

LES NOUVELLES LOCOMOTIVES A MARCHANDISES

Type 1-5-1 (série 151.A)

DE 3 000 CHEVAUX AU CROCHET DE TRACTION DU TENDER

des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée

Par M. A. PARMANTIER,

INGÉNIEUR EN CHEF ADJOINT DU MATÉRIEL

Pl. I

Dans le N° de Juin 1932, la Revue Générale a signalé que la Compagnie des Chemins de fer P.-L.-M. venait de mettre en service la première unité d'une série de 10 locomotives du type 1-5-1, destinées à assurer, sur certaines lignes, la remorque des trains de marchandises de 1 400 tonnes que ne peuvent remorquer en simple traction les locomotives à quatre essieux accouplés actuellement en service. La présente note décrit le nouveau type de locomotives et rend compte des essais auxquels a été soumise l'une d'elles.

I. — PREAMBULE

Les nouvelles unités, désignées 151.A, sont compound, à surchauffe de vapeur, à réchauffage de l'eau d'alimentation, à cinq essieux accouplés à roues de 1,500 m de diamètre encadrés par un bissel à l'A et un bissel à l'R.

Leur chaudière est, à quelques détails près, identique à celle du dernier type des locomotives Mountain de la Compagnie P.-L.-M. (1) (surface de grille de 5 m², chambre de combustion et timbre de 20 kg/cm²).

Elles ont une *distribution à soupapes actionnées par cames rotatives, système Dabeg*.

La particularité essentielle — et nouvelle — de ces locomotives consiste en ce que *les quatre cylindres sont placés à l'extérieur des longerons*. La raison qui a conduit à adopter une telle disposition est la suivante.

En raison du diamètre (745 mm) des cylindres BP, on n'aurait pu disposer à l'intérieur des longerons que les cylindres HP. C'était alors une puissance soutenue de 2 000 chevaux qu'il

(1) Cf. *Revue Générale*, N° de Septembre 1932. La locomotive 241.C-1 à grande vitesse de la C^{ie} P.-L.-M., par M. A. PARMANTIER.

aurait fallu transmettre à un essieu coudé, et l'expérience montre qu'un pareil essieu n'est pas toujours une pièce apte à supporter sans danger les efforts correspondant à une telle puissance.

Pour éviter cet écueil, les cylindres HP ont été placés, comme les cylindres BP, à l'extérieur des longerons.

Les cylindres HP sont vers le milieu de la machine et attaquent le sixième essieu. Les cylindres BP sont à l'avant et attaquent le troisième essieu.

Pour réunir les trains d'essieux accouplés HP (quatrième, cinquième et sixième essieux) et BP (deuxième et troisième essieux), deux bielles d'accouplements, calées à 90°, relient, à l'intérieur des longerons, les troisième et quatrième essieux.

Les locomotives 151.A peuvent, en voie de 1,450 m, s'inscrire en courbe de 140 m de rayon; elles pèsent, en situation moyenne de marche, 122,400 t (sans tender) et 185 t (avec un tender de 28 m³). Leur vitesse maximum est 85 km/h.

II. — DESCRIPTION DES LOCOMOTIVES 151.A (Fig. 1 à 10. — Pl. I.).

1° Chaudière.

La chaudière, timbrée à 20 kg/cm² et munie d'une grille de 5 m², est, à quelques détails près, identique à celle de la locomotive 241.C-1 que nous avons décrite dans la *Revue Générale* de Septembre 1932 (1).

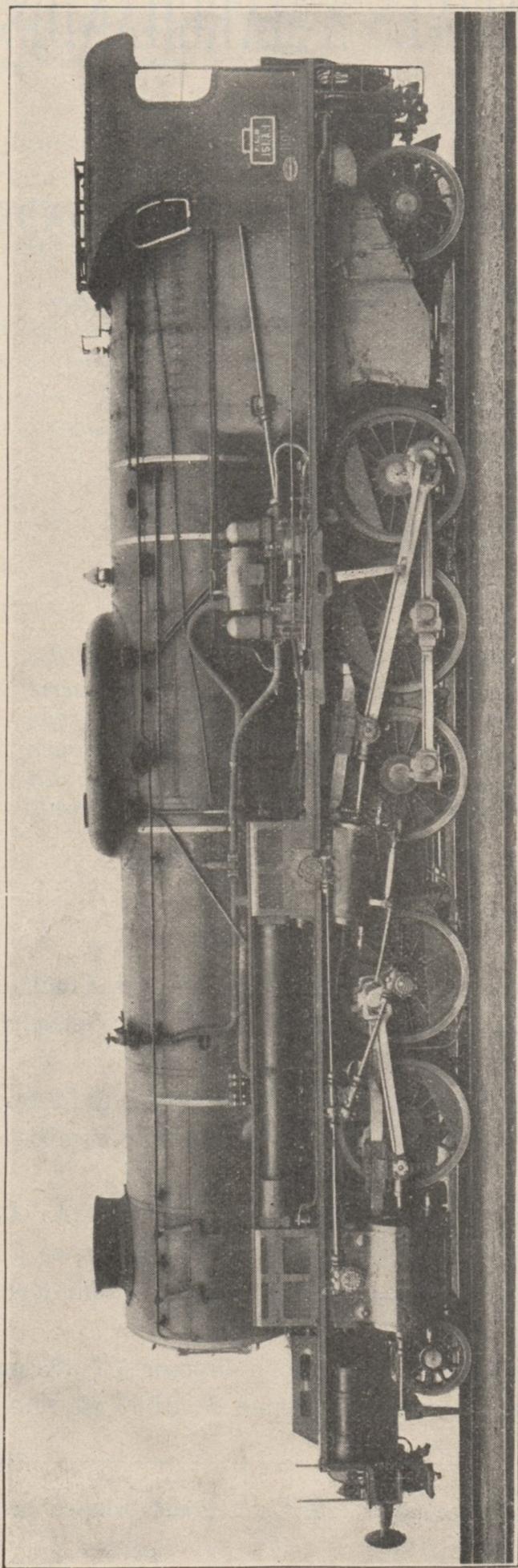
Les différences portent essentiellement sur les points suivants :

— la longueur de la chambre de combustion est de 1,175 m au lieu de 2 m,

(1) Nous relèverons à cette occasion une erreur qui s'est glissée dans la description de la chaudière de la locomotive 241.C-1 au dernier alinéa du § c) Corps cylindrique. Il faut lire :

« Les couvre-joints intérieur et extérieur sont reliés à chacun des bords de tôle de virole par trois rangées de rivets ».

Fig. 1. — LOCOMOTIVE A MARCHANDISES DE LA SÉRIE 151-A DE LA COMPAGNIE P.L.M.



— le dôme de vapeur est placé au milieu de la chaudière (afin de supprimer l'inconvénient résultant des entraînements d'eau constatés sur la locomotive 241.C-1 qui a le dôme à l'avant),

— l'alimentation en eau chaude est assurée par une pompe avec réchauffeur d'eau Dabeg type 120 B.

2° Châssis.

Les longerons, en tôle d'acier de 28 mm d'épaisseur, sont reliés entre eux par :

- une traverse d'avant en profilé I portant les tampons et pièces d'attelage,
- une traverse d'arrière en tôle, assemblée avec le caisson d'attelage,
- une entretoise entre les cylindres BP,
- une entretoise entre les cylindres HP,
- 8 traverses en acier moulé.

3° Bissels.

Le bissel avant comporte un rappel latéral par biellettes à double articulation supérieure.

Le bissel arrière est du type ordinaire de la Compagnie P.-L.-M. à rappel par plans inclinés.

4° Mouvement.

a) CYLINDRES

Les diamètres des cylindres et courses des pistons sont les suivants :

	HP	BP
Diamètre des cylindres.....	0,480 m	0,745 m
Course de pistons.....	0,650 m	0,700 m

Le rapport du volume des cylindres BP au volume des cylindres HP est de 2,58.

Les cylindres BP, placés à l'extérieur des longerons, sont horizontaux et attaquent le deuxième essieu accouplé; en raison de leur grand diamètre et afin d'assurer leur inscription dans les parties basses du gabarit, on a dû faire passer leur axe à 40 mm au-dessus de l'axe de l'essieu attaqué.

