

---

LES  
NOUVELLES LOCOMOTIVES 51-65

DU CHEMIN DE FER DE LA PETITE CEINTURE DE PARIS

Par M. J. KOECHLIN,

INGÉNIEUR DES ATELIERS DE MACHINES. CHARGÉ DES ÉTUDES A LA COMPAGNIE DU NORD.

---

(Pl. X à XIII).

---

En avril 1901, le Syndicat des lignes de Ceinture de Paris a confié à la Compagnie du Chemin de fer du Nord, l'étude et la construction de 15 locomotives destinées spécialement à assurer le service accéléré des trains de voyageurs de la petite Ceinture, projeté pour l'année 1903.

La note que nous présentons aux lecteurs de la *Revue Générale* a pour objet non seulement de décrire ces nouvelles locomotives, mais d'indiquer aussi comment elles ont été étudiées et quels ont été les résultats obtenus.

Mise à l'étude sous la haute direction de M. du Bousquet, Ingénieur en Chef du Matériel et de la Traction, qui en a inspiré tous les détails, la première de ces locomotives est sortie des ateliers de la Compagnie du Nord dès le mois de Juin 1902. La dernière a été livrée en Janvier 1903 et le service en vue duquel ces locomotives ont été créées a pu être mis en vigueur le 1<sup>er</sup> avril suivant.

Les données d'exploitation nous ont été fournies par M. Robaglia, Ingénieur en Chef des services des Chemins de fer de la Ceinture. On les trouvera résumées brièvement ci-après ; nous y ajoutons quelques indications de nature à bien fixer le lecteur sur les éléments dont on devait tenir compte dans l'étude.

DONNÉES D'EXPLOITATION.

**Charge normale à remorquer.** — Trains de voyageurs composés de 8 voitures, (matériel de la Ceinture) savoir : 2 fourgons, 5 voitures de 2<sup>e</sup> classe à 72 places, 1 voiture de 1<sup>re</sup> classe à 40 places.

**Poids du train.**

2 fourgons à 8 tonnes..	16 tonnes.
5 voitures de 2 <sup>e</sup> classe à 13 t. 500.....	67 t. 500
1 voiture de 1 <sup>re</sup> classe..	14 t. 500
Le train offre 570 places, tant assises que debout à 70 kg. par voyageur.....	
	39 t. 900
Total de la charge à remorquer.....	
	137 t. 900

**Temps de parcours.** — Courcelles-Courcelles, c'est-à-dire le tour de Paris, à effectuer en une heure 5 minutes, se décomposant en : temps de marche, 50 minutes, temps pour arrêts dans les gares, 15 minutes.

Le trajet mesuré par la voie extérieure 31 kil. 500. Le temps alloué donne donc une vitesse moyenne de 27 kilomètres, arrêts compris. Le trajet comprend 29 stations. La distance entre les stations varie de 500 à 1.760 mètres.

**Ligne.** — Le profil de la ligne (Fig. 1), comprend des déclivités de 10 et de 15 millimètres par mètre. Le raccordement de la ligne de Ceinture avec la gare du Nord présente même une rampe de 20<sup>m</sup>/m par mètre. Les courbes minima de la ligne ont un rayon de 150 mètres. Le tracé présente plusieurs souterrains où l'adhérence est mauvaise.

**Dispositions générales.** — En ce qui touche les dispositions générales et de détails à adopter en vue d'établir une locomotive économique de construction, d'entretien facile et assurant le service indiqué

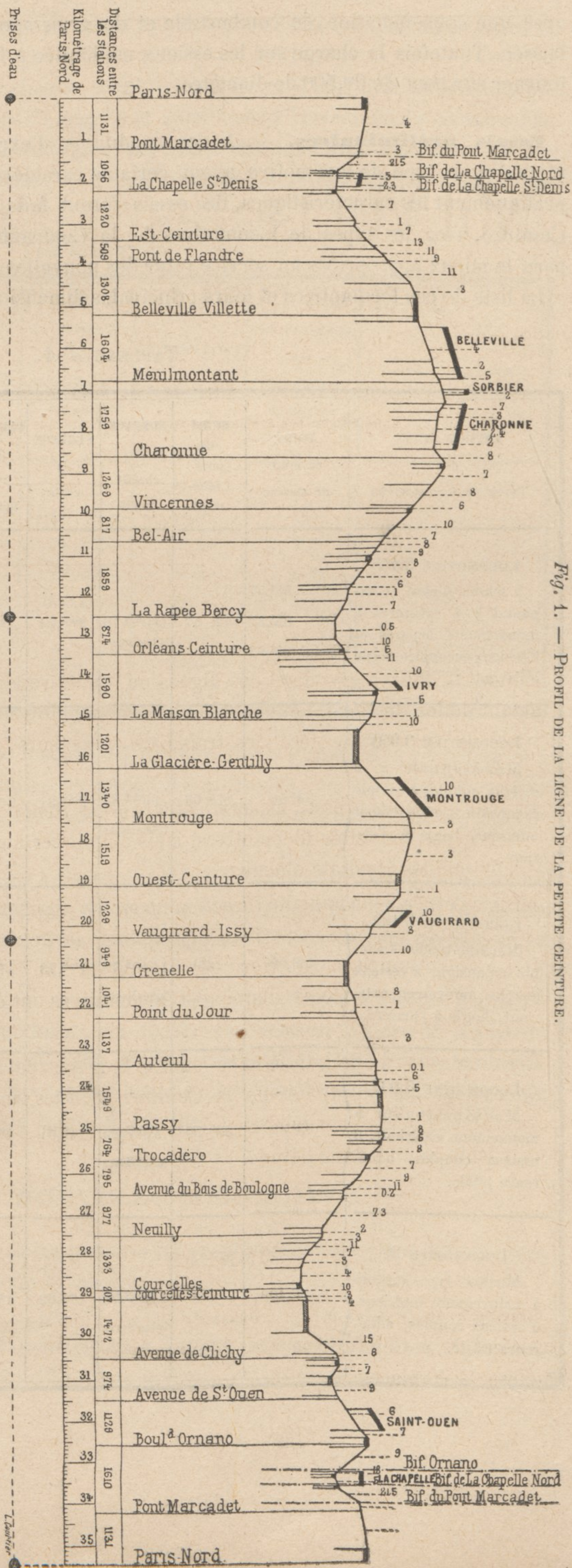


Fig. 1. — PROFIL DE LA LIGNE DE LA PETITE CEINTURE.

avec une consommation de combustible et de graissage minima, toute latitude nous a été laissée. Toutefois la charge sur les essieux est limitée à 16 t., 500 et la machine doit pouvoir tourner sur pont de 9<sup>m</sup>,500 de diamètre.

**Essais préliminaires.** — A ces conditions d'exploitation très particulières, devait répondre un type de locomotive ayant certains caractères bien définis. Afin d'en déterminer pratiquement les caractéristiques, des essais furent faits en avril 1901, sur la ligne même de Ceinture, avec les types de locomotives de la Compagnie du Nord qui, de prime abord ont paru le mieux appropriées au service futur des nouvelles locomotives de Ceinture.

La liste de ces locomotives et leurs principales dimensions sont données par le Tableau N° 1.

TABLEAU N° 1.

DÉSIGNATION des TYPES DE LOCOMOTIVES	POIDS en ordre de marche	POIDS utile pour l'adhé- rence	SURFACE de chauffe totale	SURFACE de grille	DIAMÈTRE des roues motrices	DIAMÈTRE des cylindres	COURSE des pistons	EFFORTS théoriques de traction	TIMBRE de la chaudière
LOCOMOTIVE 3.155 à tender séparé, com- pound à 4 cylindres à mouvements séparés et 3 essieux accouplés, bogie à l'avant.	M <sup>ne</sup> 58 <sup>t</sup> ,57 Ter 35 <sup>t</sup> ,37 Total 93 <sup>t</sup> ,92	42 <sup>t</sup> ,47	180 <sup>m</sup> 2,70 tubes Serve	2 <sup>m</sup> 2,34	1 <sup>m</sup> ,750	HP 0 <sup>m</sup> ,350 BP 0 <sup>m</sup> ,550	0 <sup>m</sup> ,640	10322kg	15kg
LOCOMOTIVE 3.049 Machine-tender à 3 essieux couplés à simple expansion mouvement intérieur, bogie à l'ar- rière.	54 <sup>t</sup> ,60	35 <sup>t</sup> ,05	90 <sup>m</sup> 2,87 tubes lisses	2 <sup>m</sup> 2,31	1 <sup>m</sup> ,664	0 <sup>m</sup> ,450	0 <sup>m</sup> ,610	8537kg	11kg,5
LOCOMOTIVE 3.102 Machine-tender à sim- ple expansion, 3 essieux couplés, mouvement exté- rieur, bogie à l'arrière.	59 <sup>t</sup> ,90	45 <sup>t</sup>	114 <sup>m</sup> 2,70 tubes lisses	1 <sup>m</sup> 2,73	1 <sup>m</sup> ,455	0 <sup>m</sup> ,500	0 <sup>m</sup> ,620	10652kg	14kg
LOCOMOTIVE 3.007 Machine-tender à mouvement extérieur, 3 essieux couplés, adhé- rence totale.	39 <sup>t</sup> ,30	33 <sup>t</sup> ,50	88 <sup>m</sup> 2,22 tubes lisses	1 <sup>m</sup> 2,61	1 <sup>m</sup> ,439	0 <sup>m</sup> ,400	0 <sup>m</sup> ,600	6671kg	10kg
LOCOMOTIVE 29 Machiné type Ceinture à mouvement intérieur, 3 essieux couplés, adhé- rence totale.	44 <sup>t</sup> ,400	38 <sup>t</sup>	113 <sup>m</sup> 2,78 tubes Serve	1 <sup>m</sup> 2,62	1 <sup>m</sup> ,439	0 <sup>m</sup> ,430	0 <sup>m</sup> ,600	9188kg	12kg

Chacune d'elles a été accompagnée par le wagon dynamomètre de la Compagnie du Nord et a remorqué plusieurs trains.

On a cherché à obtenir au cours de chaque trajet le maximum d'effet utile de la machine, en vue de réaliser le minimum de temps de marche et sans viser à l'économie du combustible.

La tableau N° 2, donne pour les meilleurs parcours obtenus avec chaque type de machine, le tonnage du train, la consommation kilométrique et l'eau vaporisée par kilogramme de charbon.

TABLEAU N° 2.

DÉSIGNATION DES MACHINES	TONNAGE total du train machine comprise à 1/2 approvisionnement d'eau et de combustible	TEMPS de marche Courcelles C <sup>re</sup> à Courcelles C <sup>re</sup>	CONSOMMATION par kilomètre	EAU VAPORISÉE par kilogramme de charbon	OBSERVATIONS
Locomotive compound 3155... .	172 tonnes	46', 42"	17,9	8 <sup>1</sup> ,1	} La forte consommation de la machine 29 est due surtout à la violence du tirage.
» » 3049.....	172 »	55', 07"	20,6	7 <sup>1</sup> ,5	
» » 3007.....	158 »	57', 44"	22,2	6 <sup>1</sup> ,73	
» » 3102.....	193 »	58', 51"	21	6 <sup>1</sup> ,8	
» » 29.....	163 »	54'	27,5	5 <sup>1</sup> ,5	

Ces essais ont montré que seules, les machines à grandes roues à chaudière puissante et à forte adhérence étaient aptes à répondre au programme. Seules, en effet, la locomotive compound 3155, et la machine 3049 sont arrivées à assurer le service intensif imposé, dans de bonnes conditions pratiques.

Les consommations des machines mises à l'essai ont été très élevées, ainsi que l'indiquent les chiffres des tableaux. Nous les donnons, non pas comme consommation courante, car ils ont été obtenus en forçant l'allure des locomotives, mais uniquement à titre de comparaison entre les diverses machines.

