

PERFECTIONNEMENTS DES LOCOMOTIVES A VAPEUR DE 1910 A 1940

par M. CHAN,

Ingénieur en Chef, Chef de la Division des Études de Locomotives de la S. N. C. F.

Certains techniciens émettent parfois le regret que la locomotive à vapeur soit devenue aujourd'hui d'une construction moins simple qu'autrefois, le nombre des accessoires et des organes ayant augmenté assez sensiblement et la place restant disponible sur les machines étant devenue des plus réduites.

La note qu'on va lire expose que la locomotive moderne paie de relatives complications et sa construction un peu plus onéreuse par des gains substantiels. La machine d'autrefois ne pourrait plus assurer le service qui était demandé aux locomotives à la veille des hostilités. Le progrès obtenu avec la machine Compound, en France, depuis 1930, retiendra particulièrement l'attention.

Il est toutefois nécessaire de reconnaître que la construction et l'entretien des machines modernes poussées requièrent, comme c'est le cas pour tout engin à haut rendement, une main-d'œuvre de qualité. Insistant sur la préoccupation qui s'impose aujourd'hui de réduire les frais d'entretien, l'auteur de l'article expose in fine quels sont les types de locomotives qui, à son avis, faciliteraient la solution du problème de la robustesse et de l'économie d'entretien.

La locomotive à vapeur classique est dans son aspect général restée très semblable à elle-même (voir Fig. 1). Pourtant, si analogues que soient nos machines actuelles et celles qui existaient il y a trente ans, époque à laquelle sont apparues en France les premières locomotives Pacific et Mikado, des transformations importantes et profondes ont été réalisées. La puissance des machines Pacific est passée de 1.300 ch, au crochet et à 120 km/h, à 2.400 ch dans les mêmes conditions ; soit une augmentation de plus de 80 % et, fait remarquable, cet accroissement a été obtenu sans que le cheval-heure coûte davantage ; la consommation spécifique a, au contraire, diminué.

Il n'est peut-être pas inutile de passer en revue brièvement les divers perfectionnements apportés aux machines et de marquer les progrès réalisés. Les perfectionnements introduits ont consisté soit à modifier le tracé des organes classiques et notamment les

cylindres, l'échappement, etc..., soit à ajouter des appareils auxiliaires nouveaux, tels que le réchauffeur d'eau, le stoker. Ils n'ont pas été, on le conçoit, sans introduire certaines complications ; la locomotive actuelle est moins simple que celle de 1910, mais les services rendus, les performances réalisées justifient cette relative complication et, au surplus, les progrès de l'industrie offrent les facilités voulues.

Nous nous limiterons, dans ce qui suit, à ce qui s'est fait en France, — où d'ailleurs l'évolution a été particulièrement marquée — et nous suivrons dans notre exposé le plan ci-après :

1° Remarques générales sur l'évolution des locomotives ;

2° Perfectionnements principaux réalisés entre 1910 et 1940 ;

3° Description de quelques locomotives récentes ;

4° Développement qu'il est possible de prévoir.

1^o Remarques générales sur l'évolution des locomotives en France.

Les facteurs principaux qui dominent en France l'évolution de la locomotive à vapeur sont les suivants :

Tout d'abord, notre pays a besoin de machines économiques consommant peu de combustible, parce que le charbon est en grande partie pour nous un produit d'importation, de coût élevé. C'est ce qui explique la faveur qu'a connue en France le système Compound, introduit dès avant 1890 et dont les

sance pour accélérer la marche et rattraper aisément les retards, d'où de nouvelles exigences de puissance.

Enfin, il n'est pas inutile d'indiquer que cette recherche du *rendement* et de la *puissance* des locomotives doit s'effectuer en France dans des limites de poids par essieu particulièrement strictes. Ces limites, fixées depuis longtemps, ne laissent guère de marge utilisable. La plupart des voies françaises sont à 18,500 t par essieu. Seules, quelques voies importantes, comme Paris à Nancy, Lille, Bordeaux et Lyon ont été portées à 20 t par essieu.