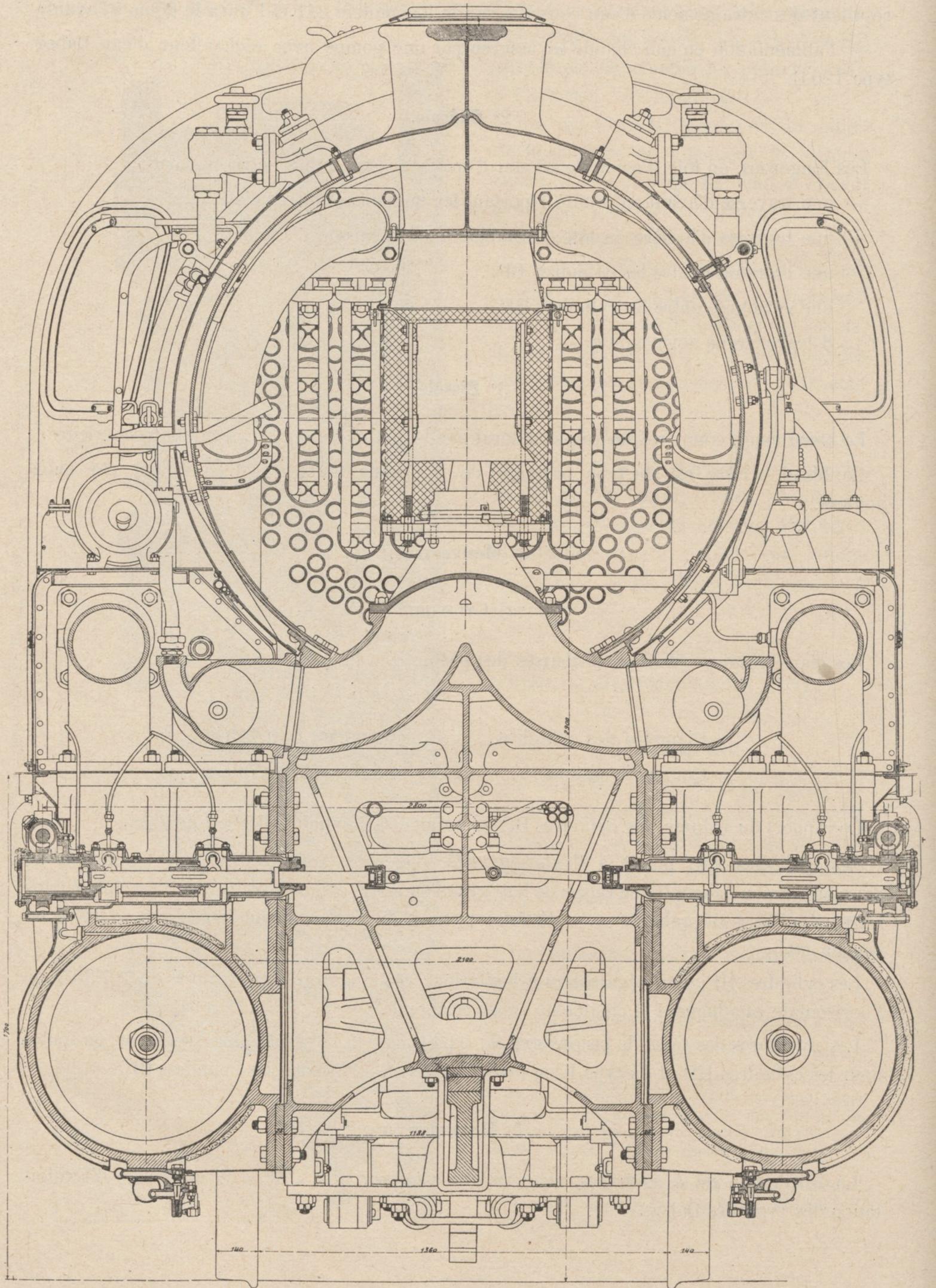
Les cylindres HP, situés également à l'extérieur des longerons, sont inclinés de $7^{\circ} 7' 30''$ sur l'horizontale et attaquent le cinquième essieu accouplé.

Les garnitures des tiges de pistons sont du type Garex (à labyrinthe avec segments en fonte) pour les cylindres HP et du type King (avec bagues en AP³) pour les cylindres BP.

b) DISTRIBUTION

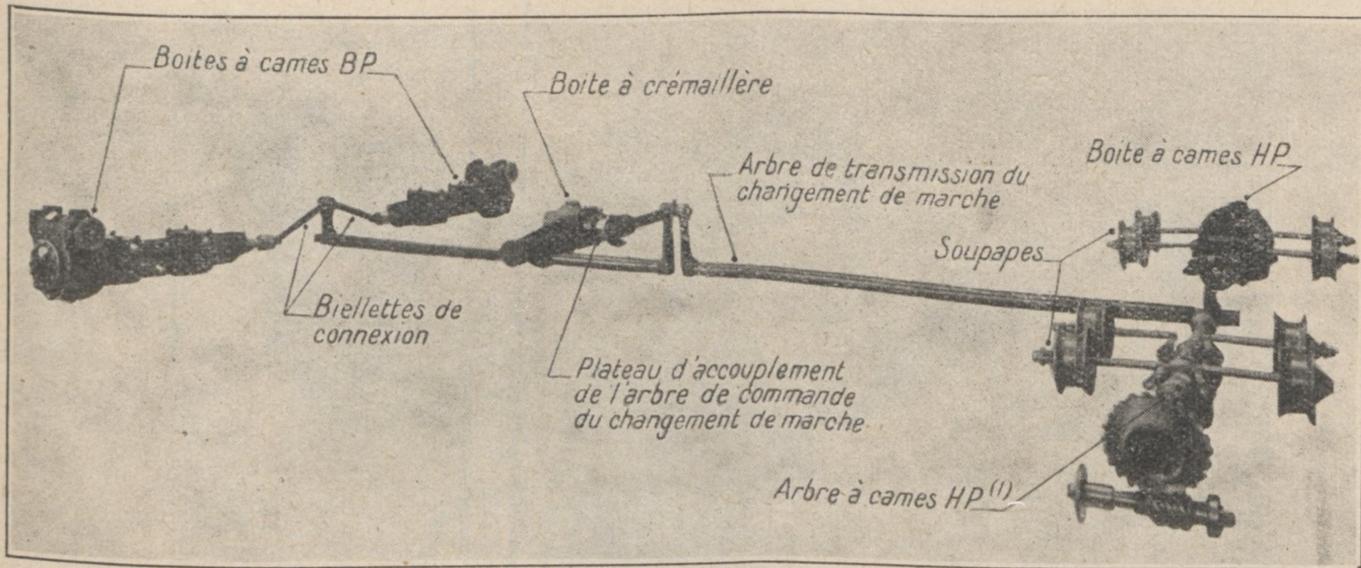
La distribution est à *soupapes*, avec *comes rotatives* type « RC » de la Société d'Exploitation des procédés Dabeg.

Fig. 2. — LOCOMOTIVE 151 A. (Coupe transversale par la boîte à fumée).



1° *Dispositions générales* (Fig. 3). — La distribution comporte par cylindre : deux soupapes d'admission, deux soupapes d'échappement et une boîte à cames.

Fig. 3. — ENSEMBLE DE LA DISTRIBUTION A SOUPAPES.



(1) Les poussoirs n'ont pas été montés.

Les tiges des quatre soupapes de chaque cylindre sont disposées dans un même plan perpendiculaire au plan longitudinal de la locomotive et parallèle à l'axe du cylindre. Les tiges des deux soupapes d'admission ont même axe ; les tiges des deux soupapes d'échappement ont également même axe, lequel est parallèle à celui des tiges d'admission.

2° *Soupapes*. — Les soupapes sont du type à double siège.

Les tiges des soupapes coulissent dans des gâines de guidage qui forment en même temps portées des soupapes. En raison de leur grand diamètre, les soupapes d'échappement BP ont leur guidage assuré non seulement par la tige de soupape, mais, en outre, par un piston coulissant dans le couvercle de boîte à soupape (Fig. 4).