Toutefois, en présence de l'élévation de la consommation kilométrique à prévoir d'ailleurs sur un parcours coupé d'arrêts aussi nombreux, on décida de desserrer un peu le temps de marche, et de gagner sur les stationnements, afin que le temps total employé à faire le tour de Paris reste égal à celui que l'on avait prévu dans l'avant-projet. Les horaires actuels ont été, comme nous le verrons plus loin, tracés d'après ce principe.

#### PROJET DE LA NOUVELLE LOCOMOTIVE.

Des observations recueillies au cours de ces essais et du programme imposé ont été dégagées les grandes lignes du projet de la nouvelle locomotive.

Les voici résumées :

Machine-tender à trois essieux couplés avec bogie à l'avant, la charge sur les trois essieux couplés portée au maximum autorisé, soit 16 t. 5 par essieu.

**Approvisionnements.** — Approvisionnements de charbon: 3.000 kg.

Capacité de caisses à eau : 5 mètres cubes devant permettre de faire le trajet de Courcelles-Courcelles sans ravitaillement en cours de route.

Roues motrices au diamètre de 1<sup>m</sup>,600.

Effort de traction de 10.000 kg.

Adoption du système compound qui, dans les essais préalables, a donné les meilleurs résultats. Il permet en effet d'obtenir, sans les inconvénients que présenteraient des cylindres à simple expansion de grand diamètre, un très grand effort de traction en même temps qu'une bonne détente utilisant bien la vapeur, même sous le régime d'admission sur toute la course qu'imposent des démarrages constamment renouvelés. La détente était d'ailleurs ici indispensable au bon rendement du foyer. Elle permet d'éviter les entraînements de combustible vers la boîte à fumée, au moment des démarrages, et la projection d'escarbilles par la cheminée, qui avaient été si préjudiciables à certaines des machines mises à l'essai.

Emploi d'une chaudière de dimensions moyennes à grande grille et à timbre élevé.

Les proportions de la chaudière de la locomotive 3049, citée plus haut ont été adoptées ; toutefois le timbre de la chaudière a été porté à 16 kg.

Tout en bénéficiant de l'emploi de la vapeur à haute pression, ce chiffre permet d'obtenir, avec des cylindres de moyenne dimension et sans admission directe aux cylindres basse pression, un effort de démarrage initial élevé.

Emploi de tubes Serve, plus désignés que les tubes lisses, dans le cas d'une locomotive marchant avec une grande activité de combustion sur la grille.

Freinage énergique de la locomotive avec sabots, appliqués à toutes les roues, y compris le bogie.

Réduction au strict minimum du poids non utilisé pour la stabilité du bogie, car il importait d'autant plus ici de réduire la masse de la locomotive, que la force vive emmagasinée à chaque démarrage doit être, immédiatement après, détruite par un freinage d'arrêt.

Cette observation confirme le choix d'une chaudière relativement légère. D'ailleurs, dans le service de Ceinture, la marche est coupée de fréquents parcours à régulateur fermé, précédant le point d'arrêt. L'emploi du souffleur, obligatoire à ce moment pour éviter la production de fumée permet de remonter au timbre rapidement, même si la pression a légèrement baissé au démarrage. Il était dès lors naturel de profiter de ces circonstances, pour ne pas forcer les dimensions de la chaudière.

Le principe compound adopté, il y avait lieu d'examiner si la locomotive serait à deux ou à quatre cylindres, à deux ou à quatre mécanismes. Le compoundage à deux cylindres avait l'inconvénient de donner au démarrage des efforts qu'il eût été difficile de rendre égaux sur les deux mécanismes H. P. et B. P. ; or le régime de démarrage est presque constant pour les trains de ceinture.

Le type à quatre cylindres s'imposait donc. Mais, eu égard aux conditions du service de la machine, celle-ci devait être construite de façon à faciliter la visite rapide du mécanisme ; un mécanisme intérieur était donc à éviter. D'ailleurs, celui-ci eût constitué un poids additionnel qu'il importait d'éviter, pour les raisons indiquées plus haut. On s'est donc arrêté à deux mécanismes extérieurs commandés chacun par deux cylindres en tandem, un H. P. et un B. P., clavetés sur la même tige, avec un mouvement unique, commandant la distribution des deux cylindres conjugués.

L'emploi de quatre cylindres implique il est vrai, une augmentation de poids (2.600 kg.

environ) sur une locomotive à deux cylindres à simple expansion. Mais l'utilité du compoundage justifiait amplement ce supplément de poids, réduit d'ailleurs au minimum comme nous venons de le faire ressortir. Toutefois, deux dispositions étaient à prendre pour laisser à la nouvelle machine toutes les qualités qui caractérisent les locomotives à quatre mécanismes, et à distribution séparée employées par la Compagnie du Nord depuis 1891. Il fallait donner au réservoir intermédiaire une valeur suffisante pour que la pression y restât constante et que le fonctionnement fût à proprement parler un fonctionnement compound à réservoir et non Woolf, avec détente par transvasement. A cet effet, les boîtes à vapeur basse pression, droite et gauche, ont été mises en communication par une conduite spéciale et leur capacité largement calculée. D'autre part il était nécessaire de trouver un moyen de réaliser une différence d'admission suffisante entre les distributions H. P. et B. P. pour amener au taux convenable la pression au réservoir intermédiaire. Cette différence d'admission, que la pratique a consacrée pour les locomotives compound ordinaires à tiroir plan, est obtenue généralement par la disjonction des deux mécanismes de distribution H. P. et B. P. qui permet de donner aux cylindres B. P. un excès d'admission qui doit pouvoir atteindre au moins 20 % par rapport à l'admission des cylindres H. P. Mais comme dans la nouvelle locomotive on s'est imposé de conduire les deux tiroirs par la même tige, il a fallu recourir à un moyen spécial pour réaliser cette grande différence. La description en sera donnée plus loin.

Enfin, et toujours dans le but d'alléger la machine, les tabliers, rampes, traverses, ont en principe, été réduits à leurs dimensions les plus justes.

### DESCRIPTION DE LA MACHINE.

**Ensemble de la machine** (planches X et XI). — Les planches X et XI donnent l'ensemble de la machine établie sur ces données.

En voici les dimensions principales :

<b>CHAUDIÈRES :</b>		<b>ESSIEUX :</b>			
Timbre de la chaudière.....	46 k.	Nombre d'essieux accouplés.....	3		
Capacité totale.....	5 <sup>m</sup> 3,856	Nombre d'essieux indépendants...	2		
Volume d'eau avec 0 <sup>m</sup> ,10 au dessus du ciel.....	3 <sup>m</sup> 3,625	<b>ROUES :</b>			
Volume de la vapeur.....	2 <sup>m</sup> 3,231	Diamètre des roues motrices.....	1 <sup>m</sup> ,600		
Surface de grille.....	2 <sup>m</sup> 2,35	Diamètre des roues de l'avant-train.	0 <sup>m</sup> ,850		
Surface de chauffe	du foyer.....	10 <sup>m</sup> 2,09	<b>POIDS :</b>		
	en contact avec les gaz..	129 <sup>m</sup> 2,71		Locomotive à vide.....	51 t. 560
	totale.....	139 <sup>m</sup> 2,80		Locomotive en charge.....	63 t. 185
Tubes à air chaud.	Nombre.....	90	Utile pour l'adhérence.....	47 t. 185	
	Nature.....	Serve.	<b>EFFORTS DE TRACTION :</b>		
	Diamètre extérieur.....	70 <sup>m</sup> / <sub>m</sub>	Effort maximum théorique de trac-		
Longueur entre plaques tubulaires.....	3 <sup>m</sup> ,500	tion :			
		Diamètre extérieur moyen du corps cylindrique.....	1 <sup>m</sup> ,316	a. Compound.....	10 t. 205
<b>CYLINDRES :</b>		b. Avec admission directe B.P. et échappement direct H. P.		13 t. 095	
Diamètre des cylindres H. P.....	330 <sup>m</sup> / <sub>m</sub>	<b>APPROVISIONNEMENTS :</b>			
Diamètre des cylindres B. P.....	540 <sup>m</sup> / <sub>m</sub>	Charbon dans les soutes.....			3.000 kg.
Rapport des valeurs engendrées par les pistons.....	2,677	Eau dans les caisses.....			5.000 kg.
Course des pistons.....	600 <sup>m</sup> / <sub>m</sub>				

Nous la passerons rapidement en revue en ne nous arrêtant qu'aux détails qui présentent quelques particularités.

**Châssis.** — L'acier moulé a été largement employé dans la construction du châssis. Les entretoises d'avant et d'arrière formant traverses, les boisseaux de tampons, la grande entretoise disposée entre les cylindres B. P et formant support d'avant de la chaudière, celle qui a été placée entre les cylindres H. P., celle qui réunit les longerons à l'avant de la boîte à feu sont toutes en métal coulé et d'une seule pièce. On remarquera que les conduits d'échappement des cylindres B. P sont venus de fonte dans l'entretoise. Une forte tôle horizontale rivée aux longerons réunit les entretoises des deux paires de cylindres. Cette disposition donne une grande rigidité au châssis dans le plan horizontal. Comme le bogie est à déplacement transversal et que son axe de pivotement est assez éloigné des tampons d'avant de la locomotive, ceux-ci ont été conjugués au moyen d'équerres articulées. Les tabliers latéraux ont été complètement supprimés. On utilise les enveloppes de boîte à vapeur pour circuler autour de la chaudière ; elles sont à cet effet recouvertes de tôles striées. Le tablier d'avant, très réduit, ne dépasse pas les longerons.

**Bogie.** — L'avant de la machine repose sur le bogie par l'intermédiaire d'une rotule sphérique, voir coupe de la planche XI, fig. 3. Cette disposition laisse à l'avant-train une entière liberté tout en assurant, à la manière d'un balancier, une répartition constante de la charge entre ses deux essieux.

Longitudinalement, la pièce porte-rotule pénètre sans jeu entre les deux faces de la traverse du bogie. Transversalement, son déplacement est limité à 40 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de part et d'autre de la position médiane par des buttoirs venus de fonte avec la traverse. Les quatre menottes en V par lesquelles cette pièce est suspendue aux flasques de la traverse, donnent un effort de stabilité que règlent l'ouverture du V et la charge sur la rotule. Cet effort est de 2.400 kg. Lorsque le bogie se déplace transversalement et vient aux butées, l'effort de rappel s'élève à 6.000 kg.

La traverse du bogie et la rotule sont en acier moulé ; la pièce qui coiffe la rotule et qui est boulonnée à l'entretoise des cylindres B. P. de la locomotive, est garnie de métal blanc et munie d'un graisseur. La pression sur la rotule ne dépasse d'ailleurs pas 30 kg. par centimètre carré de projection.

**Roues.** — Tous les corps de roues et toutes les boîtes à graisse de la locomotive sont également en acier moulé. Les boîtes sont munies du graissage dit « à l'américaine », avec réservoir à huile et dessous de boîte emplis d'un bourrage de laine. Le graissage des glissières de boîtes à graisse se fait par mèche spéciale plongeant dans le réservoir à huile supérieur. Ces dispositions de détail ont été adoptées en raison des résultats très économiques qu'elles ont donnés sur les locomotives de la Compagnie du Nord.

**Chaudières.** — Si ce n'est dans son mode d'attache sur le bâti, la chaudière de la nouvelle locomotive de Ceinture ne présente aucune particularité saillante. Ce mode d'attache est analogue à celui qui a déjà été appliqué aux locomotives de grande banlieue de la Compagnie du Nord (1).

