

LES NOUVELLES LOCOMOTIVES DE BANLIEUE DU CHEMIN DE FER DU NORD

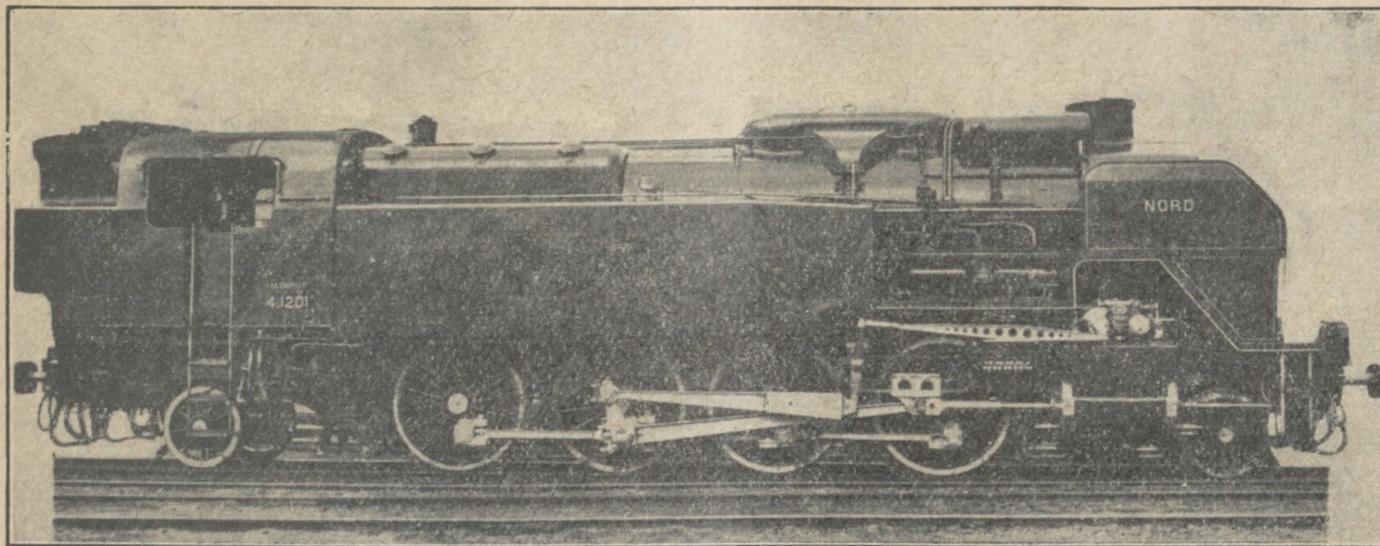
Par M. DE CASO,

INGÉNIEUR CHEF DES ÉTUDES DE LOCOMOTIVES AU CHEMIN DE FER DU NORD.

La machine à vapeur devant être maintenue sur les lignes de banlieue du Réseau du Nord, la création s'imposait d'un type de locomotive apte à satisfaire largement aux exigences accrues du trafic sur ces lignes. Cet article décrit la locomotive nouvelle, dotée des plus récents perfectionnements, qui est le prototype d'une importante série dont la construction est d'ailleurs déjà entreprise. Il s'agit d'une locomotive tender 1-4-1 à simple expansion, haute surchauffe, grand poids adhérent, susceptible, en cas de besoin, de remorquer dans des conditions satisfaisantes un train rapide lourd entre Creil et Paris.

La locomotive dont nous présentons ici la description est le prototype mis au point de la série 4.1200 adoptée par le Chemin de fer du Nord pour la constitution de son parc de banlieue ; quatre autres locomotives identiques sont en cours de construction dans les Ateliers de la Compagnie ; pour l'instant la construction de trente autres a été confiée à l'industrie privée.

Fig. 1.



La réalisation de ce type de machines a été subordonnée à l'observation rigoureuse des principes que nous considérons comme les meilleurs dans le domaine des pressions pour le moment en usage.

a) *Haute surchauffe.* — La température de surchauffe en régime normal a été portée à environ 380°; elle atteint aisément 420° lorsqu'un effort est exigé de la locomotive sur de fortes rampes.

b) *Simple expansion.* — Une vapeur ainsi surchauffée peut subir toute la détente nécessaire dans un moteur à simple expansion grâce à l'emploi de distributeurs assurant en toute indépendance l'admission et l'échappement.

Le mode de distribution adopté est du système « Cossart » (1).

c) *Circulation du fluide.* — Le tracé des canaux a été exécuté aussi conforme qu'il nous a paru aux lois de la circulation la plus prompte de la vapeur.

Les cylindres et les canaux ont été déterminés en premier lieu, les organes de la distribution proprement dite ont été dessinés ensuite, de façon à respecter rigoureusement les conditions du travail le plus parfait du fluide.

d) *Transmission.* — La rotation des arbres à cames est obtenue par le seul emploi d'un système articulé très simple et que nous employons en outre à la compensation partielle des forces d'inertie des organes en mouvement rectiligne alternatif.

e) La possibilité qui s'offrait à nous d'élever la charge par essieu accouplé à 22 tonnes, a permis de construire une locomotive d'un poids adhérent considérable, pourvue d'une chaudière apte à satisfaire aisément aux exigences du futur service de banlieue.

Le faible diamètre des roues motrices (1,550 m), le grand poids adhérent et la grande vitesse de rotation autorisée par le moteur, l'excellente tenue de route de la machine, nous permettent de cumuler les avantages respectifs des locomotives à grande vitesse et des locomotives pour trains de marchandises.

L'expérience a ainsi démontré que conformément à nos désirs, ces locomotives de banlieue seront en mesure de remorquer aisément les lourdes rames métalliques de l'avenir (poids en charge = 500 t) suivant des horaires plus tendus que ceux des trains actuels, composés de matériel non métallique (poids en charge = 330 t) et éventuellement la remorque dans des conditions fort honorables de trains rapides entre Creil et Paris, en cas de demande de réserve en un point quelconque de ce parcours.