Ces quelques remarques expliquent les caractères

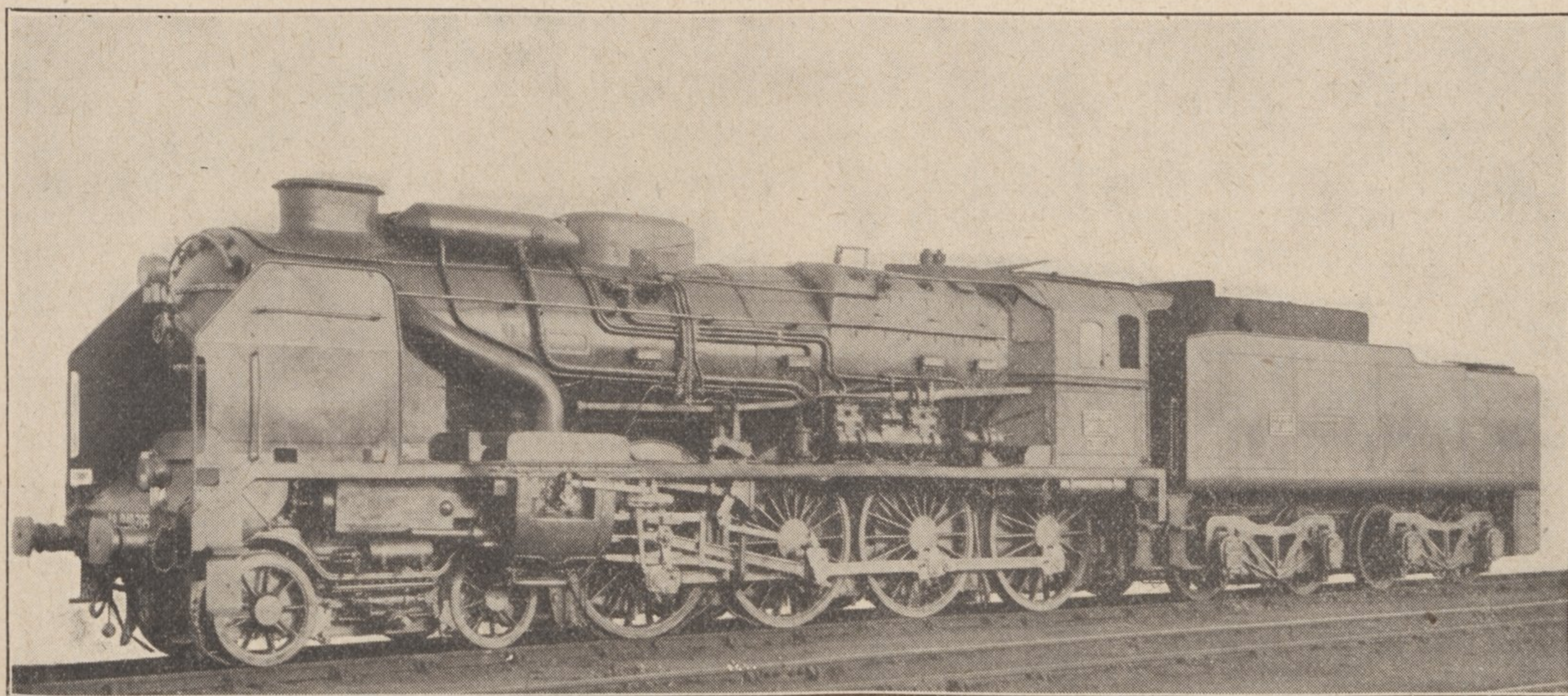


FIG. 1. — Locomotive 240 de la Région Sud-Ouest (1933).

avantages se sont manifestés au cours des nombreuses comparaisons qu'il a été possible de faire.

En second lieu, nous devons construire des machines puissantes, parce que le tonnage de nos trains n'a pas cessé d'augmenter. Les trains de voyageurs, qui pesaient 400 t en 1910, atteignent aujourd'hui 650 et 700 t. Un des éléments de cet accroissement de tonnage a été l'introduction, à partir de 1922, des voitures métalliques.

Si les voitures métalliques des modèles établis depuis 1937 ne pèsent guère plus que ne pèseraient des voitures en bois présentant le même confort et la même capacité, soit environ 40 t, il n'en reste pas moins que les voitures introduites dans le parc de 1922 à ces dernières années pèsent par contre 50 t et leur nombre actuel dépasse 3.000 unités.

Il convient d'ajouter que la concurrence de l'automobile — et demain celle de l'avion — conduisent à demander aux machines une grande marge de puis-

fondamentaux des perfectionnements qui ont été apportés aux machines françaises, qui sont des machines de puissance massive élevée.

2^o Perfectionnements principaux réalisés de 1910 à 1940.

La locomotive Pacific de 1910, que nous pouvons prendre comme point de départ, était une machine timbrée à 16 kg/cm², munie d'un surchauffeur introduit quelques années auparavant, à la suite de l'expérience allemande, et donnant une température d'environ 280-300°. L'alimentation en était assurée par injecteurs à vapeur vive. L'échappement était d'un type assez simple, sans *petticoat*, par cône ou valve, ou, dans le système le plus perfectionné, par un trèfle. Enfin, la machine était du type Compound. Au total, elle développait, comme nous l'avons dit, environ

1.300 ch au crochet de traction à 120 km/h, avec une consommation qui s'élevait à 1,5 kg au moins par ch-h.