---

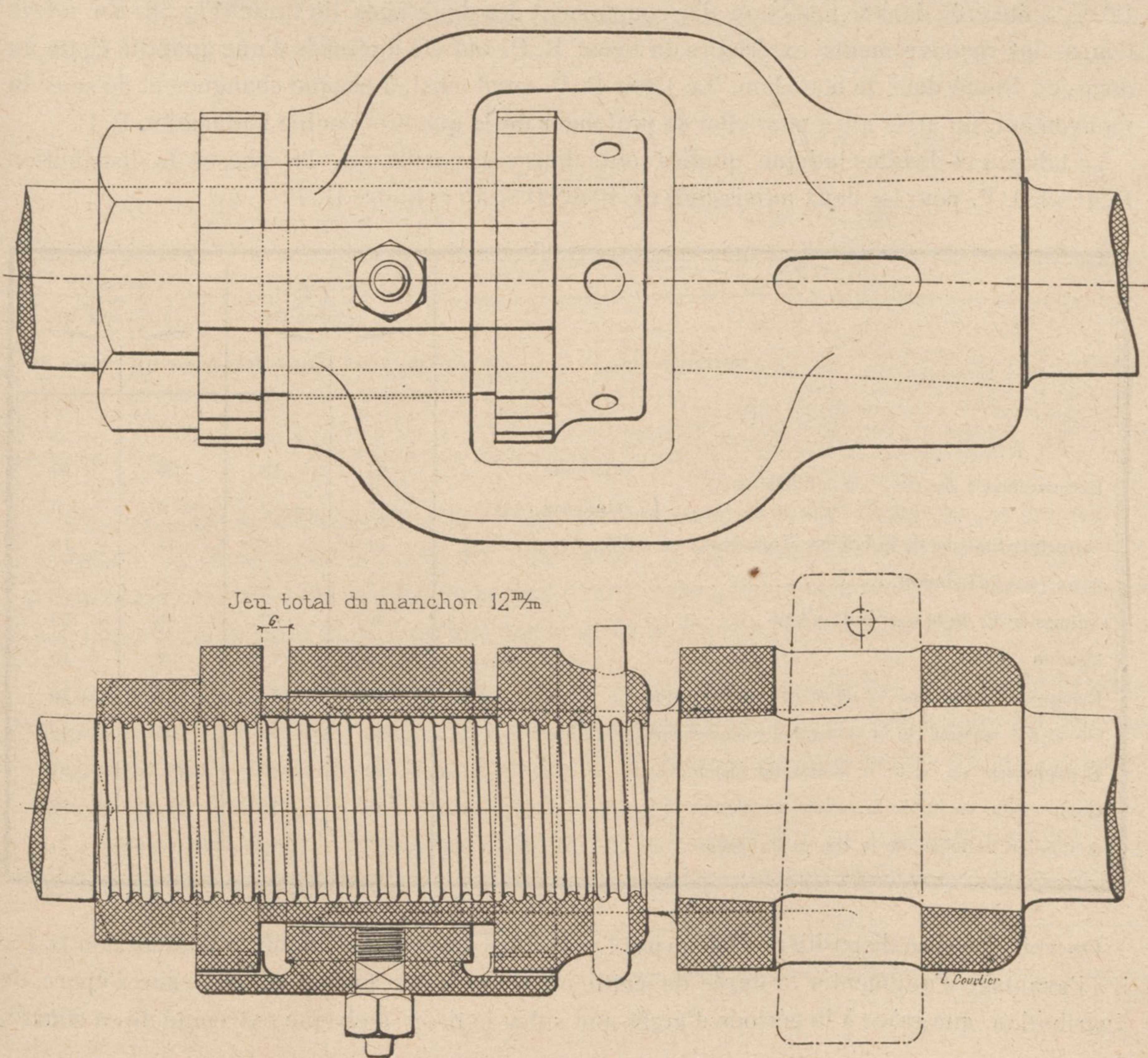
(1) Voir la description de ces machines dans le N° d'octobre 1901 de la *Revue Générale*.

Toutefois, comme l'appareil de dilatation à rouleaux employé pour la première fois sur ces machines n'avait pas encore fait ses preuves au moment de l'étude de la nouvelle locomotive de Ceinture, il a été remplacé sur cette dernière par une glissière fixe garnie de métal blanc et spécialement graissée, afin d'assurer également toute facilité à la dilatation de la chaudière. Ces glissières sont placées sous le cadre du foyer, à l'arrière de la boîte à feu et rivées contre les longerons.

Une tôle verticale réunit le corps cylindrique à l'une des entretoises de longerons, et un groupe de tirants flexibles attachés à des oreilles venues de forge à l'arrière du cadre du foyer assure, comme aux locomotives de grande banlieue, l'amarrage de la boîte à feu sur le châssis. Ces dispositions ont donné toute satisfaction, et tout en présentant une grande souplesse dans le sens de la dilatation assurent une bonne stabilité transversale de la chaudière sur le bâti.

Tous les regards de lavage, tous les joints de tuyauterie et des différentes prises de vapeur sont à surfaces ajustées, soit à emmanchement cône, soit à portée sphérique. Le minium ou toute autre matière généralement utilisée pour la confection des joints ont été proscrits. Ces dispositions ayant donné de bons résultats sur les machines de grande banlieue déjà citées plus haut, il y avait lieu de les étendre aux nouvelles locomotives de la Ceinture.

Fig. 2. — MANCHON D'ACCOUPLMENT.





**Mécanisme** (planche XII). — La planche XII donne un ensemble détaillé de la disposition du mécanisme, aussi n'en ferons-nous pas la description.

Nous ne retiendrons le lecteur que sur trois points particuliers, à savoir : la disposition permettant d'obtenir une grande différence d'admission entre les distributions des deux cylindres conjugués H. P. et B. P., l'équilibrage des tiroirs, et nous ajouterons quelques mots sur la disposition des organes d'admission directe aux grands cylindres lors du démarrage.

Nous avons déjà dit plus haut que pour tirer d'une locomotive compound à tiroirs ordinaires toute l'économie possible, il était nécessaire de ne pas dépasser en marche normale, au réservoir intermédiaire, une pression que la pratique a fixée à 2 kg. 1/2 ou 3 kg. M. Nadal a dernièrement encore, dans ses intéressantes études publiées par la *Revue de Mécanique*, expliqué le fait. Or, pour arriver, dans une locomotive compound du type de celle dont nous nous occupons, à ne pas dépasser ce chiffre en marche normale, c'est-à-dire sous admission moyenne de 40 % aux cylindres H. P., il est nécessaire d'obtenir aux tiroirs B. P. une admission de 60 % environ. Une diminution des recouvrements extérieurs des tiroirs à basse pression eût permis d'obtenir une différence de 8 à 10 %, mais à ce taux déjà les avances deviennent considérables.

Pour obtenir les 20 % demandés, voici à quel dispositif nous nous sommes arrêtés : un jeu de 12 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> a été créé dans le manchon d'accouplement des deux tiges de tiroir (Fig. 2). En même temps, les recouvrements extérieurs du tiroir B. P. ont été diminués d'une quantité égale au demi-jeu donné dans le manchon. Le tiroir B. P. subit ainsi, à chaque changement de sens du mouvement, un arrêt qui a pour effet de prolonger de la quantité voulue l'admission B. P.

Le tableau ci-dessous indique quelles sont, dans ces conditions, les phases de distribution H. P. et B. P. pour les deux admissions de 40 et 60 % au cylindre H. P.

	ADMISSION de 40 % au cylindre HP		ADMISSION de 60 % au cylindre HP			
	Tiroir HP	Tiroir BP	Tiroir HP	Tiroir BP		
Recouvrements du tiroir en millimètres . . . . .		} extérieurs . . . . .	25	19	25	19
			} intérieurs . . . . .	— 3	— 3	— 3
Ouverture maxima de la lumière d'admission en millimètres . . . . .	11	11		18	18	
Avances à l'admission . . . . .	5	5	5	5		
Admission % de la course du piston . . . . .	40	60	60	75		
Détente d° . . . . .	35	22,5	25	15		
Échappement anticipé % de la course du piston . . . . .	25	17,5	15	10		
Ouverture maxima de la lumière d'échappement en millimètres . . . . .	35	33	35	40		
Échappement en % de la course du piston . . . . .	80	85	87,5	91		
Compression en % de la course du piston . . . . .	18	13	11,5	8		
Admission anticipée de la course du piston . . . . .	2	2	1	1		

On voit que si ce dispositif ne change pas l'ouverture maxima des lumières d'admission B. P., il a l'avantage d'augmenter la durée de cette ouverture ; on trouve en effet sur l'épure de distribution, que grâce à la période d'arrêt que subit le tiroir à chaque extrémité de sa course,

l'ouverture maximum de la lumière d'admission B. P. dure de 10 à 40 % de la course du piston, alors qu'avec la distribution ordinaire à 40 % (distributions liées), le tiroir referme progressivement la lumière de 10 à 40 % de la course du piston.

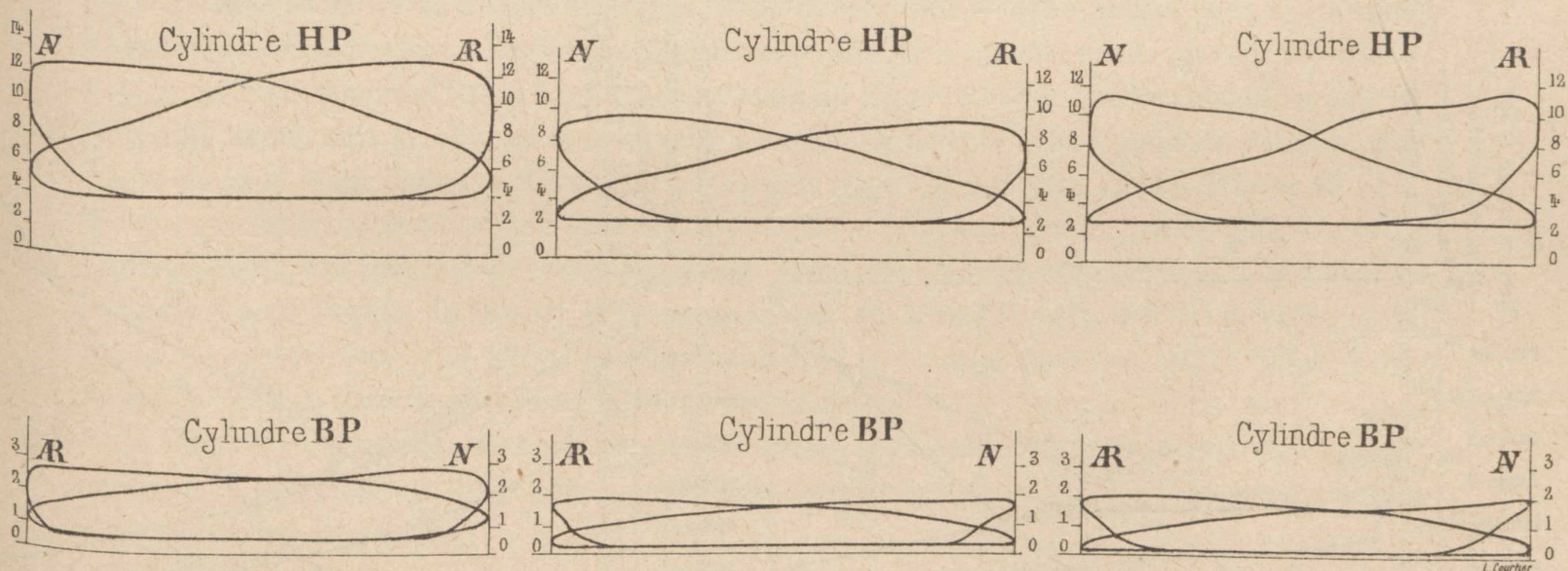
De l'examen des diagrammes relevés sur les cylindres et dont les Fig. 3 et 4 donnent quelques exemples, il ressort qu'en fait, la distribution aux grands cylindres donnée par ce dispositif a toutes les qualités voulues. Il constitue une solution extrêmement simple de la question, et les essais prolongés faits sur la Ceinture ont montré qu'elle ne présente aucun inconvénient même à la vitesse de 75 km. à l'heure, que les trains ont parfois atteinte entre deux stations à grande distance.

Fig. 3.