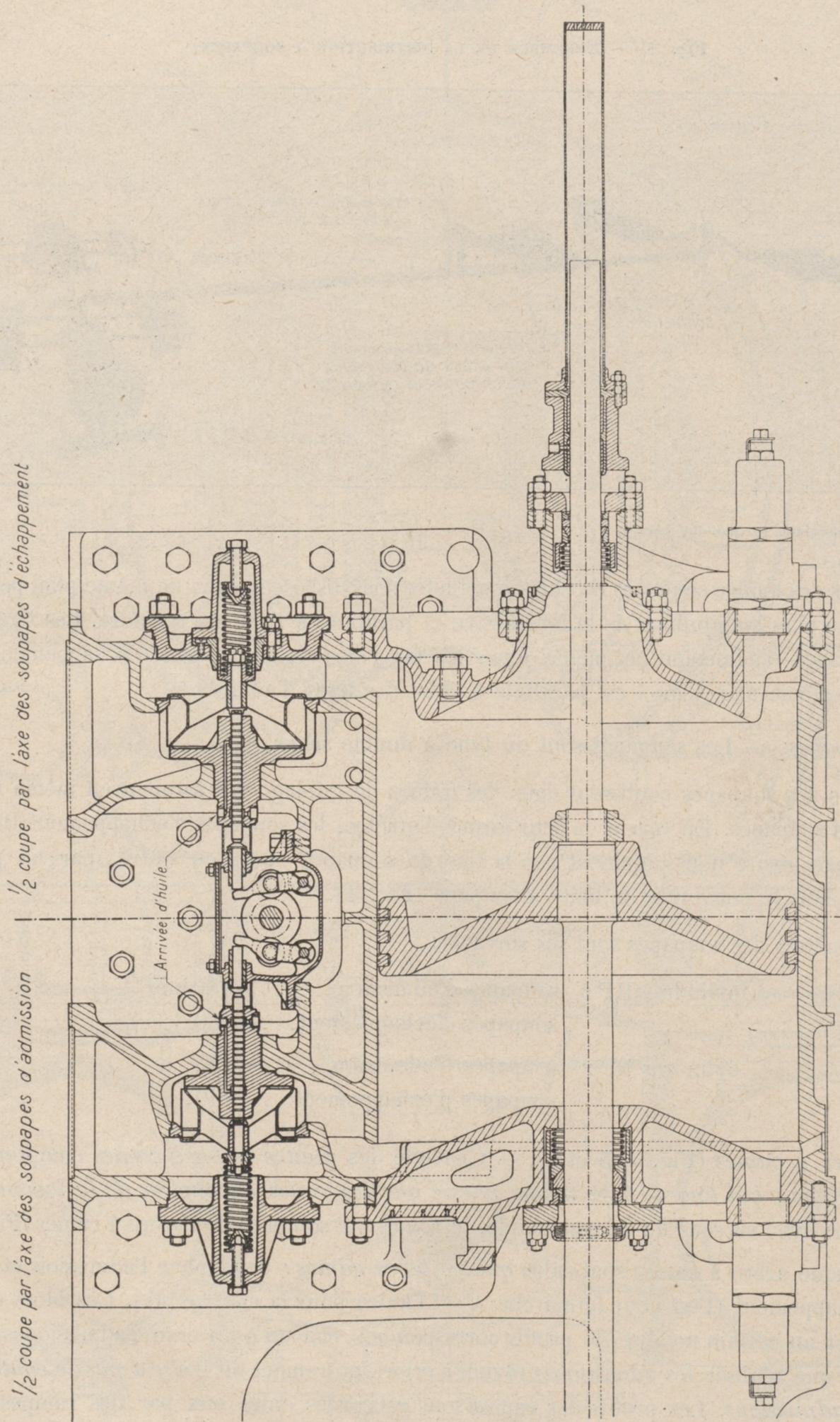
Les diamètres des soupapes sont les suivants :

cylindres HP :	soupapes d'admission	180 mm
	soupapes d'échappement	180
cylindres BP :	soupapes d'admission	195
	soupapes d'échappement	240

3° *Boîtes à cames* (Fig. 4, 5 et 6). — Chacune des quatre boîtes à cames comprend un arbre à cames, qui tourne à la même vitesse que les roues accouplées de la locomotive, et une roue avec vis sans fin de commande, la roue étant solidaire de l'arbre à cames (Fig. 5).

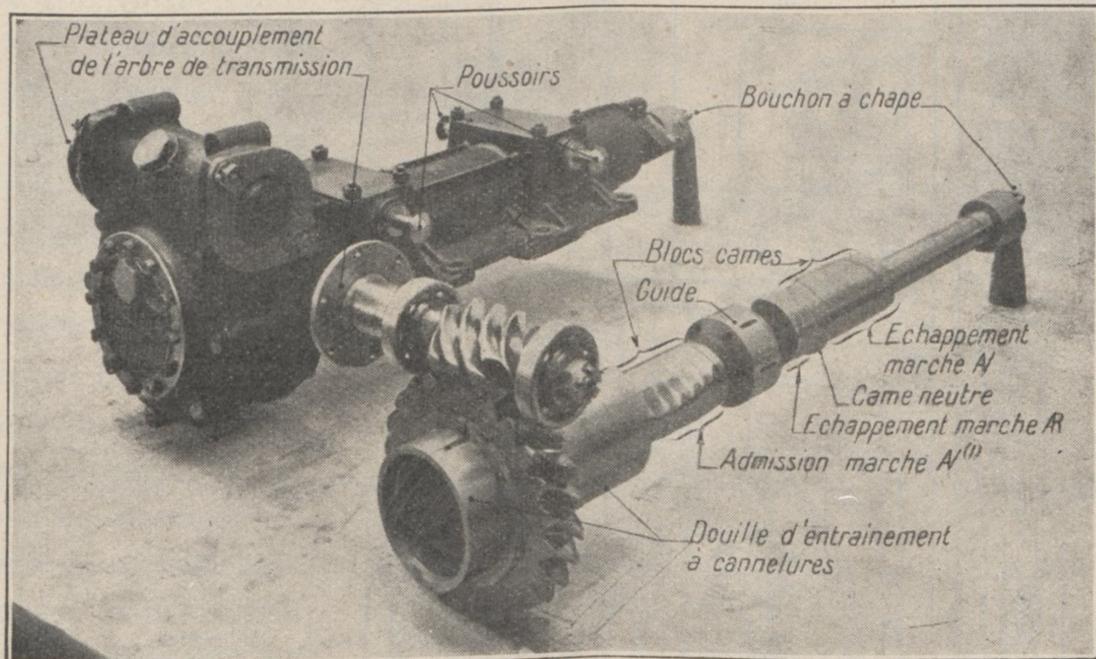
Sur chaque arbre à cames sont calés quatre blocs cames : deux pour l'admission et deux pour l'échappement (l'un pour la marche *A* et l'autre pour la marche *R*). Ces blocs cames comportent un certain nombre de profils correspondant chacun à un cran d'admission ; on ne peut donc que réaliser les admissions prévues a priori, autrement dit il n'y a pas de continuité dans les admissions. Les profils des cames sont raccordés entre eux par des rampes dont

Fig. 4. — CYLINDRE BP. — Coupe longitudinale.



l'inclinaison est de 25°. Parmi les profils que comporte chaque bloc cames il s'en trouve un circulaire, dit « came neutre », pour lequel les soupapes d'admission sont fermées et celles

Fig. 5. — BOÎTES A CAMES BP.



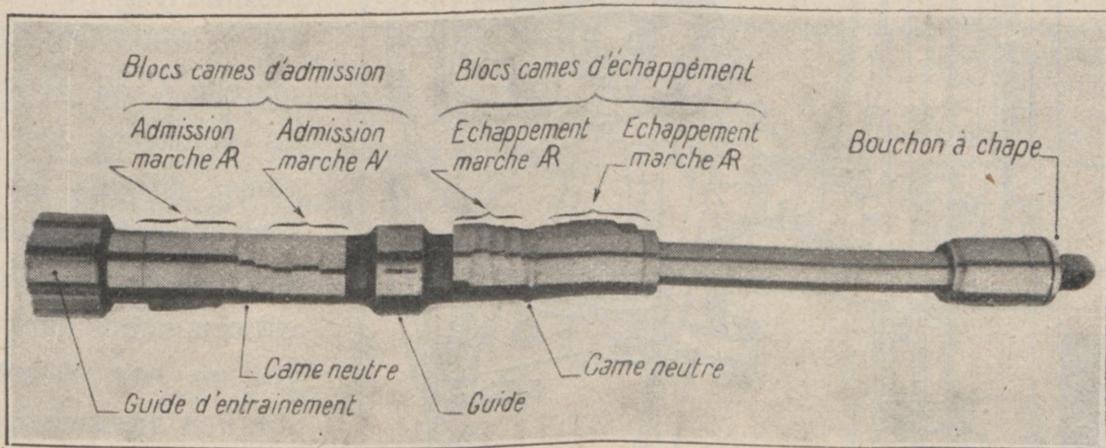
(4) La came neutre (by-pass) et les cames d'admission (marche R) sont à l'intérieur de la douille d'entraînement à cannelures et ne sont pas visibles sur la photographie.

d'échappement ouvertes. Cette position correspond au 0 du changement de marche : on réalise ainsi le *by-pass* (Fig. 6).

Sur les blocs cames roulent des galets portés par les *leviers intermédiaires*, lesquels attaquent les tiges de soupape par l'intermédiaire de *poussoirs*.

Un ressort à boudin assure la fermeture de chaque soupape (Fig. 4).

Fig. 6. — ARBRE A CAMES BP.