Pour prendre un exemple, sur une de nos grandes artères, Paris-Marseille, les machines Pacific 231-C du Sud-Est remorquaient en 1913 des trains de 327 t à la vitesse commerciale de 82,8 km/h.

Comment cette machine s'est-elle modifiée ?

Nous avons à noter les principales étapes suivantes :

RÉCHAUFFAGE DE L'EAU D'ALIMENTATION. — En réchauffant l'eau du tender par de la vapeur prélevée à l'échappement et autrefois perdue, on a pu porter la température de l'eau d'alimentation de 15° environ à 95-100°. Le gain théorique est d'environ 12 % ; le gain pratique est moindre, mais encore notable, et procure une augmentation de puissance sensible, en donnant en outre au mécanicien des facilités de conduite de sa machine. Dès 1924, les applications prennent une grande extension, sous la forme d'injecteurs par vapeur d'échappement, ou de pompes à réchauffeur par mélange ou par surface (1). On peut dire qu'actuellement il ne se construit pas de locomotives sans réchauffage de l'eau et la plupart des locomotives anciennes importantes en ont été munies. En 1936, on en comptait, en France, 4.292 applications, avec prédominance du type à condenseur dit par mélange.

SURCHAUFFE DE LA VAPEUR. — La surchauffe de la vapeur a été un des moyens les plus efficaces pour augmenter la puissance des machines. En 1925, on a cherché à dépasser notablement les 280° de la machine de 1913 et on est parvenu dès 1926 à porter la température de la vapeur à près de 350°, par un meilleur agencement des sections des tubes à surchauffe, tout en conservant l'élément Schmidt (2). Quel en a été le gain ? On a pu l'estimer à 15 %, soit environ 1 % de rendement par 5 degrés de surchauffe. La Pacific de 1913 dont nous venons de parler a vu au total, par le réchauffage de l'eau et l'amélioration de surchauffe, sa puissance passer à 1.600 ch. Mais les essais ont été poursuivis, notamment à la Compagnie P. O., en vue d'atteindre la température de 400°, qui est la limite de ce qui est permis par l'huile de graissage, si on ne veut

pas détériorer les pièces, et qui était d'autre part nécessaire pour la vapeur à 20 kg/cm² dont on commençait l'emploi.

Un des modèles mis au point en France a été le surchauffeur Houlet, dont l'élément est à section annulaire (Fig. 2). Sa fabrication est maintenant bien