1° Marche ultra accélérée  
Tram 343 du 25 Juillet 1903 Rampe de 2‰8

2° Marche accélérée du service courant  
Tram 343 du 24 Juillet 1903 Pâher

3° Marche lente du service courant  
Tram 367 du 23 Juillet 1903 Rampe de 9‰



Cran de marche	55	Admission théorique	{ HP 0.562 BP 0.715	Cran de marche	50	Admission théorique	{ HP 0.510 BP 0.681	Cran de marche	40	Admission théorique	{ HP 0.409 BP 0.604
Pression d'admission HP	12.9	Vitesse	58 <sup>km</sup>	Pression d'admission HP	9 <sup>km</sup>	Vitesse	54 <sup>km</sup>	Pression d'admission HP	11.5	Vitesse	44 <sup>km</sup>
Pression au réservoir int <sup>e</sup>	3 <sup>at</sup>	Travail indiqué	{ HP 570.8 BP 449.8 total 1020.6	Pression au réservoir int <sup>e</sup>	2.25	Travail indiqué	{ HP 375.3 BP 271.0 total 646.3	Pression au réservoir int <sup>e</sup>	2.25	Travail indiqué	{ HP 309.1 BP 222.3 total 531.4
Contrepression moyenne BP	0.75	Compression moy. BP	0.2	Contrepression moy. BP	0.2	Compression moy. BP	0.2	Contrepression moy. BP	0.15	Compression moy. BP	0.2
Ouverture du régulateur	0.45	Ouverture du régulateur	0.35	Ouverture du régulateur	0.30	Ouverture du régulateur	0.30	Ouverture du régulateur	0.30	Ouverture du régulateur	0.30
Serrage de l'échappement	0.0	Serrage de l'échappement	0.0	Serrage de l'échappement	0.0	Serrage de l'échappement	0.0	Serrage de l'échappement	0.0	Serrage de l'échappement	0.0

Il faut remarquer d'ailleurs que la vitesse absolue, avec laquelle l'emprise se fait dans le manchon au moment de la butée est très faible, le mouvement de distribution étant, à ce moment encore, très près du fond de course. D'autre part, la masse à mettre en mouvement est peu importante, n'étant constituée que par le tiroir B. P., son cadre et une tige très courte.

**Compensation des tiroirs.** — Le timbre élevé de la chaudière et la conduite des deux distributeurs par un même mouvement, nous a amenés à munir de compensateurs les tiroirs de la machine. Mais pour éviter tout soulèvement le coefficient de compensation n'a pas été poussé au delà de 45 % (1).

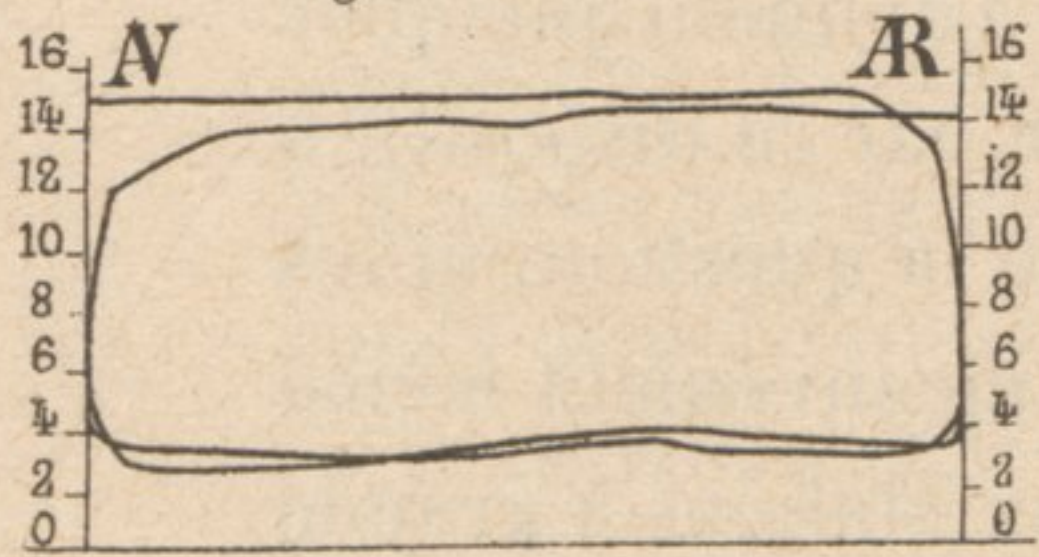
Le compensateur est du type Adam's employé depuis longtemps sur certaines locomotives de la Compagnie du Nord. Dans la disposition ordinaire de ce compensateur et lors de la marche à

(1) Nous entendons par coefficient de compensation le rapport entre la surface compensée et la surface totale du tiroir.

Fig. 4.

Démarrage en marche compound

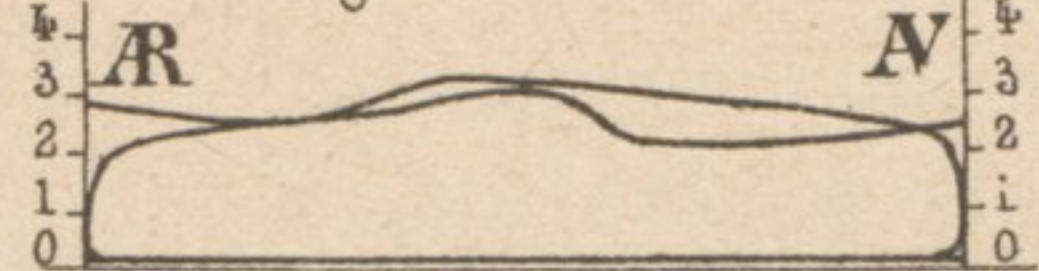
Cylindre HP



Train 343 du 22 Juillet 1903

Cran de marche ..... 85  
 Pression d'admission HP ..... 14<sup>kg</sup>6  
 Pression moyenne au réservoir  
 intermédiaire ..... 2<sup>kg</sup>7  
 Ouverture du régulateur ..... 0 45  
 Serrage de l'échappement ..... 0