4° *Mouvement de rotation des arbres à cames* (Fig. 7). — Le mouvement de rotation des arbres à cames est commandé par le deuxième essieu couplé, avec, sur chaque roue, une prise de mouvement pour le groupe d'arbres à cames HP et BP situés du même côté que la roue. A cet effet sont calées, sur les boutons de manivelle du 2^{me} essieu, des contre-manivelles,

dont les axes des tourillons sont dans le prolongement de celui de l'essieu. Sur ces contre-manivelles sont montées les boîtes de prise de mouvement comprenant chacune une roue et

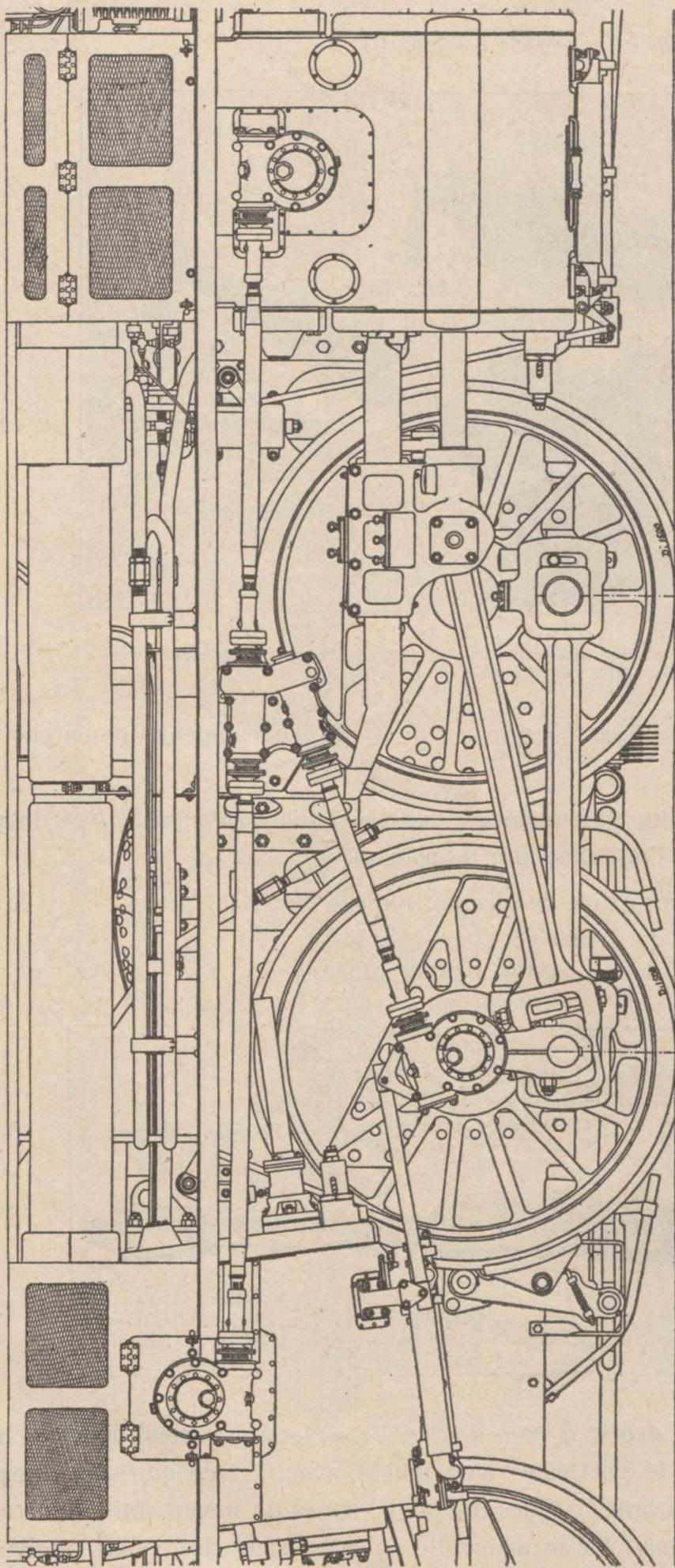


Fig. 7. — TRANSMISSION DU MOUVEMENT DES ESSIEUX AUX ARBRES A CAMES.

une vis sans fin, la roue étant calée sur le tourillon de la contre-manivelle. Des arbres de transmission tubulaires avec cardans « Méchanics » et joints coulissants transmettent le mouvement aux boîtes intermédiaires et aux vis sans fin des boîtes à cames. Les boîtes de prise de mouvement étant solidaires de l'essieu, les cardans et les joints coulissants permettent les déplacements dans le sens vertical et dans le sens latéral; leur rotation est empêchée par une bielle articulée fixée au cylindre HP.

Toutes les vis sans fin sont à 5 filets et toutes les roues ont 24 dents; le nombre de tours des arbres de transmission est donc égal à 4,8 fois celui des essieux accouplés.

5° *Changement de marche et conjugaison des distributions* (Fig. 3, 8 et 9). — La *variation d'admission* en marche *N* ou *R* est obtenue en déplaçant les arbres à cames suivant leur axe et tous d'une même longueur. Le changement de marche est commandé dans la cabine par *un seul volant* agissant sur une transmission à cardans par l'intermédiaire d'une boîte à engrenages. Le mouvement de rotation ainsi obtenu est transformé en un mouvement rectiligne par une

roue et une crémaillère, laquelle, par l'intermédiaire d'arbres à leviers et de bielles, entraîne le déplacement suivant leur axe des 4 arbres à cames. Les déplacements des

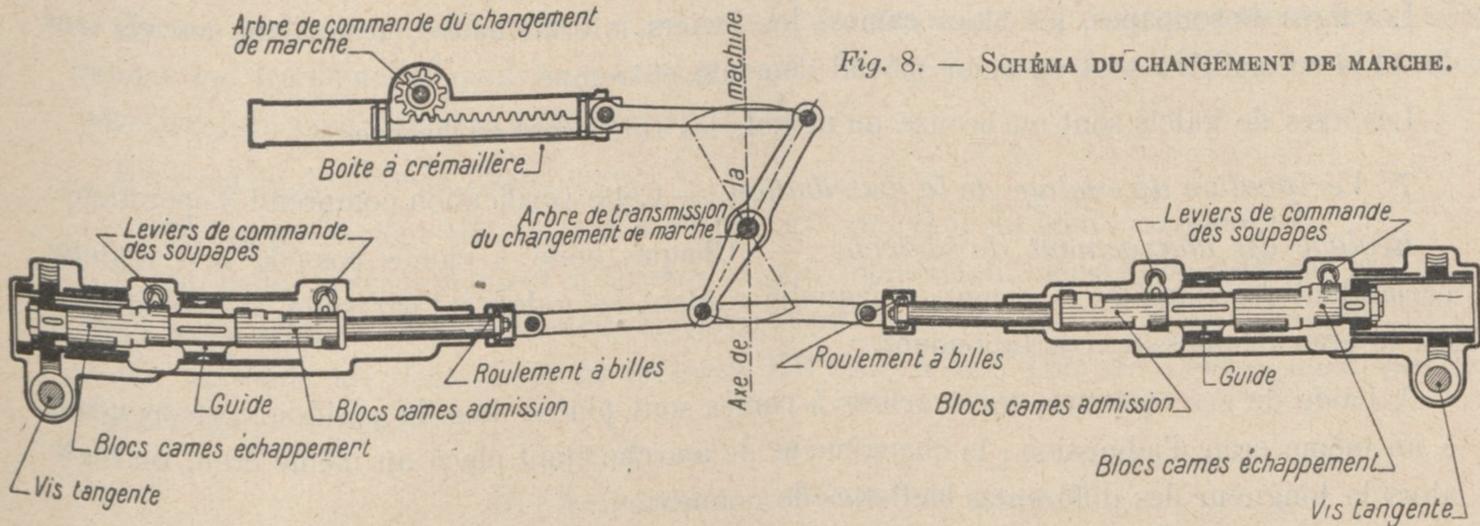
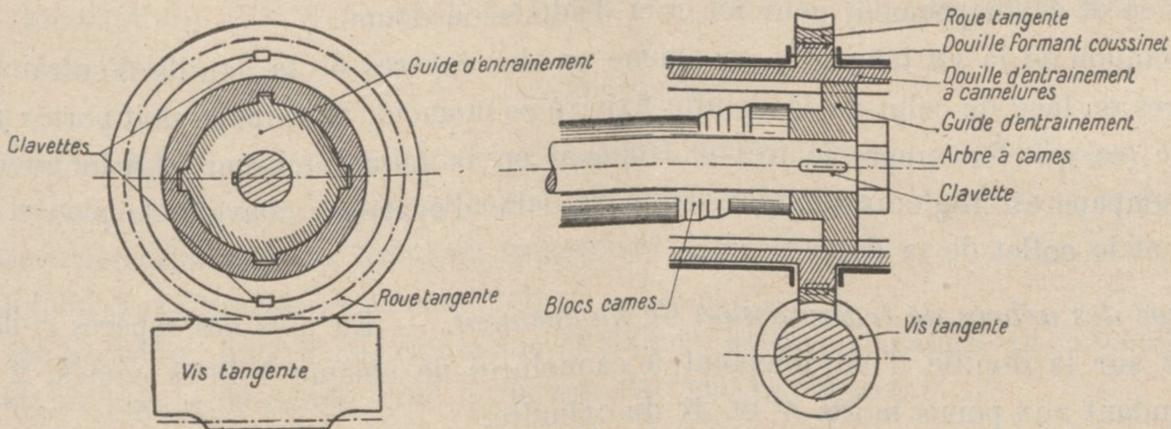


Fig. 8. — SCHÉMA DU CHANGEMENT DE MARCHÉ.

arbres à cames HP et BP sont donc liés, si bien que les distributions HP et BP sont conjuguées comme sur la presque totalité des locomotives compound de la Compagnie P.-L.-M.