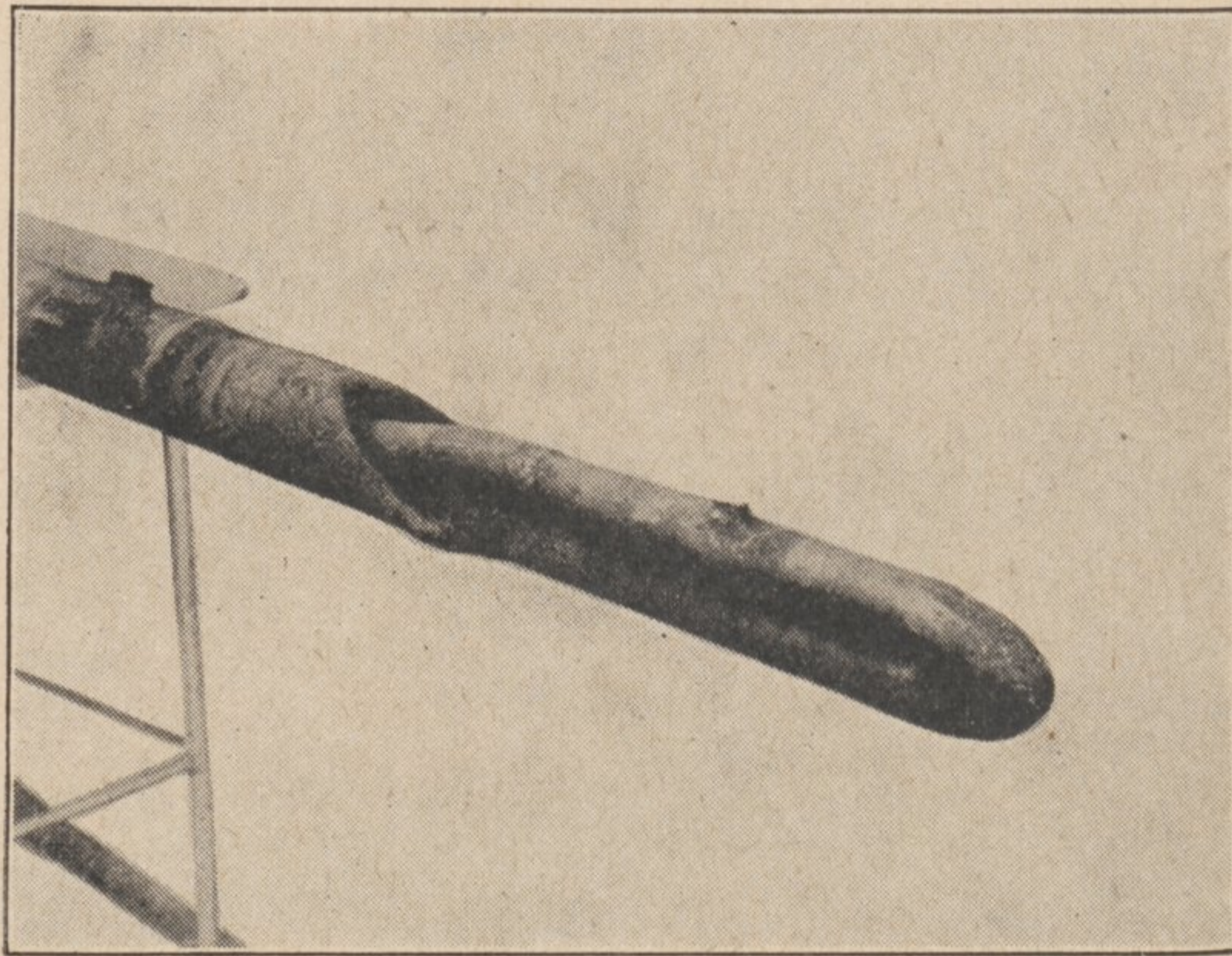


FIG. 2. — Extrémité d'élément surchauffeur HOULET.

au point grâce à l'emploi de l'acier spécial à 6 % de chrome et 0,25/0,60 de molybdène, qui est l'acier des usines de cracking du pétrole et qui résiste bien à chaud. Un autre modèle est le type 5.P.4, de la Compagnie des Surchauffeurs. Il est composé de 4 tubes d'amenée de la vapeur et d'un cinquième placé au centre et servant au retour (Fig. 3).