Cylindre BP



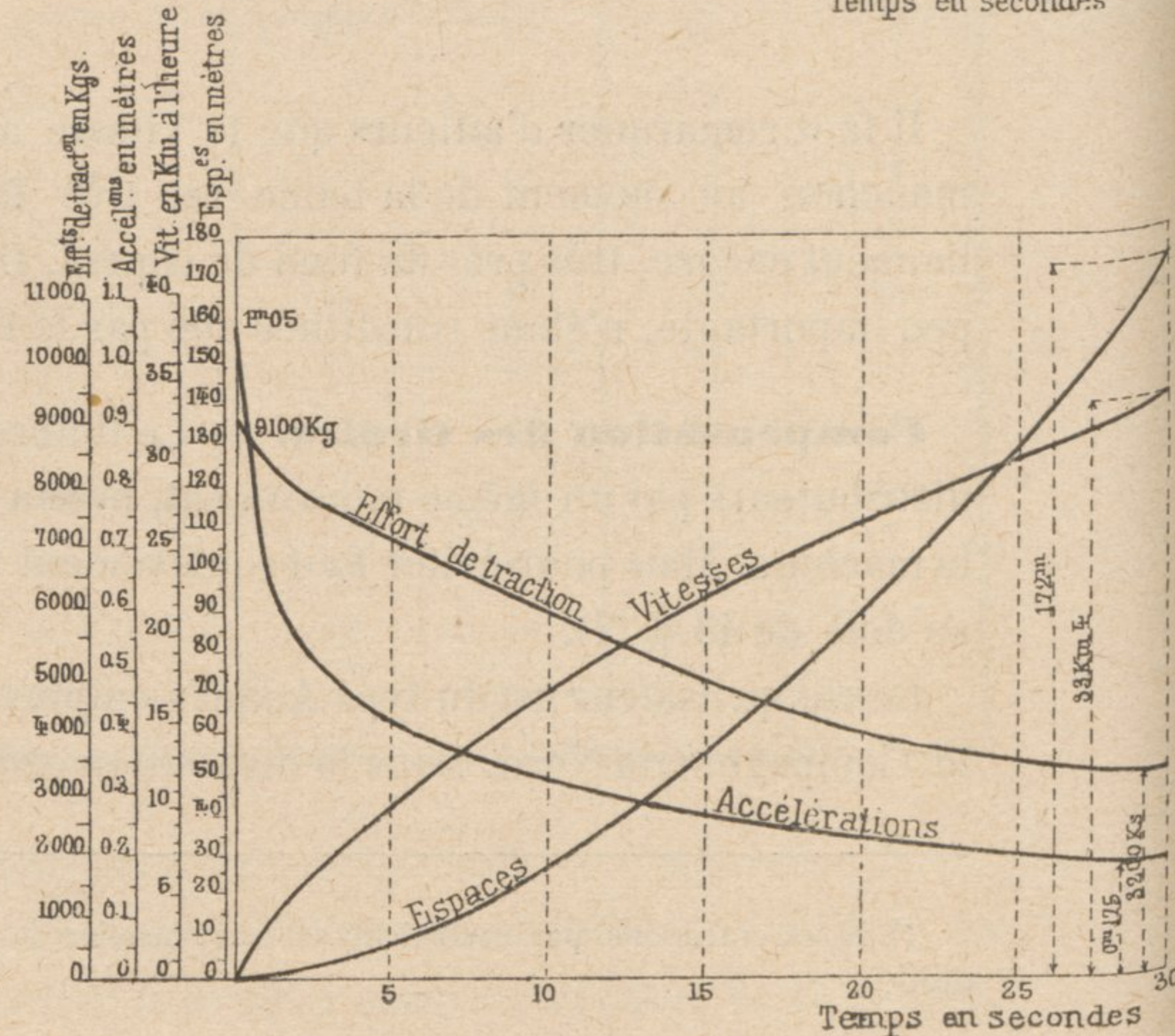
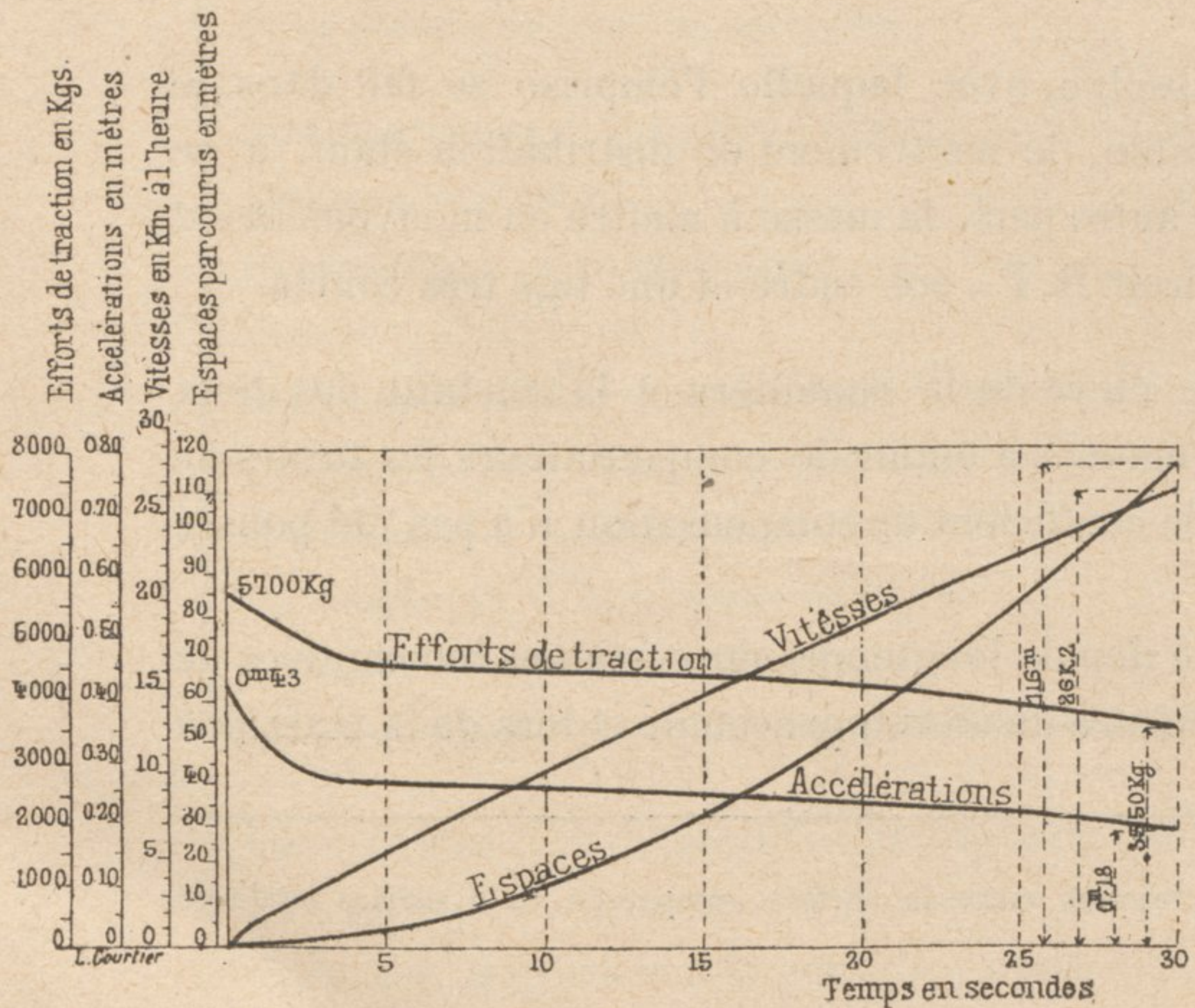
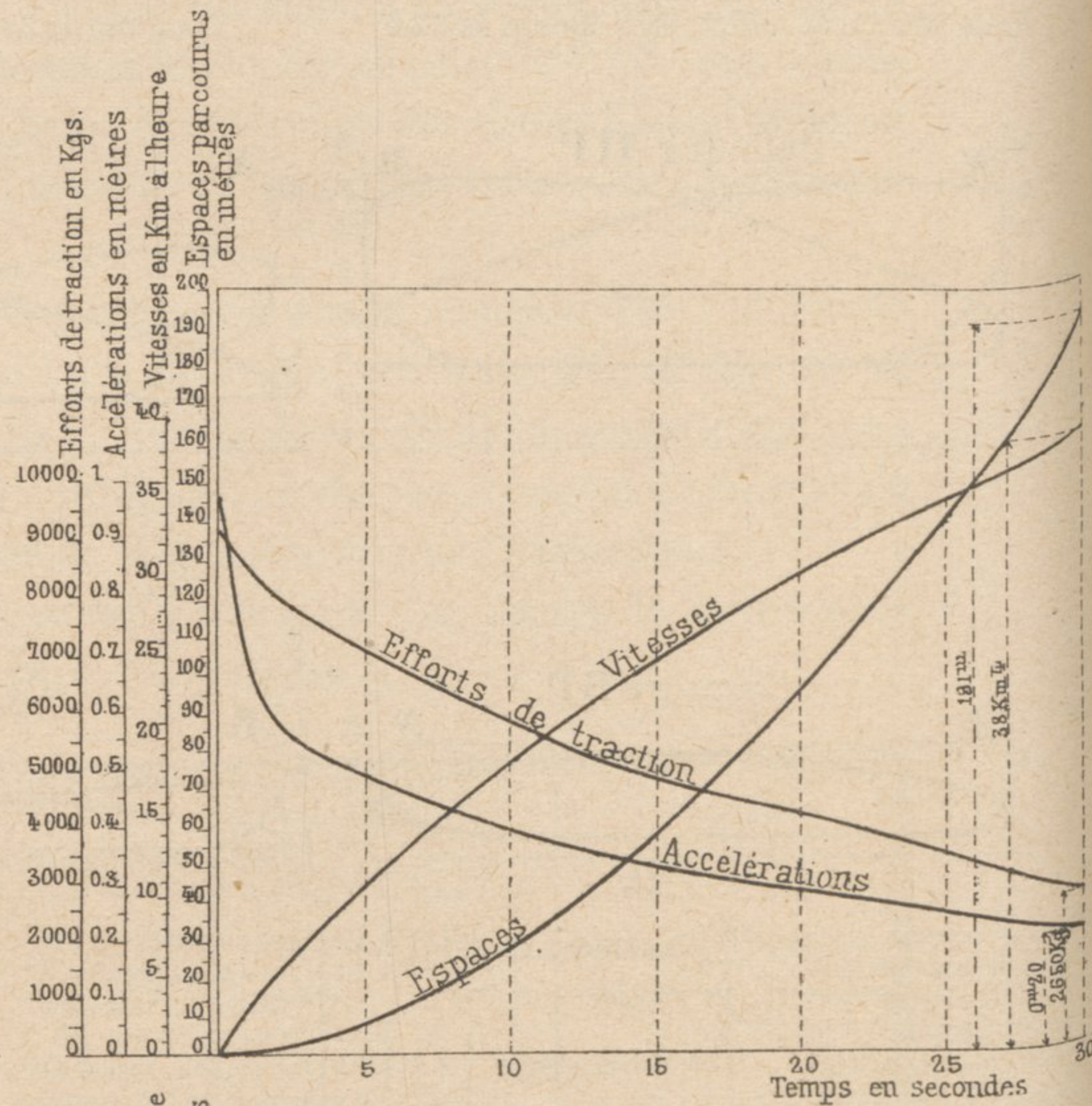
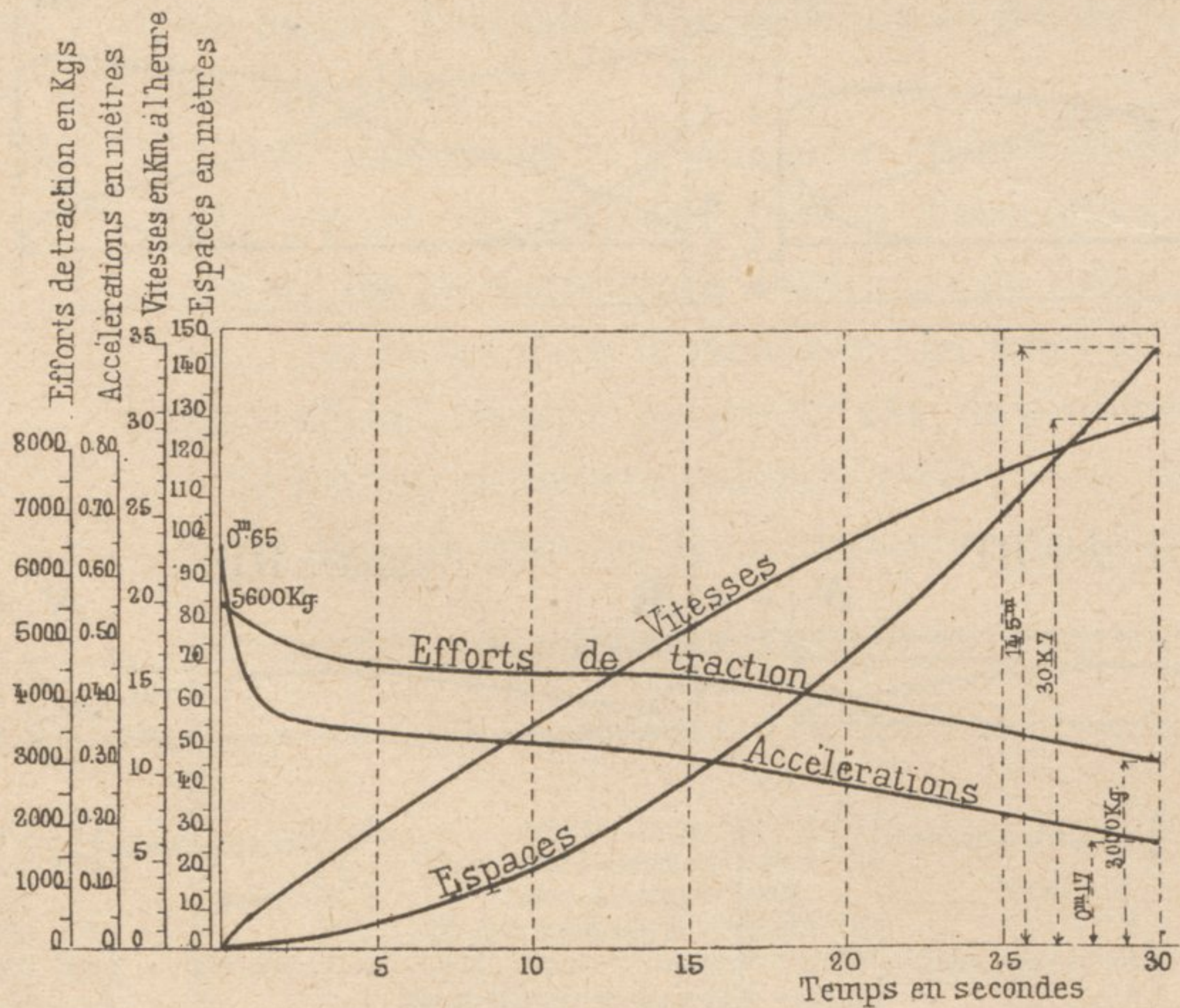
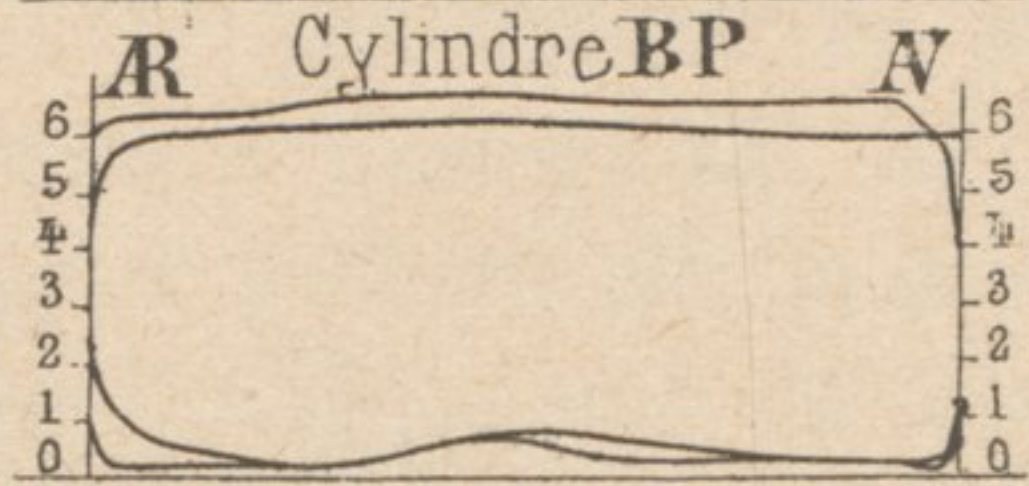
Démarrage avec admission directe

Cylindre HP



Train 358 du 27 Juillet 1903

Cran de marche ..... 85  
 Pression d'admission HP ..... 14<sup>kg</sup>3  
 Pression moyenne au réservoir  
 intermédiaire ..... 6<sup>kg</sup>2  
 Ouverture du régulateur ..... 1  
 Serrage de l'échappement ..... 0



régulateur fermé, la partie compensée en communication constante avec l'échappement, n'est plus soumise à la sous-pression qui, du fait du vide relatif qui s'établit dans la boîte à vapeur tend à soulever le tiroir. Il en résulte une augmentation du vide et par conséquent du travail négatif qu'engendre la pression atmosphérique sur la face refoulante du piston. D'autre part et du même fait, les pressions de compression sont plus fortes sur les locomotives à tiroirs compensés que sur les locomotives à tiroirs ordinaires, et d'une façon générale, il a toujours été reconnu que ces dernières courent mieux à régulateur fermé; la locomotive munie de compensateurs est d'ailleurs d'autant plus gênée que les cylindres sont plus grands. Pour éviter cet inconvénient, on a appliqué aux tiroirs B. P. des nouvelles locomotives de Ceinture le dispositif indiqué par la Fig. 3 de la Planche XII.