Fig. 9. — SCHÉMA DE LA TRANSMISSION DES MOUVEMENTS DE ROTATION ET DE TRANSLATION AUX ARBRES A CAMES.



La manœuvre du changement de marche est particulièrement facile (1).

Le tableau ci-dessous donne les correspondances entre les admissions HP et BP ainsi que les levées des soupapes à ces différents crans de marche :

Sens de marche	Correspondance des admissions		Levée des soupapes des cylindres HP		Levée des soupapes des cylindres BP	
	HP	BP	admission	échappement	admission	échappement
	Fond de course	Fond de course	mm	mm	mm	mm
Marche <i>N</i> ..	65	75	18	20	21	23
	50	63	18	20	21	23
	45	56	18	20	21	23
	40	50	18	20	21	23
	35	44	16	20	16	23
Point mort.	30	40	8	16	8	16
	0	0	0	8	0	8
Marche <i>R</i> ..	40	50	8	16	8	16
	50	63	16	20	16	22
	Fond de course	Fond de course	18	20	21	23

(1) Pour un tour du volant de changement de marche, l'arbre de commande fait 1/10 de tour. Pour passer du fond de marche *N* au fond de marche *R*, il faut faire faire 9 tours au volant de changement de marche.

6° *Nature du métal des différents organes de la distribution.* — Les soupapes ont été confectionnées en acier spécial non traité ($R = 40 \text{ kg/mm}^2$, $A \geq 30$).

Les tiges de soupapes, les blocs cames, les leviers intermédiaires, les galets, les vis sans fin et la crémaillère sont en acier spécial cémenté et trempé.

Les axes de galets sont en bronze au nickel, les roues sont en bronze.

7° *Vérification du réglage de la distribution.* — Cette vérification comprend 3 opérations :

Réglage du changement de marche. — Chaque boîte à cames possède une règlette permettant de connaître la came sur laquelle roulent les galets et, par suite, de savoir quel est le cran d'admission correspondant.

A l'aide de ces règlettes, les 4 arbres à cames sont placés dans la position correspondant à un même cran d'admission ; le changement de marche étant placé au même cran, on règle alors la longueur des différentes biellettes de connexion.

Réglage de la longueur des tiges de soupapes. — Dans chaque boîte à cames, un certain nombre de repères sont tracés sur la périphérie de la douille d'entraînement à cannelures et un repère est tracé sur la douille fixe. Ces repères, visibles de l'extérieur après enlèvement d'un bouchon, correspondent aux positions d'ouverture et de fermeture des soupapes d'admission et d'échappement pour un cran d'admission donné.

Par rotation de la vis tangente, on amène un des repères de la douille d'entraînement à cannelures en face de celui de la douille fixe ; à ce moment, la soupape doit porter juste sur son siège (ce que l'on apprécie très exactement en la faisant tourner). La longueur de la tige de soupape est réglée au moyen d'une rondelle d'épaisseur convenable placée entre la soupape et le collet de sa tige.

Réglage des arbres de transmission de mouvement. — En plus des repères ci-dessus, il est tracé sur la douille d'entraînement à cannelures de chaque boîte à cames, 2 repères correspondant aux points morts N et R du cylindre.

Pour monter l'arbre de transmission de mouvement d'une boîte à cames, on place l'essieu moteur du cylindre correspondant à un point mort et on amène le repère convenable de la douille d'entraînement à cannelures en face de celui de la douille fixe ; on peut alors assembler l'arbre de transmission sur la boîte à cames.

8° *Graissage de la distribution.* — Le graissage des tiges de soupapes est assuré par un graisseur mécanique avec anticarboniseurs aux cylindres HP (1).

Les boîtes de prise de mouvement, les boîtes intermédiaires et les boîtes à cames forment des carters étanches contenant de l'huile à un niveau bien défini ; le graissage des divers organes contenus dans ces boîtes est ainsi assuré par barbotage et projection.

(1) Le graisseur mécanique utilisé est un graisseur Bourdon FSA à 12 départs, avec, pour chaque cylindre, trois départs répartis de la façon suivante :

- un pour le cylindre,
- un pour les tiges des soupapes d'admission (avec conduite bifurquée),
- un pour les tiges des soupapes d'échappement (avec conduite bifurquée).

c) ESSIEUX MOTEURS

Le diamètre au roulement des roues motrices est de 1,500 m.

Comme indiqué au début de la présente note, deux bielles d'accouplement intérieures relient les troisième et quatrième essieux, qui, de ce fait, sont coudés; ces essieux sont polyblocs, en cinq morceaux, et autoéquilibrés.

D'un même côté de la locomotive :

- le bouton moteur HP est calé à $172^{\circ}52'30''$ en avant du bouton moteur BP,
- la bielle d'accouplement intérieure a son mouvement décalé de 180° par rapport à celui de la bielle d'accouplement extérieure avant.

Par ailleurs les deux boutons moteurs HP sont à 90° l'un de l'autre, ainsi que les deux boutons moteurs BP.

d) DÉPLACEMENT LATÉRAL DES ESSIEUX

Les boîtes à huile du deuxième essieu permettent, de chaque côté, un déplacement latéral de 25 mm de l'essieu sous le châssis et sont munies d'un dispositif de rappel par ressorts en hélice conique.

Les quatrième, cinquième et sixième essieux ont leurs boudins amincis.

Les locomotives 151.A peuvent, en voie de 1,450 m, s'inscrire dans des courbes de 140 m de rayon.

e) SUSPENSION

La partie suspendue repose, dans le sens longitudinal, sur trois points d'appui :

- le bissel avant muni de ressorts en hélice et le deuxième essieu avec ressorts à lames conjugués par balanciers (un balancier transversal en avant du deuxième essieu et un balancier longitudinal dans l'axe de la locomotive),
- les troisième, quatrième, cinquième et sixième essieux accouplés au moyen de ressorts à lames conjugués de chaque côté de la machine par balanciers,
- le bissel arrière.

5° Détails divers.

a) SOUPAPES DE SÛRETÉ

Les deux soupapes de sûreté de la chaudière sont du genre Consolidated à charge directe.

b) RÉGULATEUR

Le régulateur est à double siège, avec soupape guidée en dessous du siège inférieur.

c) ÉCHAPPEMENT

De construction, les locomotives 151.A ont été munies de l'échappement variable à trèfle type P.-L.-M.

En raison des bon résultats obtenus sur la locomotive 241.C-1 et sur des locomotives Pacific avec un échappement double, variable, avec croisillons et petticoats type P.-L.-M., un pareil échappement :

- a été appliqué d'office sur la locomotive 151.A-1 qui a subi les essais spéciaux avec wagon dynamomètre,
- doit être appliqué ultérieurement sur les neuf autres locomotives.

d) FREIN

La machine est munie des organes du frein à air comprimé automatique et modérable, système Westinghouse-Henry.

La pompe à air est du type bi-compound.

Le frein agit sur quatre essieux couplés seulement; la locomotive est freinée à 66 % du poids, sur rails, des cinq essieux couplés.

e) CONTRE-VAPEUR

Un robinet d'injection d'eau et de vapeur permet d'envoyer le mélange dans l'échappement des cylindres BP pendant la marche à contre-vapeur.

f) SABLIERES

La locomotive est munie de deux sablières à vapeur système Gresham accolées au dôme de prise de vapeur et permettant d'amener le sable sur les rails soit à l'avant des troisième et sixième essieux, soit à l'arrière des troisième et cinquième essieux.

g) CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR

La machine possède une prise de vapeur et un robinet détenteur genre Mason permettant le chauffage par la vapeur du train remorqué.

h) INDICATEURS-ENREGISTREURS DE LA VITESSE ET DE LA PRESSION DU CHAUFFAGE
PAR LA VAPEUR ET AVERTISSEUR-ENREGISTREUR DE SIGNAUX A L'ARRÊT

La locomotive est munie d'un appareil indicateur-enregistreur de vitesse système Flaman, d'un avertisseur-enregistreur de signaux franchis à l'arrêt et d'un indicateur-enregistreur de la pression de la vapeur dans la conduite de chauffage du train.

i) ÉCLAIRAGE

La locomotive est éclairée électriquement par le courant d'une turbo-dynamo Sunbeam de 0,500 kW placé à l'avant, côté droit, sur le coffre du cylindre de détente.

6° **Caractéristiques principales de la locomotive.**

La figure 10 donne les caractéristiques principales des locomotives 151.A.