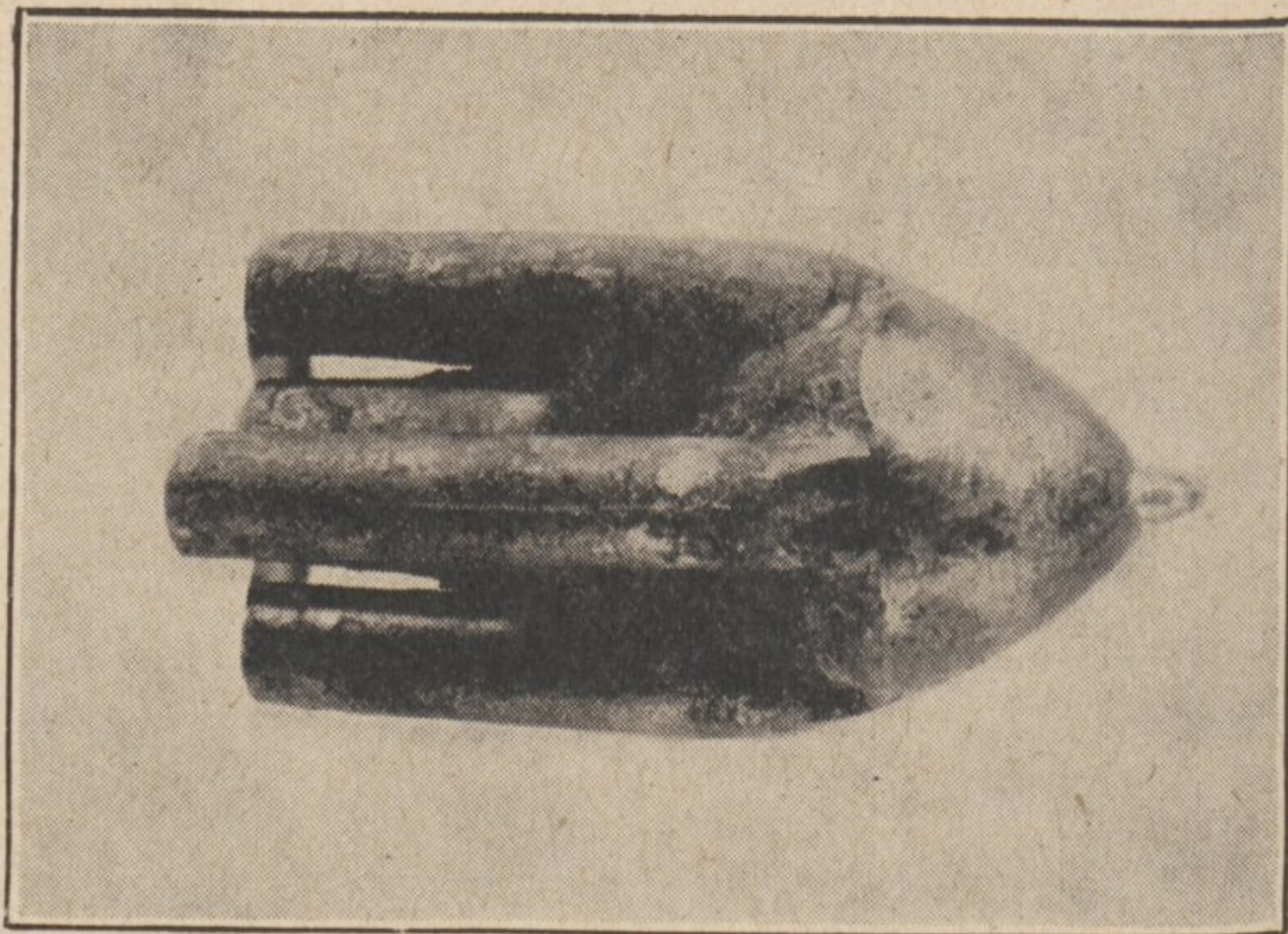


FIG. 3. — Extrémité d'élément surchauffeur type 5 P 4.

Ces surchauffeurs ont l'avantage de procurer une haute température avec une faible perte de charge. Par rapport à des surchauffeurs qui donnaient 300°, l'économie trouvée aux essais a été de 13 %. Ils sont une des productions les plus intéressantes des bureaux

(1) Note de M. PARMANTIER sur le réchauffage de l'eau d'alimentation sur le Réseau P. L. M. — R. G. C. F., février 1925.

(2) Note de M. BOURRIÉ sur l'amélioration de la surchauffe. R. G. C. F., juin 1929 et note de M. CHAPELON, R. G. C. F., juillet 1931, février et mars 1935.

d'études qui travaillent pour les locomotives en France.

TIMBRE DES CHAUDIÈRES. — A partir de 1929, le timbre des chaudières françaises a été porté progressivement de 16 kg/cm² à 20 kg/cm² (Parmi les premières machines timbrées à 20 kg/cm², citons : la locomotive 231-H-141 P. L. M. de 1929, la locomotive 241-C-1 P. L. M. de 1931 à viroles en acier au nickel, les locomotives 241-EST de 1930, les locomotives 240-P. O. de 1932). Sous un même volume de cylindres, l'augmentation du timbre est un moyen d'accroître l'effort au crochet de traction et la puissance. C'est à cette occasion que l'on a commencé à employer l'acier à 2,5 ou 3 % de nickel, inauguré en 1926 par le Réseau Canadian National, et dont la résistance est de 50 kg/mm², contre 40 kg/mm² pour l'acier ordinaire, avec un allongement égal à celui de ce dernier. Comparé à ce que donnait l'acier ordinaire à 50 kg/mm², l'acier au nickel de même résistance a des qualités supérieures à chaud et se travaille plus aisément.