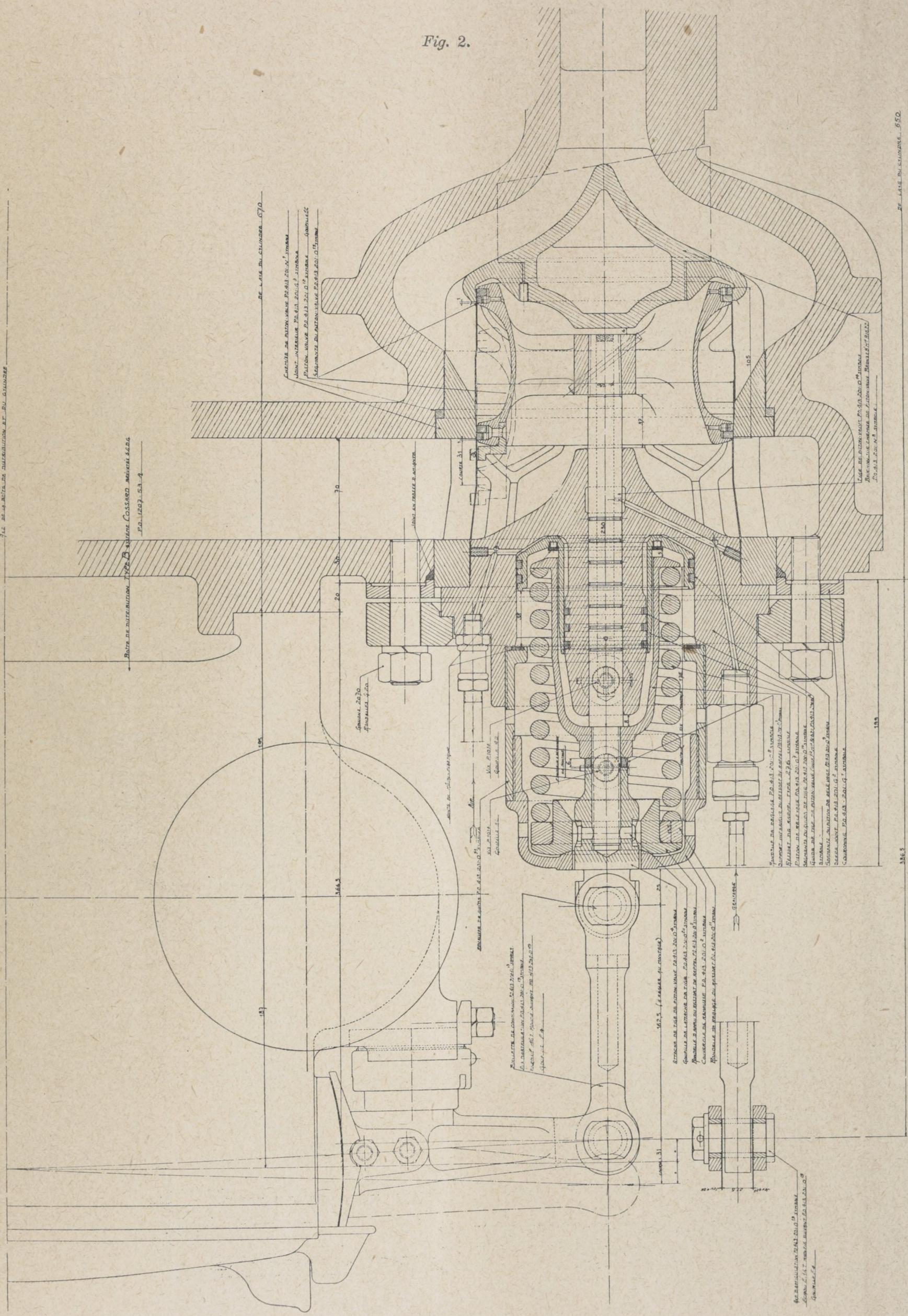
f) Le tableau ci-dessous précise les données numériques principales :

Timbre		18 Hpz			
Grille	{	Longueur	3 100		
		Largeur	1 000		
Tubes à fumée...	{	Gros tubes pour vapeur surchauffée	{	Nombre	32
		Serve	{	Diamètre	135/143
			{	Nombre	65
		Lisses	{	Diamètre	65/70
{	Nombre		36		
		Diamètre	45/50		
Distances entre plaques tubulaires.....		4 750			
Cylindres.....	{	Diamètre.....	640		
		Course.....	700		
Diamètre des roues	{	Accouplées	1,550		
		Bissels.....	950		
Poids de la machine.....	{	A vide.....	98 t		
		En ordre de marche.	122 t		
Approvisionnement	{	Eau	10 m ³		
		Combustible.....	5 t		

(1) Voir *Revue Générale*, N° de Février 1933, p. 178.

BOITE DE DISTRIBUTION TYPE A MARQUE COSSARD MARQUE S.E.G. No. 1207.53.4

Fig. 2.



DE LA VILE DU CILINDRE 670

COUVERCLE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0¹ 1^{re} version
BOITE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0² 1^{re} version
BOITE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0³ 1^{re} version
BOITE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0⁴ 1^{re} version

BOITE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0⁵ 1^{re} version

BOITE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0⁶ 1^{re} version

BOITE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0⁷ 1^{re} version

BOITE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0⁸ 1^{re} version

BOITE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0⁹ 1^{re} version

BOITE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0¹⁰ 1^{re} version

BOITE DE DISTRIBUTION PO. 413.201.0¹¹ 1^{re} version

A. — *Chaudière* : La construction de la chaudière et de ses accessoires est subordonnée à l'exécution de notre premier programme de standardisation, tel qu'il vient d'être exposé dans la *Revue* ⁽¹⁾ (elle dérive de celle des Pacific 31.200).