III. — ESSAIS EFFECTUES AVEC LES LOCOMOTIVES 151.A
ET RÉSULTATS OBTENUS

A. — **Essais effectués avec les locomotives 151.A
munies de l'échappement d'origine type P.-L.-M. (à trèfle).**

1° ESSAIS A DES TRAINS DU SERVICE COURANT

Des essais à des trains du service courant en tête desquels on avait placé une voiture dynamomètre ont été effectués, non seulement sur le réseau du P.-L.-M., mais aussi sur les réseaux de l'Est et du Nord, avec la locomotive 151.A-10, qui avait encore son échappement d'origine (échappement simple P.-L.-M. à trèfle).

Parmi les résultats obtenus, nous nous bornerons à citer le plus intéressant.

Le 22 Mai 1933, la locomotive 151.A-10 a remorqué, sur le réseau du Nord, de Lens au Bourget, 223 km avec rampe maximum de 5 mm/m, un train de 2 599 t formé de 51 véhicules (dont 49 à bogies).

Les caractéristiques de la marche ont été les suivantes :

Gares	Distances (km)	Durée du parcours	Vitesses moyennes (km/h)
Lens.....	83,6	1 h 32' 1/2	54,2
Longueau.....			
Le Bourget	139,4	2 h 47'	50,0

Ont été enregistrées, au cours de la remorque de ce train, des puissances au crochet de traction qui, en pointe, ont dépassé 2 700 ch, la puissance soutenue ayant paru être de l'ordre de 2 300 ch.

2° ESSAIS SPÉCIAUX A VITESSE CONSTANTE

Des essais spéciaux à vitesse constante n'ont été effectués que dans le but d'avoir des données en vue d'une comparaison entre l'échappement d'origine P.-L.-M. (à trèfle) et l'échappement double type P.-L.-M. (à croisillons).

Ces essais ont montré en particulier qu'à la vitesse de 75 km/h :

- il n'est pas possible, avec une admission de 45 %, de maintenir le timbre et le niveau de l'eau sur un parcours supérieur à 30 km ;
- il n'est pas possible, avec une admission de 50 %, de maintenir le timbre sur un parcours supérieur à 15 km.

Les puissances relevées au crochet de traction d'un tender de 30 m³ ont été les suivantes :

2 450 ch.....	(45 % — 75 km/h)
2 480 ch.....	(50 % — 75 km/h)

B. — Essais effectués avec la locomotive 151.A-1 munie de l'échappement double type P.-L.-M. (à croisillons).

Comme tous les prototypes lancés par la Compagnie P.-L.-M. depuis quelques années, la locomotive 151.A-1 fut, après mise au point et application d'un échappement double type P.-L.-M., soumise à des essais méthodiques en suivant la méthode d'expérimentation dite « à vitesse constante » (voir à ce sujet notre article sur la locomotive à haute pression 241.B-1 paru dans la *Revue Générale* de Janvier 1932).

Nous nous bornerons ici à donner les résultats les plus importants :

1° EFFORT ET PUISSANCE AU CROCHET DE TRACTION DU TENDER

Les figures 11 et 12 donnent les courbes des efforts et puissances au crochet de traction d'un tender de 30 m³, aux vitesses $V = 45, 60, 75, 85$ km/h, et pour des admissions $i = 35, 40, 45, 50$ et 65 %.

Les courbes en traits pleins qui se rapportent à un régime soutenu sur 92 km ont été

prolongées en pointillé de façon à englober les essais partiels (45 %, 85 km/h — 50 %, 75 km/h — 65 %, 60 km/h) effectués sur des parcours relativement faibles.

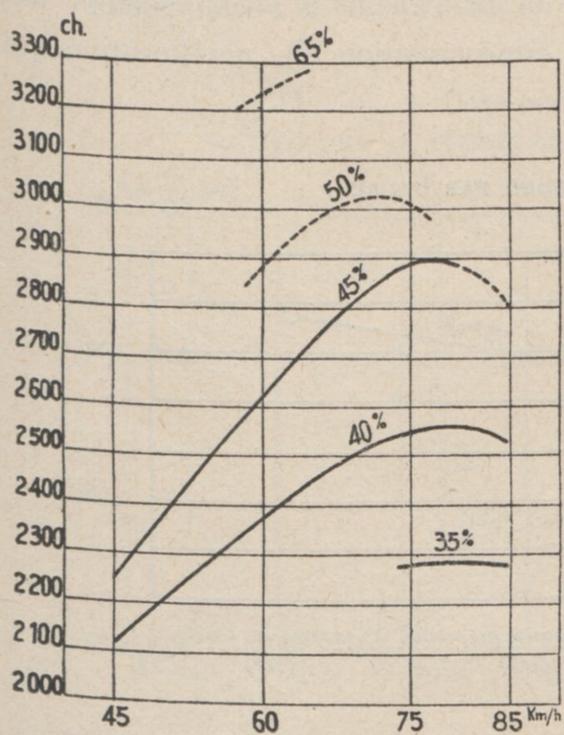
- Puissance maximum soutenue sur 92 km : 2 892 ch à 75 km/h.
- Puissance soutenue sur 5 km : 3 248 ch à 60 km/h.

Les puissances sont de beaucoup supérieures à celles qui ont pu être atteintes avec l'échappement d'origine type P.-L.-M. (à trèfle) et montrent ainsi la supériorité du nouvel échappement double type P.-L.-M. (à croisillons).

En présentant ces résultats, nous croyons devoir préciser la façon dont ils ont été obtenus. Il importe en effet, lorsqu'on parle de la puissance maximum obtenue au cours d'un essai, de bien définir le terme employé. Est-ce la puissance maximum qu'on peut soutenir indéfiniment ou la puissance maximum qu'on peut soutenir pendant un temps donné t ?

La puissance continue d'une locomotive est, par définition, celle qui peut être maintenue indéfiniment (tout au moins théoriquement), dans un essai à vitesse constante (autrement dit, le régime est permanent).

Fig. 12. — PUISSANCE AU CROCHET DE TRACTION DU TENDER.



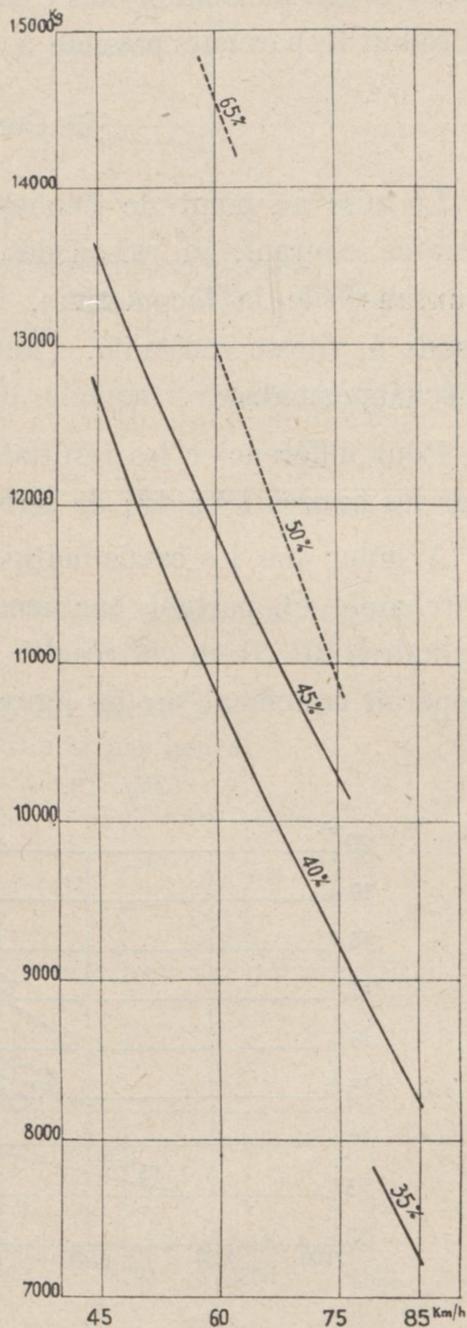
La puissance « temporaire » qu'on peut soutenir pendant un temps t (1 heure ou 5 minutes par exemple) est celle qui peut être obtenue dans un essai à vitesse constante, en acceptant que le

niveau de l'eau dans la chaudière puisse baisser d'une certaine quantité (autrement dit, le régime n'est plus permanent et on fait appel à la réserve de calories contenues dans la chaudière).

L'admission de vapeur aux cylindres se trouve ainsi être d'autant moins forte et, par suite, la puissance développée d'autant plus faible que la durée du régime est plus longue.

A cette cause de diminution de puissance afférente aux longs parcours, s'en ajoute une

Fig. 11. — EFFORT AU CROCHET DE TRACTION DU TENDER.



autre, à savoir, l'encrassement de la grille, qui est fonction à la fois de l'activité et de la durée de la combustion. Il est alors nécessaire d'augmenter le tirage en serrant l'échappement, et cela d'autant plus que le régime doit être soutenu plus longtemps; or tout serrage de l'échappement entraîne une augmentation de la contrepression aux cylindres et partant une diminution de la puissance (1).