Dans la disposition ordinaire système Adam's, la capacité compensée du dessus du tiroir est en communication constante avec l'échappement par une ouverture pratiquée dans le fond de la coquille; cette disposition est nécessaire pour donner passage aux légères fuites de vapeur qui peuvent se produire au travers des segments de la couronne compensatrice. Dans la nouvelle disposition cette ouverture n'existe pas, une soupape double S, montée sur le plateau de boîte à vapeur, met en communication la partie compensée du tiroir soit avec l'échappement au moyen d'un petit tuyau, soit avec la boîte à vapeur. Pendant la marche sous vapeur, la pression qui règne dans la boîte applique cette soupape dans le siège de gauche; la Fig. 3 de la Pl. XII montre que dans ces conditions la partie compensée du tiroir est mise en communication avec l'échappement, à la façon d'un tiroir compensé ordinaire. A régulateur fermé, la soupape S se déplace sous l'action du ressort et du vide relatif qui s'établit dans la boîte à vapeur; la partie compensée est mise alors en communication avec cette dernière, et le tiroir fonctionne à la façon d'un tiroir ordinaire sans compensation.

En prenant la précaution de donner aux ressorts de la couronne compensatrice une tension aussi faible que possible, cette petite disposition fait donc disparaître les inconvénients que nous signalions plus haut.

**Admission directe aux cylindres B. P.** — Les cylindres de la nouvelle locomotive ont été calculés assez largement pour que normalement, les démarrages puissent se faire avec admission de la vapeur de la chaudière, uniquement aux petits cylindres. Il était utile cependant de prévoir le cas de démarrages particulièrement difficiles, ou devant se faire avec une grande rapidité. A cet effet la locomotive a été munie d'un dispositif permettant l'admission de la vapeur de la chaudière aux grands cylindres en même temps que les petits cylindres sont mis en échappement direct. Entre le grand cylindre et sa table d'attache au longeron et parallèlement à l'axe, est logée une lanterne qui en tournant, démasque l'orifice du cylindre H. P. et l'orifice du tuyau amenant la vapeur de la chaudière à la boîte de vapeur B. P. Ce tuyau, qui n'a que 50<sup>m</sup>/<sub>m</sub> de diamètre, se branche sur la tubulure d'admission des cylindres H. P. Il ne donne donc de la vapeur que lorsque le régulateur de la machine est ouvert. Les lanternes sont commandées à la façon ordinaire par un piston mû par l'air comprimé, mais cette commande ne nécessite plus une manœuvre spéciale de la part du mécanicien. Celui-ci, s'il le désire, en poussant à fond la manette du régulateur de la machine actionne au moyen d'un doigt le petit tiroir qui envoie l'air au piston de manœuvre de la lanterne. De ce fait, les cylindres H. P. sont mis à l'échappement direct en même temps que la vapeur de la chaudière est admise aux cylindres B. P, puisqu'à ce moment, le régulateur de la machine est grand ouvert. Par un léger mouvement rétrograde de la manette, le mécanicien peut abandonner le petit distributeur

à air, lequel revient automatiquement à sa position primitive, et renverse la position des lanternes ; la marche en compound se rétablit. Le lecteur pourra suivre sur la Planche XII l'ensemble schématique de ces dispositions.

**Dispositions générales.** — D'une façon générale, tout sur ces locomotives, a été disposé pour faciliter les manœuvres. Le mouvement du sifflet est enclenché avec la manette du régulateur ; en ouvrant celui-ci, le mécanicien donne automatiquement le coup de sifflet réglementaire du départ.

Les soutes à eau, et les soutes à charbon, sont très facilement accessibles de la plateforme par des marches disposées à l'extérieur de l'abri. L'écran d'arrière est percé de quatre lunettes vitrées, qui rendent la visibilité excellente à la marche cheminée en arrière. Une ouverture centrale, fermée au besoin par un rideau en tôle ondulée donne toute facilité pour la manœuvre des outils à feu, alors même que l'abri est de dimensions relativement restreintes.

Le graissage du mouvement a été étudié avec le plus grand soin, et rendu aussi facile que possible. Comme pour les locomotives de grande banlieue de la Compagnie du Nord citées déjà à plusieurs reprises, le graissage réglable par pointeau fixe a été appliqué à toutes les articulations importantes.

La locomotive est pourvue d'une sablière Leach, à air comprimé, sablant les roues avant ou arrière suivant le sens de marche.

Elle est munie du frein Westinghouse. Un cylindre à frein unique placé très commodément sur la tôle reliant à l'avant les deux entretoises de cylindres, commande la timonerie des essieux moteurs. Un deuxième cylindre placé sous cette même tôle actionne le frein du bogie.

Les deux injecteurs Système Friedmann-Lavezzari sont placés à droite.

Sur ces machines le mécanicien est placé à gauche.

Toutes les roues de la locomotive sont freinées. Les sabots embrassent le boudin du bandage. Cette disposition paraît devoir donner toute satisfaction ; elle régularise l'usure du bandage et diminue dans une notable proportion la consommation de sabots de frein. Cette considération a sa valeur pour un service à arrêts extrêmement fréquents.

Le coefficient du freinage est de 74 % du poids total, en partant d'une pression de 3 kg 1/2 au cylindre à frein.

**Résumé des essais faits avec cette nouvelle locomotive.** — Le Service des essais de notre division du Matériel et de la Traction a fait de nombreux relevés de diagrammes sur les cylindres de la nouvelle locomotive, en vue d'étudier et de mettre au point sa distribution. La Fig. 3 donne quelques spécimens des courbes relevées avec jeu de 12<sup>m</sup>/<sub>m</sub> dans le manchon d'accouplement de tiges de tiroirs, et recouvrement extérieur des tiroirs BP diminué de 6<sup>m</sup>/<sub>m</sub> par rapport au tiroir HP. D'autre part, le même service s'est livré à une étude très complète de la période de démarrage, laquelle prend une importance capitale dans un service coupé d'un aussi grand nombre d'arrêts que celui de la Ceinture de Paris.

Le wagon-dynamomètre de la Compagnie était attelé en tête du train ; spécialement aménagé à cet effet, il enregistrait à une grande échelle les premiers mètres de parcours du train, en même temps que l'effort de traction. Le temps était pointé toutes les deux secondes.

Nous extrayons du rapport qui a clos ces essais les quelques diagrammes et graphiques de démarrages de la Figure 4.

Sous peine de faire tomber fortement la pression de la chaudière, l'admission directe aux cylindres BP ne peut être maintenue que pendant les quelques premiers tours de roues de la machine, c'est-à-dire pendant 10 à 15 secondes, la marche en compound était ensuite rétablie ; c'est dans ces conditions qu'ont été obtenus les graphiques avec admission directe de la Figure 4.

Il est bien entendu que tous ces démarrages se rapportent à des trains de charge normale, c'est-à-dire, offrant un tonnage total de 200 tonnes environ, machine comprise.

Ainsi que nous l'avons fait ressortir plus haut, l'admission directe aux cylindres BP s'opère d'un simple mouvement de la manette du régulateur et avec la plus grande précision ; aussi le mécanicien peut-il ne s'en servir que pour mettre en pression les boîtes à vapeur des cylindres BP, en rétablissant tout aussitôt la marche en compound. On obtient ainsi un arrachement du train extrêmement vif, qui permet de classer la machine parmi les meilleures démarreuses.

A titre de comparaison, nous citerons les trains du Métropolitain de Paris, qui mettent de 18 à 20'' pour parcourir 75 mètres à partir de l'origine du mouvement.

Les diagrammes de la Figure 4, montrent que les machines 51-65, parcourent les 75 premiers mètres du démarrage (1) en un temps variant de 17 à 21'' en palier, et de 18 à 24'' en rampe de 7 m/m, suivant que l'on adopte l'admission directe ou le compoundage. Mais remarquons immédiatement, que les trains de 8 voitures du Métropolitain pèsent environ 88 tonnes à vide, alors que nos machines de Ceinture ont à démarrer un train d'un poids environ double.

Si nous comparons nos trains à vapeur avec les trains à traction électrique du Manhattan Elevated de New-York, voici ce que nous trouvons. M. Gérard, dans sa conférence faite à la Société des Ingénieurs Civils, nous a fait connaître que 30 secondes après le départ, ces trains ont parcouru 200 mètres. Les diagrammes que nous mettons sous les yeux de nos lecteurs, montrent qu'en palier, avec admission directe, nos trains ont effectué un parcours de 190 mètres.

Ajoutons que dans les conditions actuelles du service, l'admission directe n'est pas utilisée normalement ; les démarrages se font en compound.

Notre Service des Essais a profité de ces études, pour chiffrer le travail dépensé par la machine, lorsque l'on fait varier le temps alloué dans la marche. Il était en effet important de savoir, quel était le prix de quelques minutes regagnées, dans un trajet présentant un aussi grand nombre de points d'arrêts que celui du tour de Paris.

A ce titre, les chiffres que nous allons mettre sous les yeux du lecteur sont fort intéressants.

Trois types de marche ont été choisis, et plusieurs trains ont été remorqués dans chacun des cas :

La marche lente correspond à peu près à l'horaire des trains de ceinture avant que le service ait été accéléré.

La marche accélérée se rapproche de l'horaire des trains remorqués actuellement par les nouvelles machines.

Enfin il a été fait quelques trains à marche ultra-accélérée, dans lesquels toute la puissance de la nouvelle machine était utilisée.

---

(1) Cette longueur de 75 mètres a été choisie comme étant facilement repérable — elle représente en effet environ la longueur d'un train de 8 voitures du Métropolitain.

L'accroissement de travail demandé à la machine ressort nettement des chiffres suivants. Ils sont fournis par les trois trains dont le numéro et la date sont indiqués en tête du tableau, et dont la Planche XIII donne en outre les courbes de vitesse.

NUMÉROS DES TRAINS	NATURE DES TRAINS	TEMPS de marche effective	TRAVAIL maximum relevé sur les pistons	VITESSE MOYENNE de marche effective pour un tour de Paris		EFFORT MOYEN développé au crochet de traction pour un tour de Paris		NOMBRE TOTAL de kgm au crochet de traction pour un tour de Paris		TRAVAIL TOTAL anéanti par les freins pour un tour de Paris	
				Km à l'heure	Pourcentage de l'accroissement de vitesse par rapport au train à marche lente	Kgs	Pourcentage de l'accroissement par rapport au train à marche lente	Kgm	Pourcentage de l'accroissement par rapport au train à marche lente	Kgm	Pourcentage de l'accroissement par rapport au train à marche lente
367 du 23 juillet.	Marche lente	67'47"	Chevaux (1) 531,4 à la vitesse de 44 k. 5	27,7	»	2.226	»	(2) 36.610.910	»	(3) 17.112.065	46,6
343 du 24 juillet.	accélérée	60'27"	646,3 à la vitesse de 54 k.	31,1	12,2	2.569	15,4	46.314.420	26,5	24.063.770	52,0
343 du 25 juillet.	ultra-accélérée	52'36"	1.020,6 à la vitesse de 58 k.	35,7	28,8	3.330	49,5	64.233.380	75,4	36.254.680	56,5

(1) Les diagrammes d'indicateur de la Figure 3 sont ceux qui ont servi à calculer ces travaux.  
 (2) Ces chiffres sont le produit de l'effort de traction par le chemin parcouru à régulateur ouvert pendant un tour de Paris.  
 (3) Ces chiffres sont la totalisation du travail anéanti par le frein pour les 29 arrêts que comporte le tour de Paris. Le travail anéanti par arrêt a été calculé par la formule  $\frac{1}{2} MV^2$  dans laquelle M est la masse du train remorqué et V la vitesse qu'aurait eue le train au passage de la station si les freins n'avaient pas été appliqués.