Le surchauffeur leur est commun.

Le cendrier et ses organes mobiles sont solidaires de la chaudière seule, qui est équipée d'un robinet de vidange commandé à distance du poste du chauffeur.

B. — *Moteur* à deux cylindres et simple expansion.

La distribution est à obturateurs indépendants à l'admission et à l'échappement. Successivement, nous avons essayé sur la même locomotive les soupapes et les pistons-valves ; ces derniers se sont révélés très supérieurs pour cette raison fort importante qu'ils sont en mouvement au moment précis de l'ouverture et de la fermeture des lumières. Le laminage est encore réduit et les reprises sont tout à fait remarquables (Fig. 2).

L'étanchéité des pistons-valves s'est révélée supérieure à celle des soupapes.

A ces avantages fondamentaux s'en ajoutent d'autres :

1° Soustraction presque complète de l'organe distributeur à l'action de la vapeur.

2° Facilité d'entretien.

L'examen de la figure 2 montre clairement le mode de construction. La chemise ajourée dans laquelle se meut le piston-valve a été confectionnée en acier nitruré. La fonte ne pouvait convenir en raison des tensions élevées auxquelles les barrettes sont soumises du fait de la pression exercée par la vapeur sur le bouchon inférieur de la chemise.

L'axe des distributeurs a été choisi perpendiculaire à celui du cylindre, afin que le remplissage s'effectue le plus rapidement possible. Nous avons voulu écarter l'inconvénient inhérent aux tiroirs cylindriques dont certaines régions sont d'une efficacité réduite. De plus, cet axe est dans le plan axial de la lumière.

Une telle disposition combinée avec le profilage le plus complet des parois en contact avec la vapeur est celle qui assure à la fois la plus grande promptitude du remplissage, la réduction des zones tourbillonnaires et la diminution au minimum de l'espace mort, qui est environ égal à 8 % de la cylindrée.

Chacun des distributeurs est pourvu de pistons soumis automatiquement, lorsque le régulateur et les purgeurs sont fermés, à la pression de l'air comprimé : les pistons-valves sont maintenus levés, ce qui réalise un double by-pass et laisse tourner les cames à vide ; une sorte de marche à roue libre est réalisée dans des conditions exceptionnellement favorables.

En régime courant, le cran de marche est de 7 %, assurant une détente plus poussée que dans aucune de nos meilleures locomotives compound.

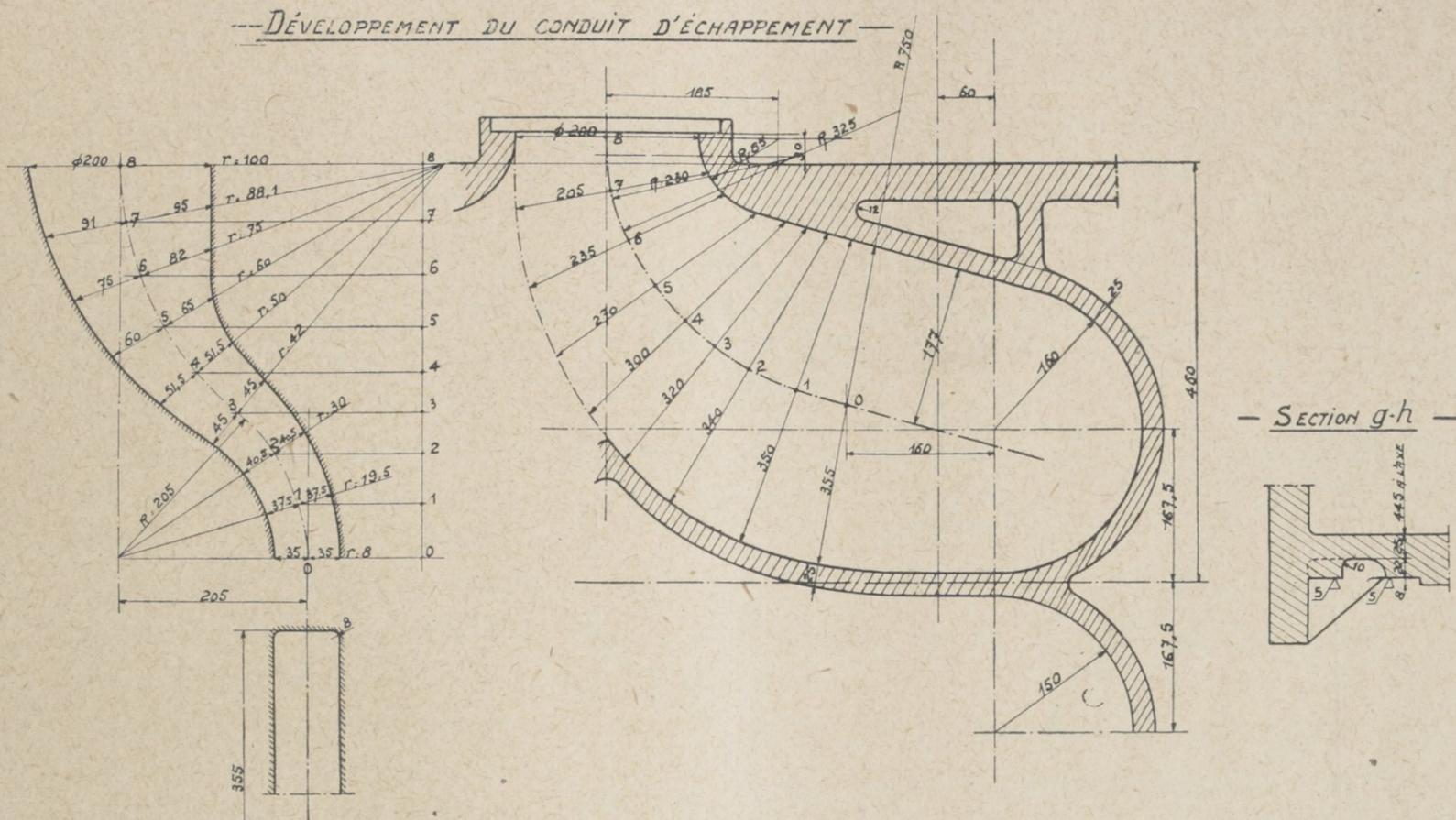
Un cran de marche de 10 % assure le maintien en rampe continue de 5 mm par mètre d'une vitesse constante de 112 km/h à un train de 482 tonnes.