Ces remarques faites, nous précisons que tous nos essais à vitesse constante sont effectués sur le parcours Laroche-Les Laumes (102 km) et que, sauf indication contraire, les puissances maxima mentionnées sont les puissances temporaires relatives à la durée de ce parcours (dans le cas particulier des essais de la locomotive 151.A-1, un ralentissement de la voie a réduit le parcours possible à 92 km).

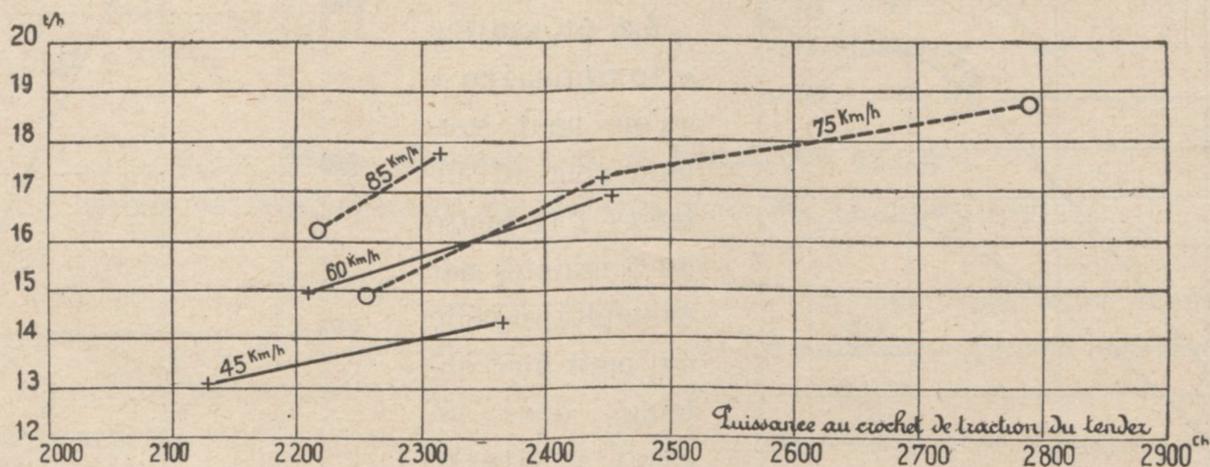
2° CONSOMMATIONS D'EAU ET DE CHARBON.

La mise au point de l'échappement double n'ayant pu être terminée à des trains du service courant, en raison des charges relativement faibles de ces trains (par rapport à la puissance de la locomotive), nous avons été amenés à modifier légèrement, au cours des essais à vitesse constante, l'une des caractéristiques (diamètre des croisillons) du dispositif d'échappement.

Pour différencier les résultats obtenus avant et après la modification, il a été fait usage, sur les figures 13 à 16, de signes conventionnels différents (○ et +).

A noter que les essais marqués ○ ont été caractérisés par une plus forte température de surchauffe et, partant, par une plus forte température de la vapeur à l'échappement des cylindres BP. Il en est résulté une amélioration de la consommation (2), amélioration qui apparaît nettement sur les figures 13 et 14.

Fig. 13. — CONSOMMATION D'EAU DU TENDER PAR HEURE.



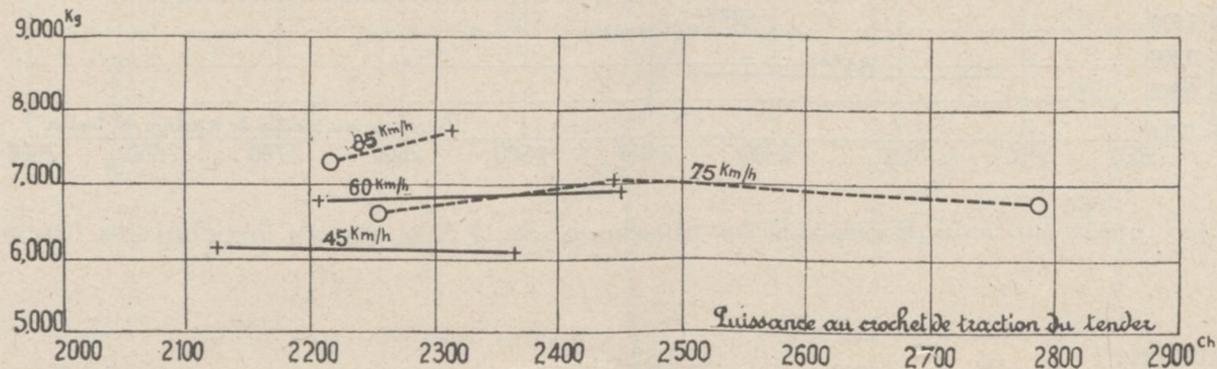
(1) Sur les machines à échappement fixe, si on veut obtenir à priori de fortes activités de combustion sur de longs parcours, il faut calculer l'échappement en conséquence et admettre, par suite, qu'en régime non poussé on perdra de la puissance, ou, ce qui reviendra au même, que la consommation spécifique du moteur sera augmentée.

(2) L'amélioration résulte à la fois du fait que la température à l'entrée des cylindres HP a été augmentée et que le point représentatif de la vapeur à l'échappement BP s'est éloigné davantage de la zone de saturation (dans les essais marqués +, le degré de surchauffe à l'échappement BP n'a été que de quelques degrés; dans ceux marqués ○, il a dépassé 20°).

a) *Consommation d'eau du tender.* — Les figures 13 et 14 donnent respectivement, en fonction de la puissance au crochet de traction du tender, la consommation d'eau du tender totale et par heure et la consommation par cheval-heure au crochet de traction du tender.

Cette dernière augmente de 6 à 8 kg quand la vitesse augmente de 45 à 85 km/h.

Fig. 14. — CONSOMMATION D'EAU DU TENDER PAR CHEVAL-HEURE AU CROCHET DE TRACTION DU TENDER.

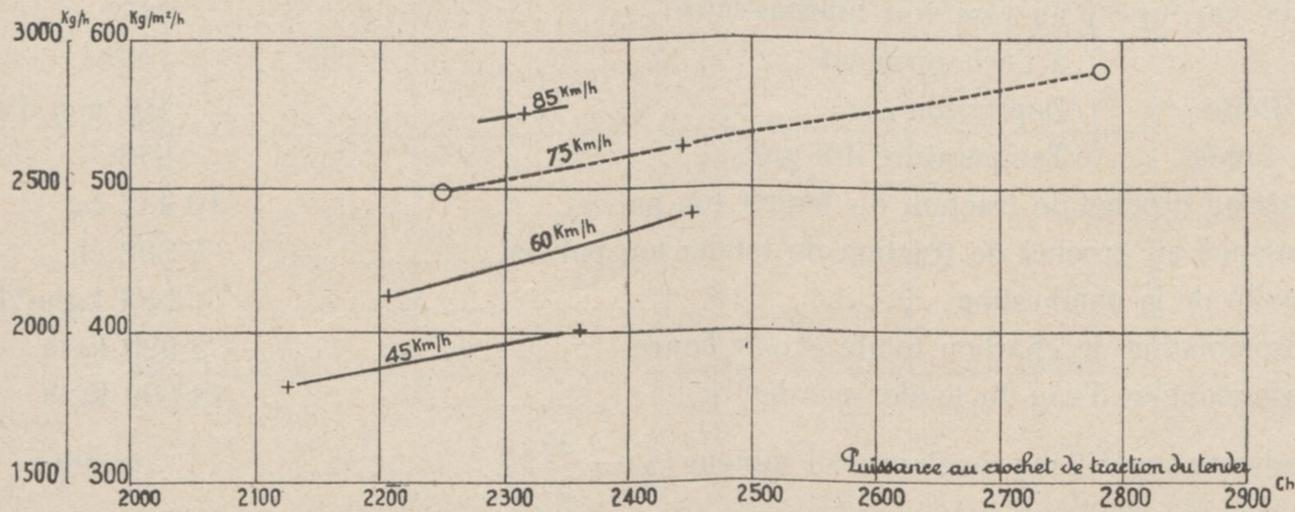


b) *Consommation de charbon.* — Les figures 15 et 16 donnent respectivement, en fonction de la puissance au crochet de traction du tender :

— d'une part, la consommation totale de charbon par heure et l'activité horaire de la combustion ;

— d'autre part, la consommation de charbon par cheval-heure au crochet de traction.

Fig. 15. — CONSOMMATION DE CHARBON TOTALE ET PAR HEURE. ACTIVITÉ DE LA COMBUSTION (par m² de surface de grille et par heure).



