contre, qui montre que l'économie de combustible croît avec la charge re-

morquée; pour une charge de 65 tonnes, elle ressort à 22,6 % par rapport à la machine 16.

Economie de combustible en service courant. — On a relevé, pour la ligne de Montereau à Château-Landon, le total du combustible (compris celui pour allumages, manœuvres et stationnements) consommé, d'une part, par les trois compound N^{os} 42 à 44, de l'autre par quatre machines ordinaires du type 16, depuis Octobre 1888 jusqu'à Mai 1891.

Ce total a été, pour les compound, de 1.088.128 kg. pour 162.346 km. et 6.472.646 tonnes kilométriques remorquées, soit pour 100 tonnes kilométriques remorquées. 16^{kg.},8
 et pour les machines ordinaires, 935,779 kg. pour 138,518 km. et 4.786.265 tonnes kilométriques remorquées, soit pour 100 tonnes kilométriques remorquées. 19^{kg.},550
 d'où pour les compound, par rapport aux machines ordinaires, une économie de $\frac{19,550 - 16,800}{19,550} = 14,05 \%$ depuis Octobre 1888 jusqu'à Mai 1891.

Il convient de remarquer que cette économie *commerciale* d'exploitation est en réalité *inférieure à celle* qui résulte du fonctionnement de la machine Mallet en cours de route, puisque l'on a porté en dépenses aux deux systèmes de machines le combustible consommé pour allumages et stationnements, sur lequel la machine compound ne peut réaliser aucune économie par rapport à une machine ordinaire.

Un premier relevé des consommations *totales* de combustibles, fait pour la période d'Octobre 1888 à Avril 1889, avait fait alors constater, pour 100 tonnes kilométriques remorquées, une économie de 19,92 % ; elle s'est élevée jusqu'à 21,6 % pour l'ensemble des quatre mois de Septembre à Décembre 1889, où le tonnage remorqué a été très considérable à cause des transports de betteraves.

Ces résultats sont résumés au tableau ci-dessous :

	MACHINES COMPOUND.			MACHINES ORDINAIRES.			ECONOMIE % des compound par rapport aux machines ordinaires pour 100 tonnes kilométriques remorquées.
	Kilomètres parcourus.	Train moyen remorqué, machine non comprise.	COMBUSTIBLE TOTAL consommé, compris allumages, manœuvres et stationnements pour 100 tonnes kilométriques remorquées.	Kilomètres parcourus.	Train moyen remorqué, machine non comprise.	COMBUSTIBLE TOTAL consommé, compris allumages, manœuvres et stationnements pour 100 tonnes kilométriques remorquées.	
Octobre 1888 à avril 1889..	22.222	T. 38,4	K. 18,0	42.587	T. 33,2	K. 22,48	19,92 %
Septembre à décembre 1889.	15.736	51,4	13,4	34.888	36,8	17,1	21,6 %
TOTAL d'octobre 1888 à mai 1891.....	162 346	T. 39,9	K. 16,8	138.518	T. 34,5	K. 19,550	14,05 %

Cette économie de 14,05 % entraîne pareille diminution dans la dépense d'eau d'alimentation ; de plus, cette machine, qui peut enlever 700 tonnes en sept trains, tandis que la machine-type 16 en exige dix, permet une réduction de personnel.

Dépenses de graissage. — D'Octobre 1888 à Mai 1891, la consommation totale de graissage a été, pour les compound, de 3.933 kg. pour 162,346 km., soit, par kilomètre, 0 kg. 0242, et pour les machines ordinaires, de 3.375 kg. pour 138.518 km., soit, par kilomètre, 0 kg. 0243, c'est-à-dire *égale à celle des compound.*

Rapportée aux 100 tonnes kilométriques, la consommation est de 0 kg. 0705 pour les machines ordinaires et seulement de 0 kg. 0607 pour les compound, qui ont pu remorquer un train moyen plus fort.

Ce résultat assez inattendu mérite une explication. Le graissage d'une locomotive s'applique à trois parties distinctes : les essieux, le mouvement, les tiroirs et cylindres.