C. — *Cylindres et Canaux*. — A l'examen des cylindres (Voir Fig. 3, 4 et 5) apparaît le souci primordial d'assurer une circulation aisée de la vapeur. Les distributeurs d'admission sont placés à l'extérieur, afin de faciliter la dilatation des cylindres sans dommage pour leur fixation aux longerons.

(1) N° de Février 1933, page 178.

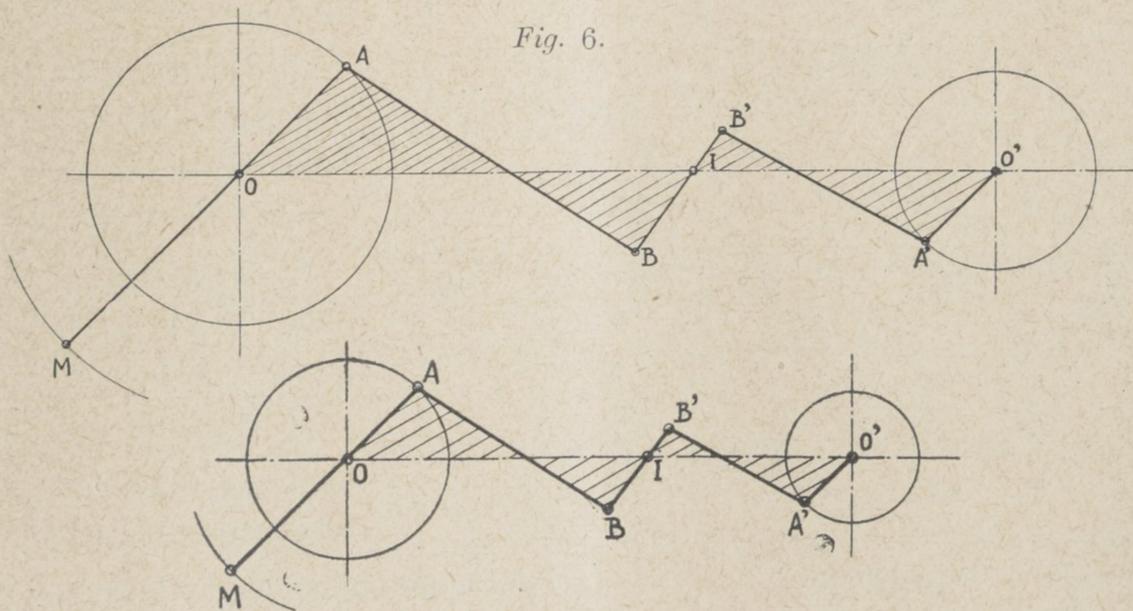
Les pistons ont aussi une forme spéciale, favorisant la promptitude du remplissage des cylindres, les filets de vapeur y pénétrant suivant les trajectoires les plus directes qui se puissent réaliser.

Fig. 5.



Les canaux d'échappement sont également très directs et de larges sections et les deux cylindres à droite et à gauche sont interchangeables.

D. — *Transmission.* — La distribution à cames rotatives est assurée par un système articulé dont le principe n'est pas inédit mais que nous avons exploité d'une façon complète et à un certain point de vue peut-être nouvelle (Fig. 6).



La fusée de la manivelle motrice M est solidaire d'une contre-manivelle M O A telle que les points M et A sont décalés de 180°.

Un balancier BIB' oscille autour d'un axe I fixé sur le châssis. Les extrémités B et B' sont reliées respectivement aux extrémités A de la contre-manivelle déjà définie et A' de la manivelle $O'M'$ montée sur l'arbre d'entraînement des cames.

En plan, les figures $OABI$, $O'A'B'I$ sont semblables par rapport au point fixe I .

Il s'ensuit que le point A' décrit une trajectoire semblable à celle de A et suivant la même loi en fonction du temps.

Il suffit donc de conjuguer deux tels dispositifs sur chacune des manivelles motrices de droite et de gauche pour obtenir un mouvement de l'arbre moteur d'entraînement des cames *synchrone* de celui de l'essieu moteur.

Comme, d'autre part, les points B et B' sont en opposition de phase avec les pièces du mécanisme en mouvement alternatif, il suffit de fixer sur la bielle MB près de B une masse