Donc, pour un gain d'environ 15 minutes (soit 22 %) sur un horaire de 67 minutes de marche, le travail dépensé au crochet de traction de la machine a augmenté de 75 %.

Ces chiffres montrent aussi, que la nouvelle machine est susceptible de développer momentanément, du moins, un nombre de chevaux très élevé (1000 chevaux). Même en ne lui attribuant qu'une puissance nominale de 800 chevaux, son poids par cheval, approvisionnements compris, ressort à 78 kg, et à 65 kg machine vide.

Remarquons encore dans ce tableau la forte proportion que représente, par rapport au travail total, le travail qui doit être anéanti par le freinage.

On jugera par ces chiffres combien est onéreuse, mécaniquement parlant, une accélération de quelque importance dans les horaires, lorsque cette accélération porte sur les temps de marche, et combien il serait indiqué, dans une pareille exploitation, de trouver un moyen d'emmagasiner et de récupérer l'énorme quantité de travail, actuellement détruite en pure perte par le freinage. Dans le même ordre d'idées, un matériel aussi léger que possible est tout indiqué, car la force vive à annuler à chaque arrêt est directement proportionnelle au poids total du train. On a vu d'ailleurs dans la présente note, que tous les efforts ont été faits pour rendre la machine aussi légère que possible, eu égard aux conditions imposées.

**Résultats économiques.** — Nous terminerons cette note, par quelques mots sur les améliorations que les nouvelles machines de Ceinture ont permis d'introduire dans l'exploitation.

Nous indiquerons enfin à quel taux se chiffre leur consommation en combustible, comparée à celle d'autres machines.

**Ancien et nouveau service.** — D'après les livrets de la marche des trains, l'ancien et le nouveau service peuvent être comparés comme l'indique le tableau ci-dessous, au double point de vue des durées de stationnements et des temps de marche partiels alloués :

SENS de la circulation	Nombre d'arrêts intermédiaires	Ancien itinéraire en 1 h. 21' 30''		Nouvel itinéraire accéléré en 1 h. 10'		SENS de la circulation	Nombre d'arrêts intermédiaires	Ancien itinéraire en 1 h. 20' 30''		Nouvel itinéraire accéléré en 1 h. 09' 30''	
		Station- nements	Marche	Station- nements	Marche			Station- nements	Marche	Station- nements	Marche
Courcelles-Ceinture.	6	4'	12'30''	2'30''	11'30''	Courcelles-Ceinture.	3	1'	7'	1'	5'30''
Auteuil.....	9	5'30''	22''	5'	19'30''	Ornano.....	4	2'	8'30''	2'	7'
La Rapée.....	7	5'	13'30''	5'	10'30''	Belleville-Villette..	8	4'	15'30''	4'	12'30''
Belleville-Villette..	4	2'	9'	2'30''	7'	Orléans-Ceinture..	8	6'	19'30''	6'	18'30''
Ornano.....	3	1'30''	6'30''	1'30''	5'	Auteuil.....	6	5'	12'	3'	10'
Courcelles-Ceinture.)						Courcelles-Ceinture.)					
Total.....	29	18'	63'30''	16'30''	53'30''	Total.....	29	18'	62'30''	16'	53'30''
Durée totale du trajet de Courcelles à Courcelles.		1h 21'30''		1h 10'		Durée totale du trajet de Courcelles à Courcelles.		1h 20'30''		1h 09'30''	

Le nouveau service a surtout pour but d'augmenter la vitesse moyenne des trains de voyageurs, mais il proportionne également leur fréquence à l'affluence du public aux différentes heures de la journée. C'est ainsi qu'en semaine, le matin et le soir pour répondre aux besoins de la clientèle ouvrière, les trains se succèdent en moyenne à 7 ou 8 minutes d'intervalle dans chaque sens, tandis qu'aux heures creuses de la journée entre 8 heures du matin et 4 heures du soir, le service est plus réduit, mais plus rapide. Cela dit incidemment.

**Consommation de combustible des nouvelles machines.** — Nous comparerons la consommation des nouvelles locomotives de Ceinture à la consommation des machines qui assuraient autrefois le service (avant le 1<sup>er</sup> avril 1903). Mais ici une remarque s'impose. Afin d'effectuer le tour de Paris dans les conditions les plus économiques, le Service de l'Exploitation du Chemin de fer de Ceinture, a prescrit de réduire au minimum la durée des stationnements, et on arrive pratiquement à obtenir des arrêts de 20 à 25''. Le temps disponible pour la marche, est alors de 53 à 58'. Dans l'ancien service, la même remarque pouvait être faite et les trains qui devaient effectuer le tour de Paris en 1 h. 21'30'' (63'30'', temps de marche, + 18', arrêts) avaient en réalité de 12 à 14 minutes de stationnements, et un temps de marche variant de 63 à 68'. Le nouveau service réalise donc effectivement une diminution d'environ 10' dans le temps de marche.

La charge des trains était la même dans l'ancien et le nouveau service ; elle a été donnée plus haut.



La consommation moyenne par kilomètre de locomotives de la série 21-35 (1) ressort à 13 kg,1 et 13 kg pour les mois de Juin et Juillet 1902 (ancien service). La consommation moyenne des locomotives 51-65 qui participent au service accéléré, a été de 13 kg.2 et de 12 kg.9 par kilomètre pour les mêmes mois de cette année. On peut donc dire, que le nouveau service, lorsqu'il est assuré par les nouvelles machines 51-65 ne coûte absolument rien de plus comme combustible que l'ancien service, résultat tout à fait appréciable. D'autre part, les locomotives 51-65 n'étant pas en nombre suffisant pour assurer le service accéléré, on a dû leur adjoindre les machines en meilleur état de la série 21-35, et quelques machines de la Compagnie du Nord type Grande Banlieue. Voici pour le mois d'Août les consommations par kilomètre de ces machines :

LOCOMOTIVE 51-65 COMPOUND	LOCOMOTIVE 21-35 CEINTURE	LOCOMOTIVE 2281-2290 GRANDE BANLIEUE
13 kg. 05	14 kg. 23	14 kg. 27

On voit donc que comparée aux consommations des autres machines faisant le même service, la consommation kilométrique des locomotives 51-65 réalise une économie de plus d'un kilog.

Enfin il est à remarquer, que par leur puissance, ces machines regagnent facilement les retards qui se produisent en service.

---

(1) Voir les conditions d'établissement de ces machines à la fin du premier tableau de la Note, machine N° 29.







Ensemble

Échelle au 1/30

Fig. 2. Vue d'arrière.

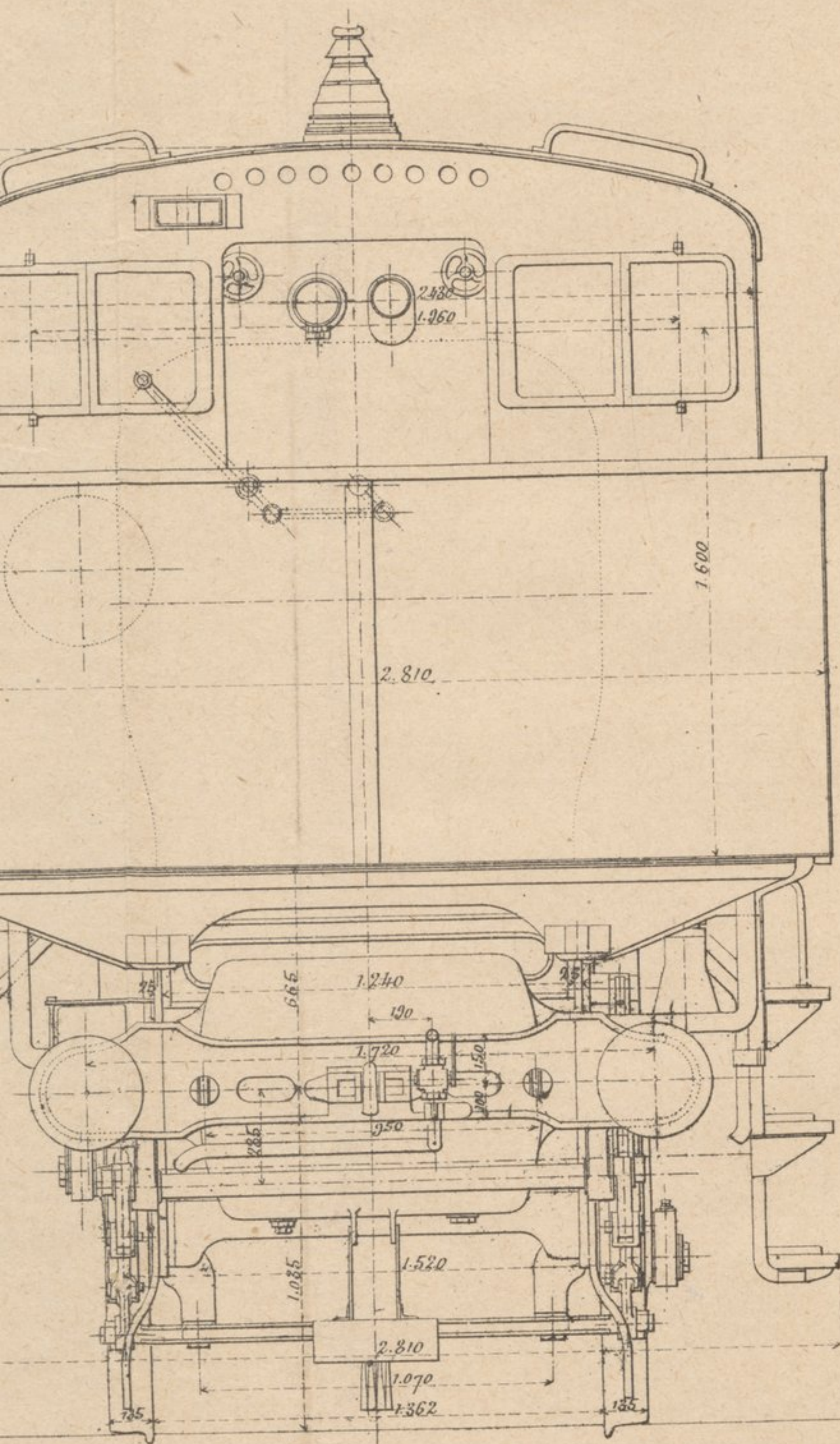


Fig. 3.

1/2 Coupe par l'axe du bogie 1/2 Coupe par l'axe de la roue motrice.