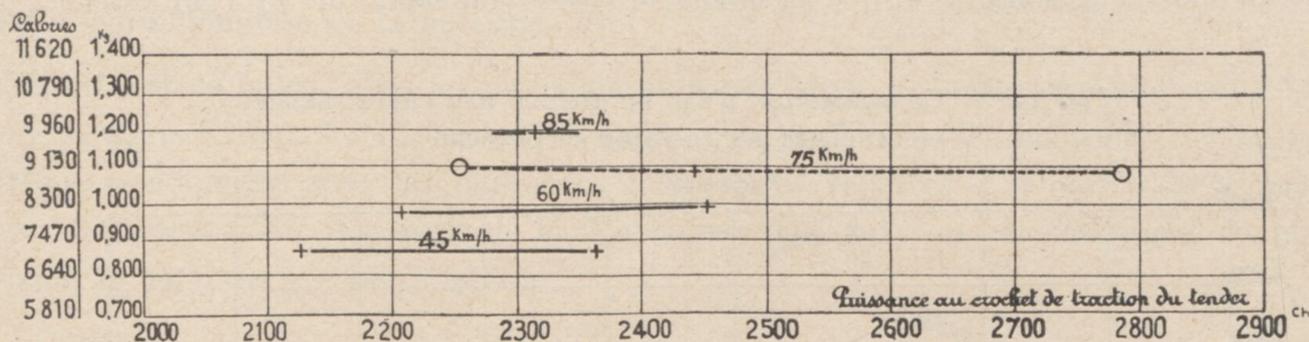
Au cours des essais :

- l'activité horaire de la combustion a varié de 368 à 584 kg/m²/h,
- la consommation de charbon par cheval-heure au crochet de traction du tender a varié de 0,850 à 1,200 kg ⁽¹⁾.

(1) Consommation exprimée en charbon de pouvoir calorifique supérieur égal à 8 300.

Nous indiquerons, pour terminer, les chiffres les plus caractéristiques de l'essai au cours duquel a été soutenue sur un parcours de 92 km, à vitesse rigoureusement constante (sans

Fig. 16. — CONSOMMATION DE CHARBON PAR CHEVAL-HEURE AU CROCHET DE TRACTION DU TENDER.



le moindre arrêt ou ralentissement) la puissance de 2 892 ch au crochet de traction du tender :

Admission	} cylindres HP	45 %		
		} cylindres BP	56 %	
Serrage de l'échappement.....			$\frac{4 \frac{1}{2}}{10}$	
Vitesse.....		74,8 km/h		
Pression	} à la chaudière (1).....	20,8 kg/cm ²		
		} aux boîtes à vapeur HP	19,500	
			} au réservoir intermédiaire	4,850
				} à l'échappement
Température de la vapeur	} au collecteur.....	403°		
		} aux boîtes à vapeur HP	397°	
			} au réservoir intermédiaire	245°
				} à l'échappement
Boîte à fumée	} Dépression	195 mm d'eau		
		} Température des gaz.....	376°	
Effort au crochet de traction du tender (en palier).....			10 442 kg	
Puissance au crochet de traction du tender (en palier).....		2 892 ch		
Activité de la combustion.....		584 kg/m ² /h		
Consommation de charbon totale et par heure		2 920 kg/h		
Consommation d'eau du tender par heure.....		18 500 kg/h		
Rendement spécifique de l'appareil moteur ($\alpha = \frac{\Delta\lambda_R}{\Delta\lambda_T}$).....		0,829		
Rendement thermique théorique du moteur ($\rho_T = \frac{\Delta\lambda_T}{\lambda}$).....		0,193		
Rendement thermique réel du moteur ($\rho_M = \frac{\Delta\lambda_R}{\lambda} = \rho_T \alpha$).....		0,160		
Rendement spécifique des cylindres HP.....		0,935		
Rendement spécifique des cylindres BP.....		0,709		

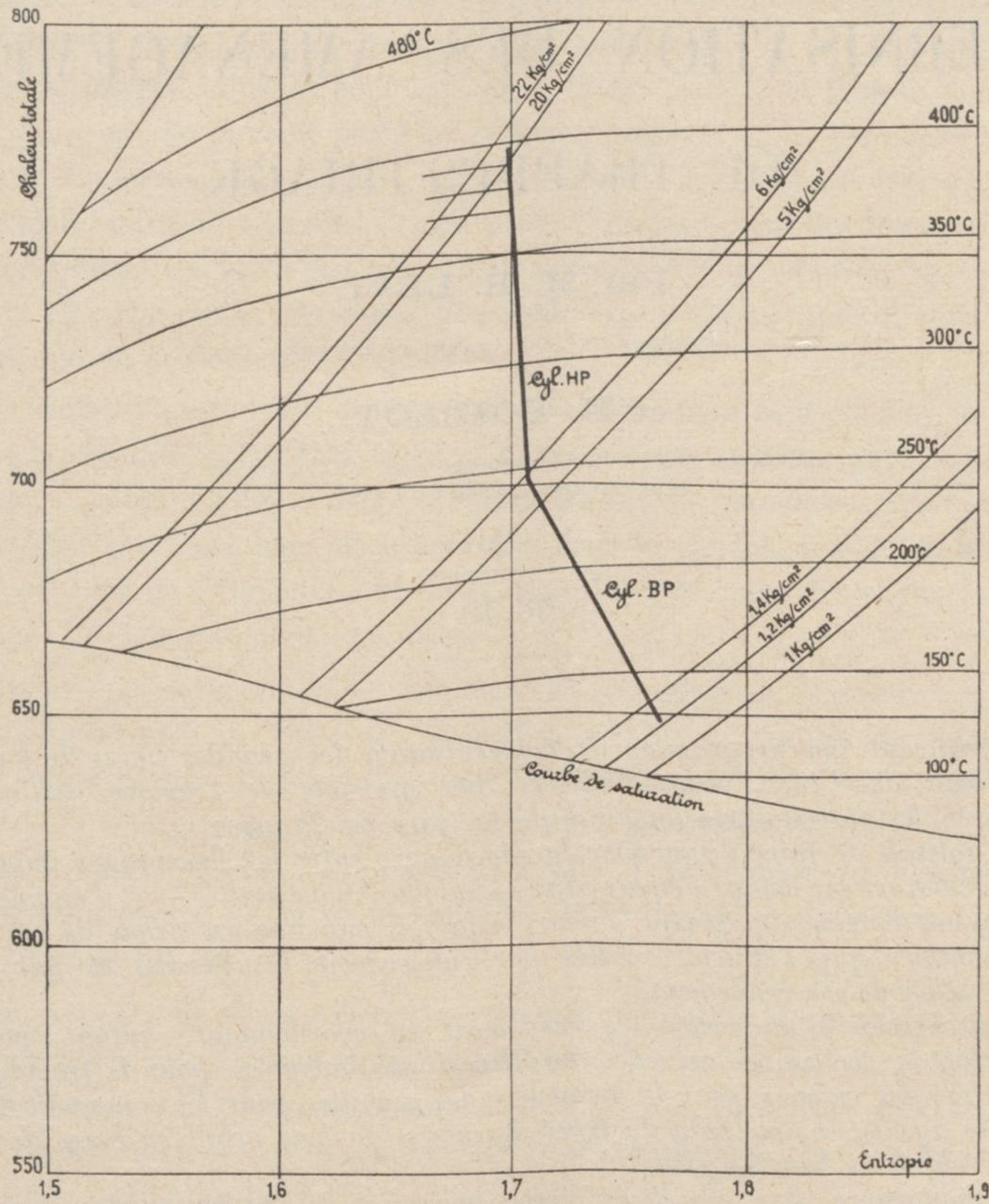
(1) En vue d'éviter les pertes de vapeur par les soupapes de sûreté, la chaudière de la locomotive 151.A-1 a été timbrée, pour les essais, à 21 kg/cm².

(la figure 17 donne le diagramme de Mollier de l'utilisation de la vapeur dans l'appareil moteur).

A noter que la puissance de 2 892 ch a pu être soutenue pendant 1 h. 1/4, parce que le nouvel échappement a permis de brûler *près de trois tonnes de charbon à l'heure*.

Fig. 17. — DIAGRAMME DE MOLLIER.

Caractéristiques de l'essai : $i_{H.P.} = 45\%$, $i_{B.P.} = 56\%$, $V = 75$ km/h.



P.S. — Depuis qu'ont été écrites les lignes ci-dessus, de nouveaux essais ont été faits avec la locomotive 151.A-1 dont l'échappement double avait été légèrement modifié. Il a été possible alors, au cours d'un essai à vitesse constante effectué le 19 Décembre 1933, par une température extérieure de -3° , de soutenir, sans le moindre arrêt ou ralentissement, *sur un parcours supérieur à 60 km* (des travaux de la voie n'ont pas permis de pousser l'essai sur une plus grande distance), avec une admission de 50 % aux cylindres HP et à la vitesse de 75 km/h, *une puissance au crochet de traction du tender de 3 000 chevaux* (exactement 3 002 ch.).