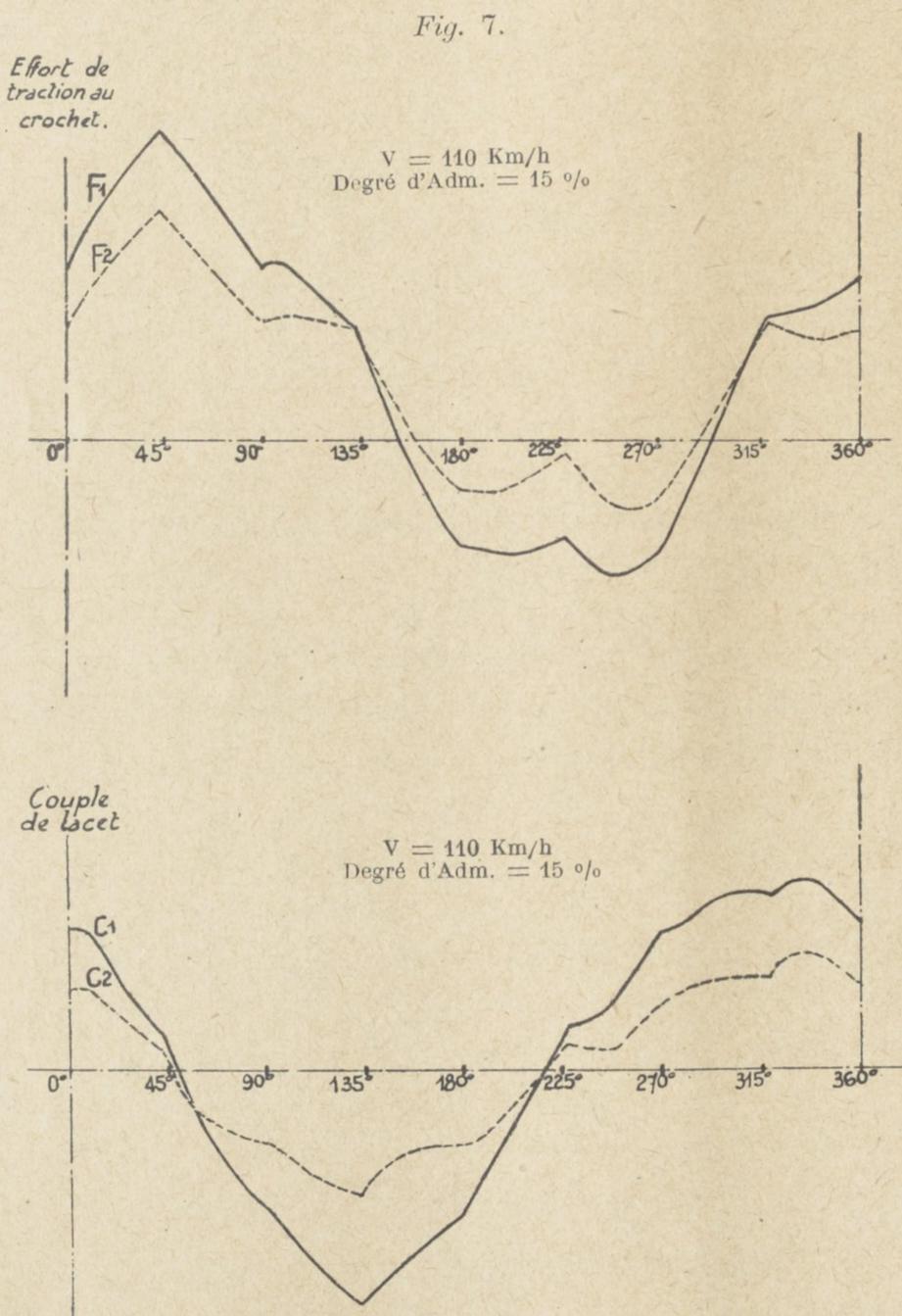
suffisante pour équilibrer dans la proportion que l'on voudra, les forces d'inertie du piston, crosse, etc... du même côté et sans complication mécanique ou dépense quelconque d'entretien. (Cette masse a été choisie égale à 500 kg.)

Une précaution, naturellement, est à prendre en ce qui concerne les mouvements divers de l'essieu moteur dans ses glissières. Les bielles telles que $B'A'$ sont rendues élastiques par un ressort taré initialement à 500 kg et qui protège à la fois le mécanisme et les boîtes à cames.

Ce dispositif s'accommode parfaitement d'une vitesse de sept tours à la seconde sans la moindre apparence de fatigue.

Les articulations sont simplement à œils et lubrifiées à la graisse consistante.

La tenue de route de la locomotive à régulateur ouvert ou fermé est remarquable.



Le diagramme ci-dessus montre la réduction importante du couple de lacet due à l'emploi des masses oscillantes ainsi que la plus grande continuité de l'effort de traction (Fig. 7).

Le trait continu correspond au mécanisme dépourvu de masse compensatrice.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA CONSTRUCTION

Châssis : (Voir Pl. II) à longerons en tôle de 35 mm d'épaisseur, très fortement entretoisés, les supports des glissières de boîtes entre deux essieux consécutifs étant en une seule pièce d'acier moulé formant nervure du longeron.

Une des principales entretoises est celle qui assure à la fois la liaison des longerons et celle des caisses à eau entre elles, et du châssis avec la chaudière.

La suspension se fait en trois points, les essieux moteurs et le bissel arrière sont reliés par des balanciers compensateurs.

Les organes divers d'attelage et de choc étudiés en vue de la marche en réversible combinent le système automatique Willison et l'appareillage normal, de la même manière que sur nos voitures métalliques de banlieue.

Mécanisme. — Les bielles motrices et d'accouplement sont en acier Ni Cr, allégées au maximum. La bielle motrice en particulier, longue de 3,200 m et supportant une charge axiale de 50 tonnes pèse seulement 200 kg.

La masse compensatrice oscillante assure une compensation de 40 % des efforts d'inertie horizontaux, les contrepoids des roues n'étant chargés que de l'équilibrage des masses considérées comme en mouvement de rotation.

Les roues accouplées admettent le bandage normal de nos locomotives à marchandises (1,550 m).

Les essieux montés de bissel sont exactement ceux des bogies des locomotives Pacific.

Tôlerie. — L'abri et la soute à combustible forment un ensemble monobloc entièrement soudé et étanche. Seul un élément du plafond est fixé par boulons, afin qu'il soit possible d'enlever la chaudière sans démonter l'abri, qui fera corps définitivement avec le châssis et sera éventuellement réparé par soudure.

La plus grande attention a été apportée à la réalisation de tout ce qui peut concourir au mieux être du personnel.

La paroi arrière de la boîte à feu est calorifugée, et un fort ventilateur électrique situé au-dessus de la façade est à la disposition du personnel.