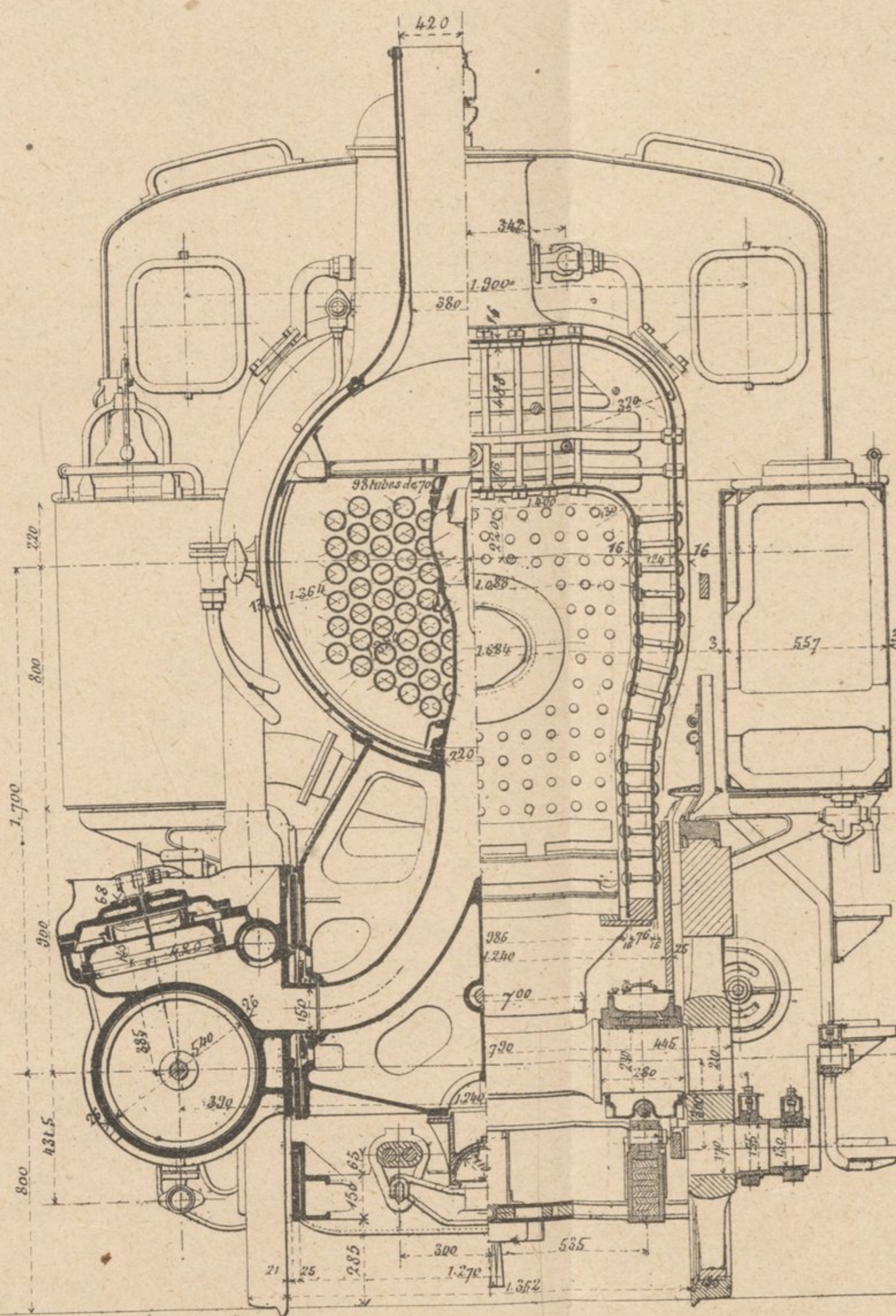


Fig. 1 et 2 - Ensemble du Mécanisme et de la Distribution

Échelle au 1/15

Fig. 1. Coupe longitudinale

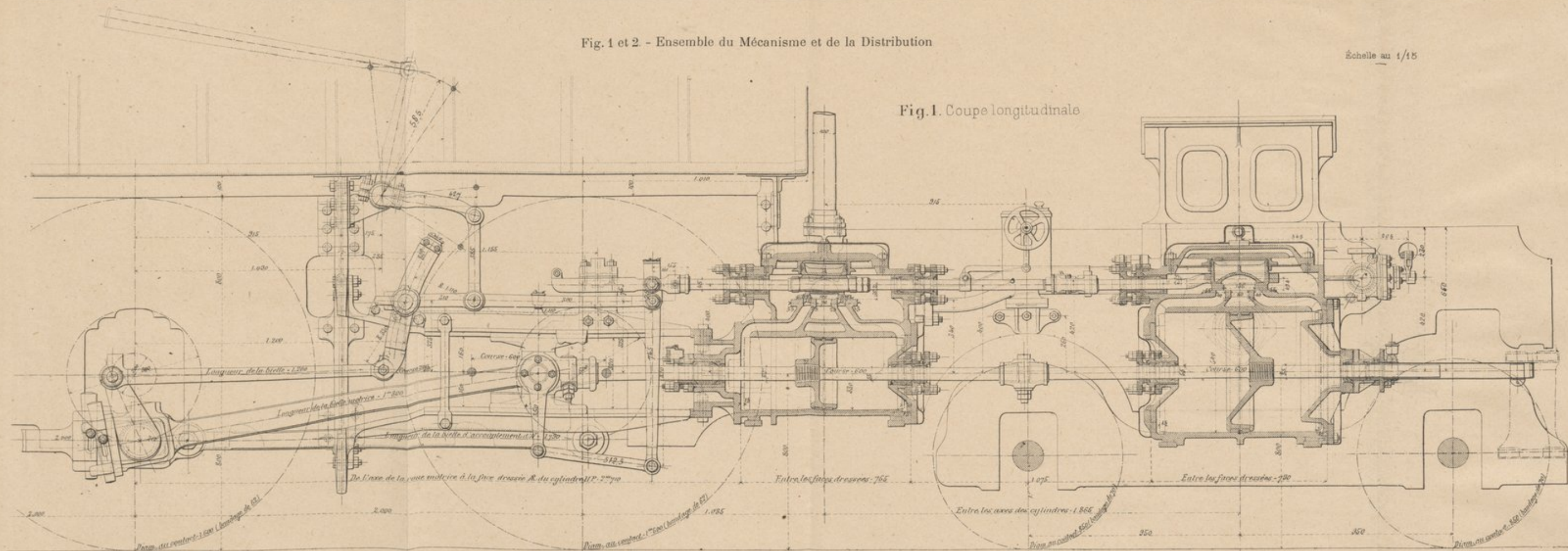


Fig. 2. Plan

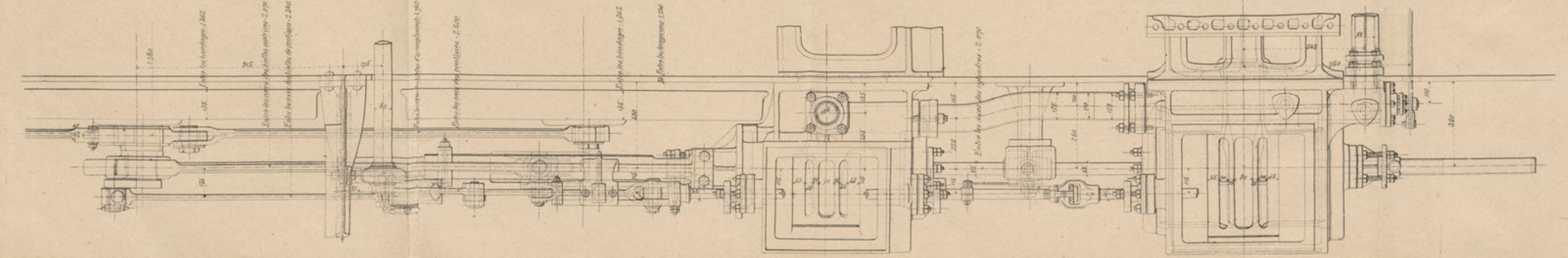
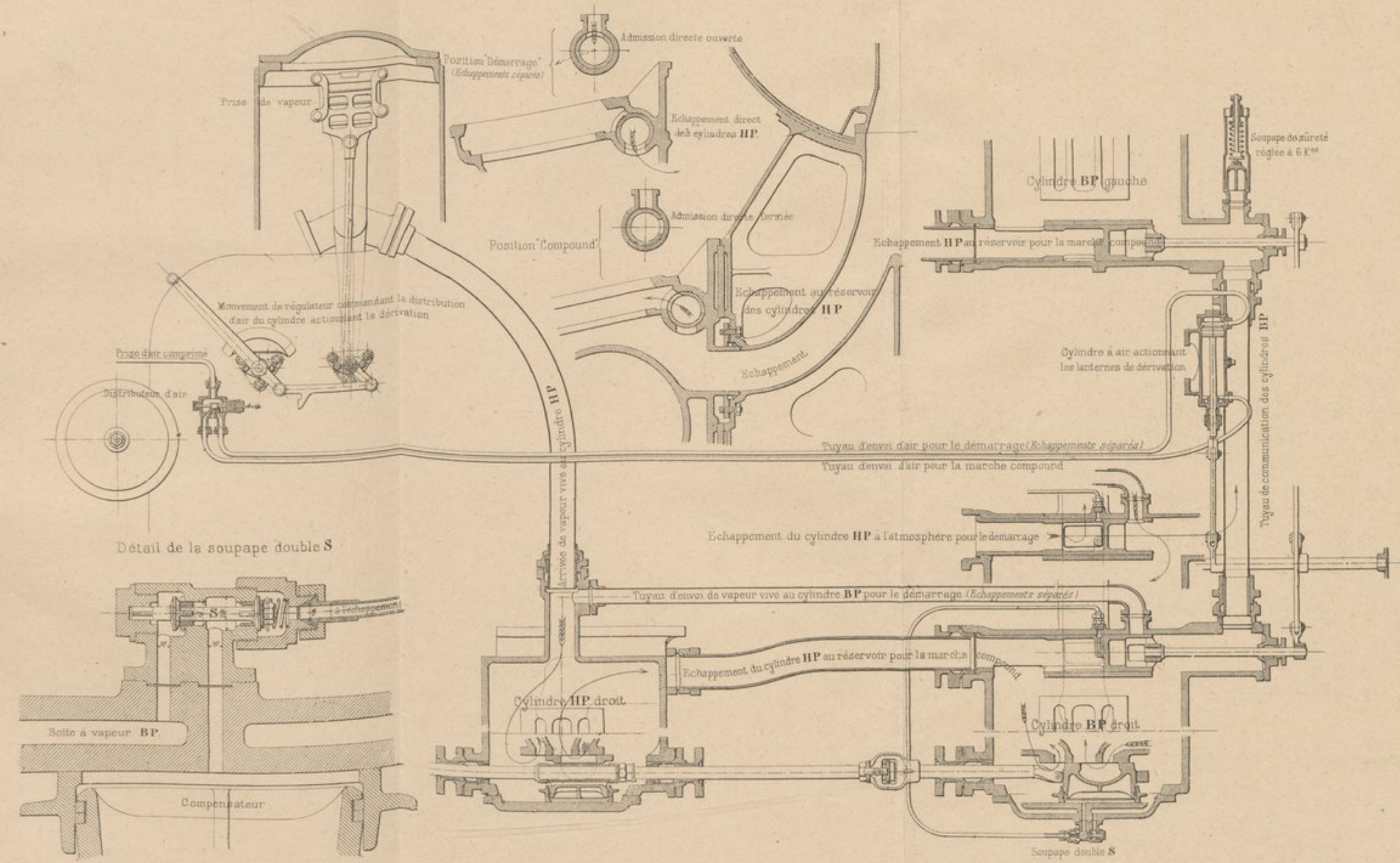


Fig. 3. Schéma montrant la disposition d'ensemble des organes de prise et de distribution de la vapeur aux 4 cylindres



PROFIL EN LONG DU CIRCUIT PARIS-NORD A PARIS-NORD — Echelle des Longueurs : 1/30.000 (33/4 par kil.)

LOCOMOTIVE 52

——— TRAIN 367 DU 23 JUILLET 1903, à marche lente du service courant. — Charge remorquée : 110 tonnes 9 véhicules — Durée du trajet : 67' 47" (arrêts déduits). — Vitesse moyenne de marche : 27,7 Km. — Effort moyen au crochet de traction pendant la marche à régulateur ouvert : 2.226 Kg.

----- TRAIN 343 DU 24 JUILLET 1903, à marche accélérée du service courant. — Charge remorquée : 107,5 tonnes 9 véhicules — Durée du trajet : 60' 27" (arrêts déduits). — Vitesse moyenne de marche : 31,1 Km. — Effort moyen au crochet de traction pendant la marche à régulateur ouvert : 2.569 Kg.

..... TRAIN 343 DU 25 JUILLET 1903, à marche ultra-accelérée. — Charge remorquée : 112 tonnes 9 véhicules — Durée du trajet : 52' 36" (arrêts déduits). — Vitesse moyenne de marche : 35,7 Km. — Effort moyen au crochet de traction pendant la marche à régulateur ouvert : 3.330 Kg.