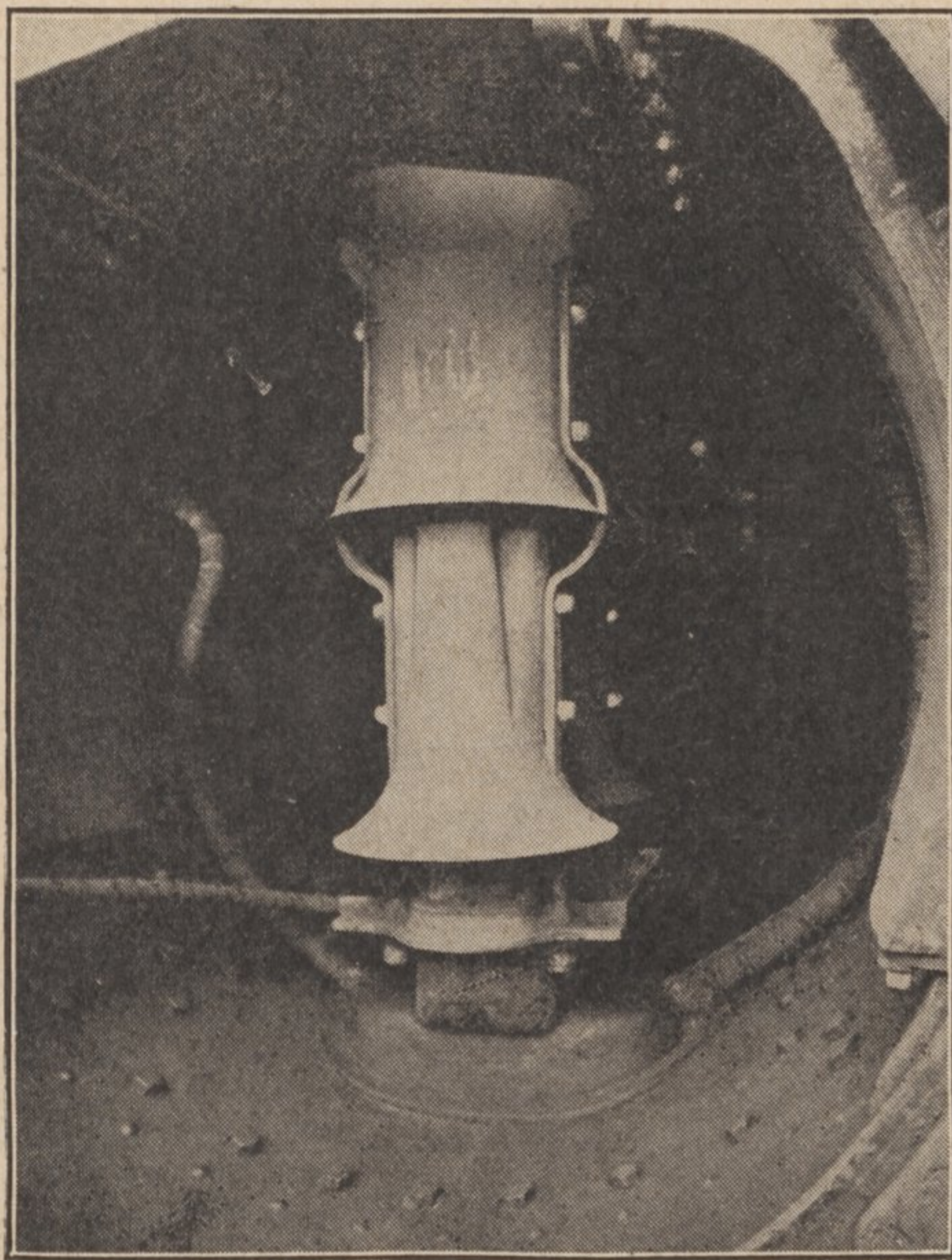


FIG. 4. — Échappement double Kylchap.

ÉCHAPPEMENT. — L'échappement est l'organe essentiel qui permet d'augmenter les taux de combustion sur la grille et c'est à son sujet que les progrès ont été en particulier très sensibles.

Avec l'échappement Kylchap double (Fig. 4), mis

au point par M. Chapelon au Réseau du P. O. et qui équipait notamment les locomotives transformées type 231-700 de 1929, on réduit à la moitié ou au tiers, suivant l'allure, la contrepression nécessaire au tirage. *Le gain de puissance a été de 300 chevaux aux grandes puissances.*