La manœuvre des outils à feu de grande longueur est rendue aisée par la présence d'une manche pénétrant à l'intérieur de la soute à charbon.

Un chariot monté sur rails et portant une provision de 500 kg de briquettes peut être amené vers l'intérieur de la cabine pour la plus grande commodité du chauffeur.

La forme de la trémie de la soute permet une excellente visibilité en marche arrière avec le minimum de gêne de la part de la poussière de charbon.

Les manomètres sont groupés sur un tableau de bord lumineux et la caisse à eau de gauche est munie d'un niveau d'eau contenant un flotteur visible le jour et la nuit.

L'abri est à un seul poste de conduite, mais tout est prévu pour l'installation immédiate d'un second poste, si le besoin s'en fait sentir par la suite.

Pour la marche en réversible, la locomotive est pourvue des organes de véritable commande à distance, du système Aubert, qui, comme on le sait, s'exercent sur le régulateur et l'appareil

de changement de marche, avec contrôle de ces deux appareils dans la cabine de la voiture extrême, un appareil téléphonique avec haut parleur complétant la liaison entre le mécanicien et le chauffeur.

Un groupe turbo électrique de 3,5 kW assure la fourniture du courant pour les divers besoins de la locomotive et l'éclairage de la rame.

Signalons, enfin, que cette locomotive, comme toutes celles des séries modernes de la Compagnie du Nord, est pourvue de l'éclairage électrique du mécanisme moteur.

Graissage. — Il est assuré de la façon suivante : deux graisseurs cloisonnés, de notre type standard, à 10 départs, à télescopompes Bourdon, disposés symétriquement, assurent le graissage sous pression des boîtes des roues motrices et des glissières, des cylindres et des pistons-valves avec des huiles appropriées à chaque appareil.

Les tiges de pistons-valves d'admission, ainsi que les boîtes à vapeur, reçoivent de l'huile à surchauffe humidifiée au préalable par de la vapeur saturée.

Le graissage Técalémit est largement diffusé. Il assure la lubrification des parties frottantes des bissels et certaines articulations du mécanisme de transmission.

MISE AU POINT

Résultats des premiers essais.

Les premiers essais ont permis de déterminer d'une façon précise la nature des métaux, le choix et la forme des pièces constituant la boîte de distribution proprement dite et les organes distributeurs. Il va sans dire qu'étant donné les grandes accélérations auxquelles ces pièces sont soumises : (108 m/sec/sec à 100 km/h), aucune erreur, aucune demi-mesure ne trouvent grâce devant l'expérience.

A l'heure actuelle, tous les problèmes posés ont reçu une solution et en particulier la soupape cède le pas au piston-valve, dont la mise au point, qui a été laborieuse, est aujourd'hui réalisée.

La mise au point de cet important système s'est opérée au cours de trois mois d'essais seulement. De nombreux remaniements ont été apportés au dispositif existant actuellement sur la locomotive 4.1201, d'autres ne pourront être exécutés qu'à partir de la locomotive 4.1202. Les dessins donnés ici se rapportent à cette dernière locomotive et aux suivantes.

Résultats de quelques essais

Les premiers essais auxquels la locomotive 4.1201 a été soumise ont été très sévères. Ils ont été effectués en utilisant une charge remorquée d'un poids total de 482 tonnes, formée de 9 voitures métalliques lestées et d'un wagon dynamomètre.

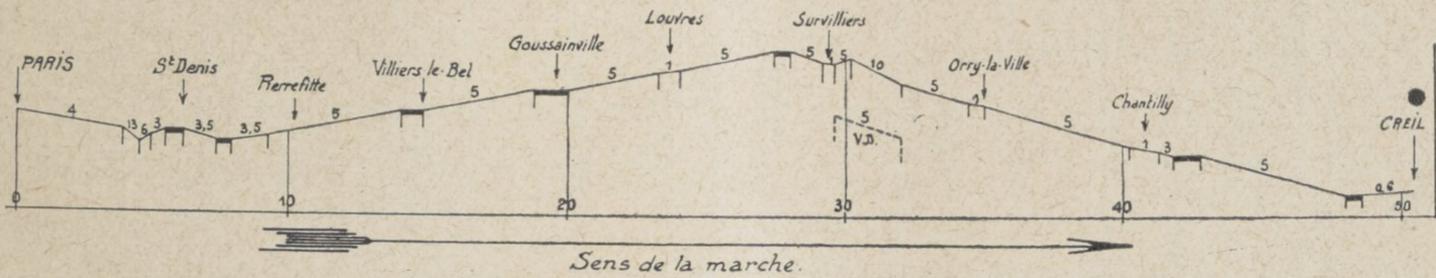
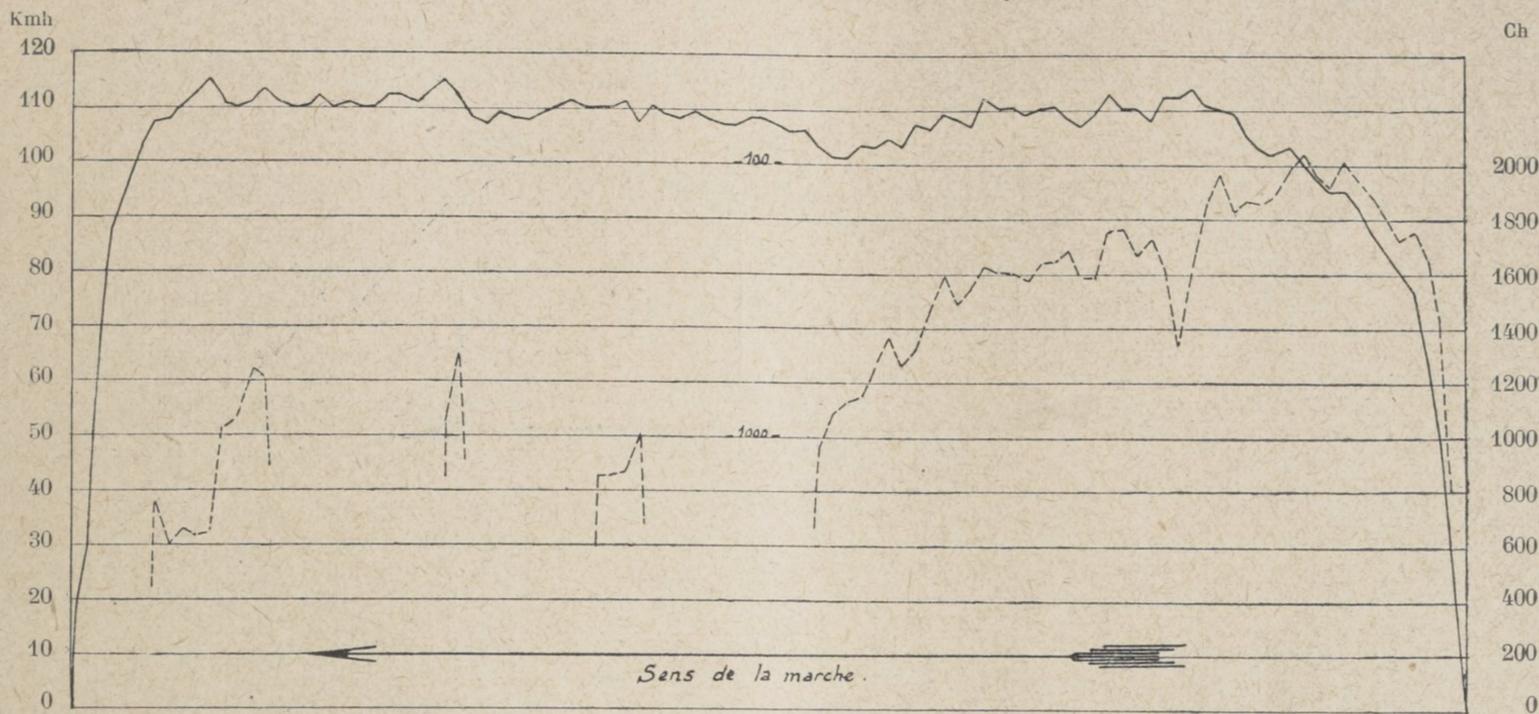
Les résultats ont largement confirmé nos espérances.