Or, pour la machine Mallet, comparée à une machine ordinaire ayant également quatre essieux, le graissage n'augmente pas pour les essieux ; il double pour le mouvement, *mais il ne double pas pour les tiroirs et cylindres*, attendu que la vapeur arrivant aux cylindres de détente a déjà été graissée dans les cylindres d'admission.

Et si l'on a pris la précaution d'appliquer à ces tiroirs et cylindres d'admission des appareils *continus* qui graissent économiquement, on arrive à dépenser pour les quatre cylindres et les quatre tiroirs *moins* que pour une machine à deux cylindres *qui n'aurait que des graisseurs ordinaires* à boules, et à compenser ainsi le supplément de graissage dû au double mouvement. C'est ce qui s'est produit sur ces compound, qui ont sur les quatre cylindres le graisseur « Schober » et sur les tiroirs d'admission le graisseur à condensation « Schober et Lalance ».

Dépenses d'entretien. — L'entretien, comparé à celui d'une machine ordinaire, doublera pour le mouvement proprement dit ; il ne doublera peut-être pas pour les pistons et cylindres, mais certainement pas pour les tiroirs, dont chaque groupe supporte une pression moyenne notablement moindre que les tiroirs de la machine 16.

Le timbre à 12 kilos, au lieu de 10, exige assurément une chaudière plus lourde, c'est-à-dire plus chère ; mais l'entretien ne paraît pas devoir en être plus coûteux.

Pour les roues, l'usure des huit coussinets sera la même ; et quant à celle des boudins des bandages d'avant, elle est non pas supprimée, mais atténuée par ce fait *essentiel* que les deux *mécanismes étant identiques*, on peut, après quelques mois de roulement, changer entre eux le groupe des essieux d'avant et celui d'arrière. Si, de plus, on faisait circuler la machine alternativement cheminée en avant et en arrière (ce qui est très possible, puisque l'on a en réalité la réunion de deux machines distinctes), il n'y aurait plus d'usure excessive spéciale aux boudins d'avant, puisqu'elle se répartirait successivement sur les bandages des quatre essieux.

La majoration dans le prix total d'entretien ne pourra être *exactement* connue qu'après un plus long temps de service ; mais, d'après ce qui précède, il ne semble pas qu'elle puisse s'élever à 15 %.

Or, sur le réseau de la Compagnie de chemins de fer départementaux, en

1889, la dépense pour combustible a été en moyenne 3,7 fois plus forte que le prix total d'entretien des machines ; et pour 1890, vu la hausse des charbons, ce coefficient a dû atteindre au moins 4.

L'économie de 14 %, constatée sur le combustible, équivaut donc à environ $14 \times 4 = 56$ % du prix total d'entretien des machines, chiffre qui laisse une grande marge pour le supplément d'entretien des compound.

RÉSUMÉ.

En résumé, le système articulé des machines Mallet nous paraît, après un service de trois ans, avoir complètement résolu le programme imposé aux locomotives à voie étroite :

« Sur un rail d'un poids donné, remorquer *économiquement* la plus grande charge possible, en fortes rampes combinées avec des courbes de faible rayon. »

La Compagnie de chemins de fer départementaux a, aujourd'hui, neuf de ces machines en service. De plus, dès le mois de juillet 1890, elle s'est préoccupée de l'établissement d'une machine du même type, mais plus puissante et appropriée au rail de 22 kg. de ses chemins de fer corses.

En raison des conditions spéciales où se trouve ce réseau, le projet a été soumis au Ministère des Travaux Publics qui l'a approuvé, après avis favorable du Contrôle, du Comité d'Exploitation Technique des chemins de fer et du Conseil général des Ponts et Chaussées.

Cette machine pèsera 33 tonnes environ en charge (ce qui permet de l'employer même sur un rail de 20 kg). Son poids à vide sera de 26 tonnes et les diamètres des cylindres sont 0^m,280 et 0^m,425 avec une course commune de 0^m,500.

Les résultats constatés sur la machine de 25 tonnes font espérer que cette compound « Corse » de 33 tonnes pourra remorquer environ 100 tonnes sur rampes de 30 ^m/_m et en courbes de 100^m.

La construction de cette nouvelle machine a été également confiée à la Société alsacienne de constructions mécaniques à Belfort.