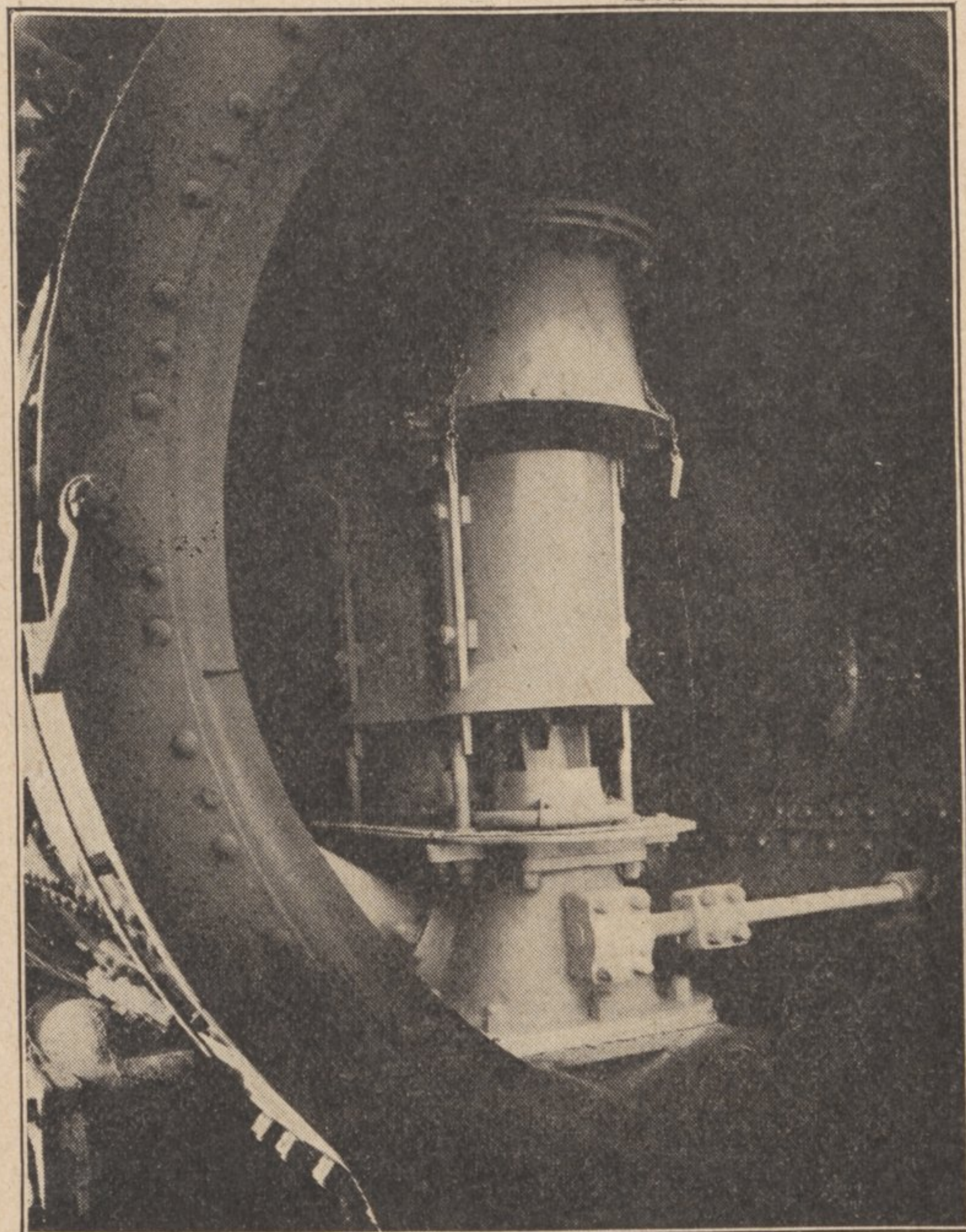


FIG. 5. — Échappement double P. L. M.

Il existe en France d'autres échappements réalisant les grandes sections de passage nécessaires et donnant des améliorations de même ordre.

Celui du modèle P. L. M. à croisillon (Fig. 5) est un échappement également double, avec petticoat, où le jet est divisé par un croisillon remplaçant le trèfle antérieur. Il a été établi sur le type réglable, pour tenir compte des qualités variables de charbon et des habitudes du personnel.

Celui du type Lemaître, de la Compagnie du NORD (Fig. 6) est composé de 6 tuyères dont 5 fixes réparties en couronne et une centrale, de section variable, avec une poire mobile qui permet d'obturer cette dernière tuyère en totalité ou en partie.

Tous ces chappements perfectionnés, à large section, dont on voit la variété, ont permis de pousser les chaudières à des allures de combustion difficilement atteintes jusqu'alors. On a pu brûler plus de 1.000 kg par mètre carré sur la grille de 3,76 m² des machines

type 240-P. O. et atteindre 900 kg par mètre carré sur les grilles de 4,30 m² des locomotives Pacific, et obtenir couramment, des chaudières existantes, une production horaire de 20.000 kg de vapeur.