Les graphiques très instructifs portés sur les figures 8 et 9 se rapportent :

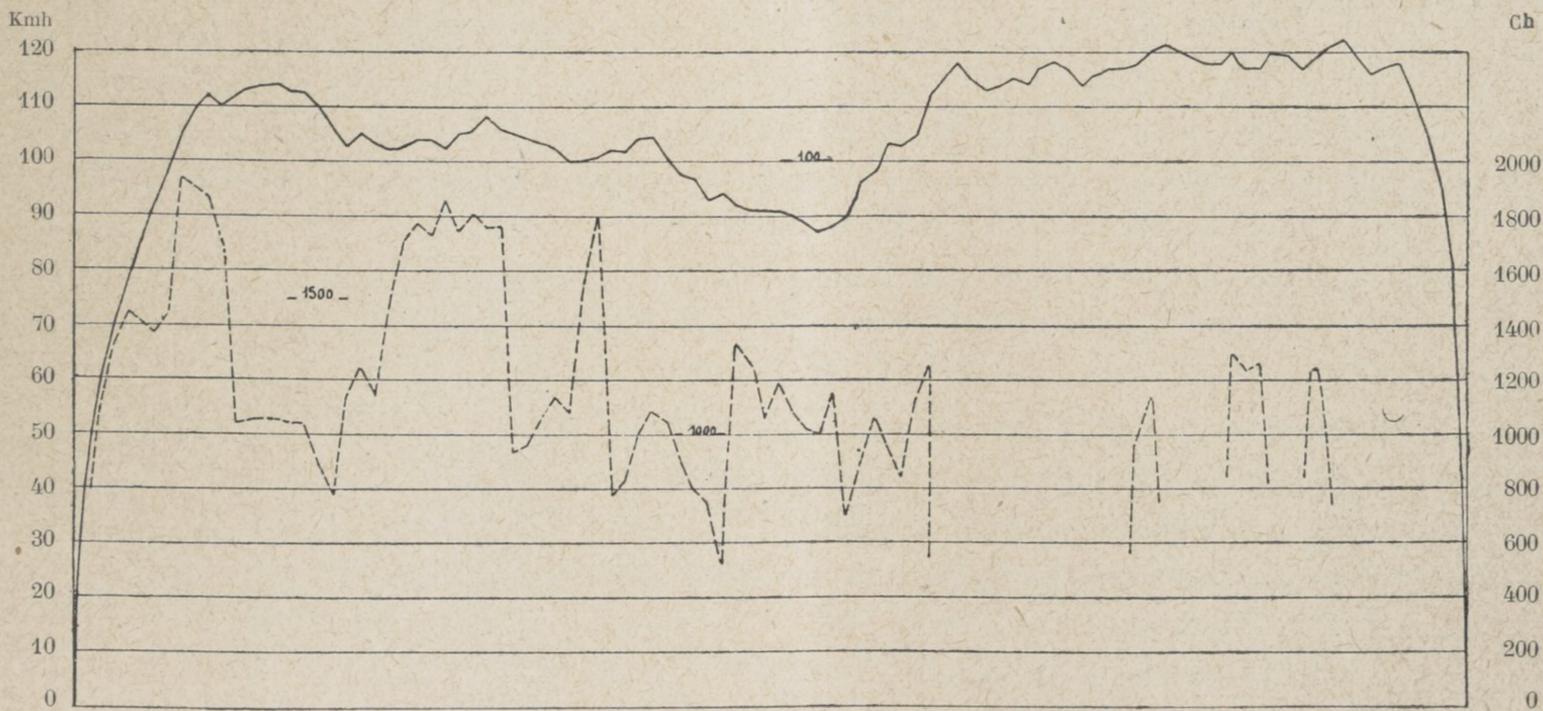
- 1° Au parcours Creil-Paris : durée 32 minutes ;
- 2° Au parcours Paris-Creil : durée 30 mn, 14 s (record sur ce parcours) ;
- 3° Parcours très accidenté de Valmondois à Epinay en service omnibus.

Fig. 8.

TRAIN S. D. 2 DU 26.7.32. — CHARGE REMORQUÉE 482 T.



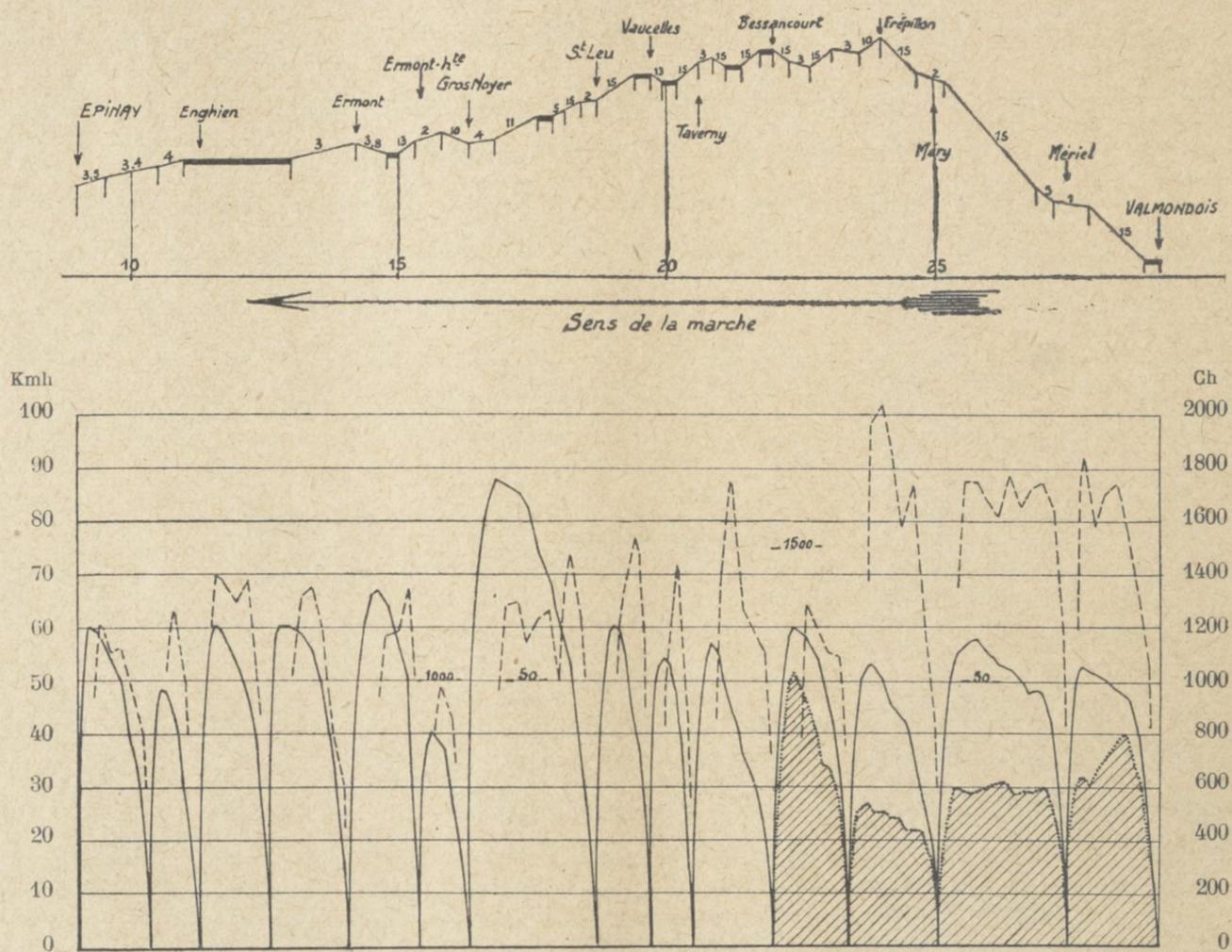
TRAIN S. D. 1 DU 8.8.32. — CHARGE REMORQUÉE 482 T.



Pour ce dernier parcours, on a figuré en traits pointillés la courbe des vitesses des trains actuels en bois.

Signalons, pour mémoire, que le temps minimum alloué aux trains les plus rapides de Creil à Paris et sans arrêt à Creil est de 32 mn.

Fig. 9. — TRAIN S. D. 4 DU 25.7.32. — CHARGE REMORQUÉE 482 T.



NOTA. — Les courbes pointillées se rapportent aux trains actuels, composés du matériel non métallique.

Nous ne donnons pas encore de chiffres relatifs aux consommations d'eau et de charbon, qui feront l'objet d'essais ultérieurs.

Ces graphiques montrent parfaitement les aptitudes de cette locomotive, capable de fournir en régime permanent une puissance au crochet supérieure à 1 700 ch, la vitesse sur rampe de 5 mm se maintenant aisément à plus de 110 km/h.

Son excellente tenue de route et sa grande liberté à régulateur fermé permettent au train d'essai de maintenir sur une déclivité de 5 mm une vitesse constante de 95 km/h sur plus de 10 km.

Il ne fait plus de doute que, dans ces conditions, le Réseau du Nord possède à l'heure actuelle l'instrument voulu pour réorganiser, sur des bases modernes et pour la traction à vapeur seule, son important service de banlieue, améliorant considérablement les conditions de transport des voyageurs au triple point de vue de la sécurité, du confort et de la vitesse.