Le taux de vaporisation a atteint 100 kg de vapeur par mètre carré de surface de chauffe. Pratiquement, les machines françaises fonctionnent, aux fortes al-

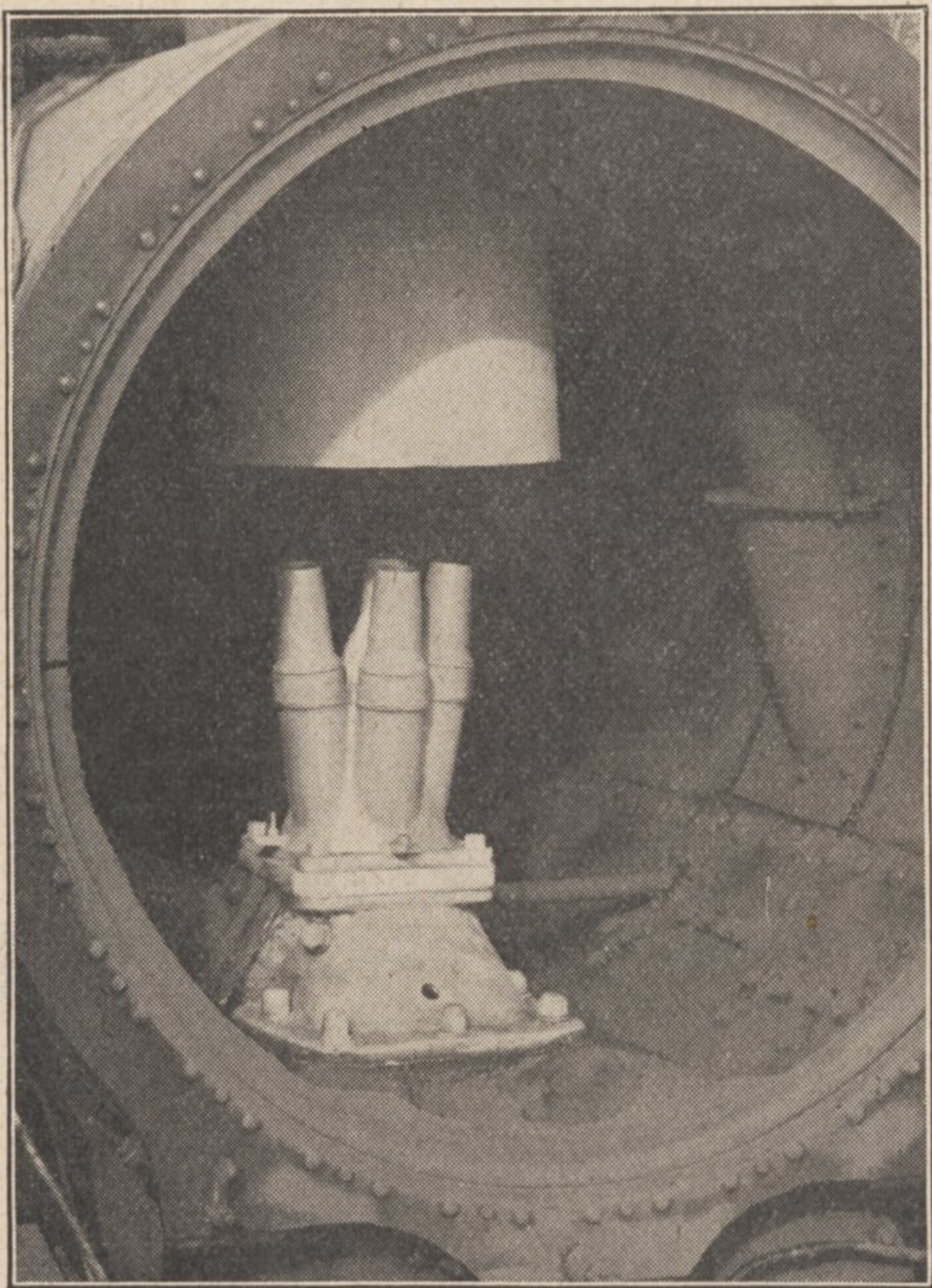


FIG. 6. — Échappement Lemaître.

lures, au taux de 75 kg. Ce chiffre, qui est encore très élevé, ne présente pas d'inconvénient avec les foyers en acier soudé et à tubes soudés, qui sont maintenant en usage sur les chemins de fer français. A ce sujet et sans vouloir traiter ici la question, souvent discutée, des avantages respectifs des foyers en cuivre et des foyers en acier, nous dirons seulement que le foyer en acier paraît s'imposer sans contestations pour les chaudières à timbre élevé, c'est-à-dire à 20 kg/cm² et plus.

CIRCUITS DE VAPEUR. — Les locomotives françaises sont en général, et depuis longtemps, du type compound à 4 cylindres. Avant d'indiquer l'amélioration considérable apportée aux locomotives compound par les modifications de circuits de vapeur réalisées en 1929 au réseau de Paris-Orléans, et qui ont redonné une nouvelle faveur à ce type de machines, nous indiquerons que des expériences faites en 1923 avaient

montré que, même avec des compound antérieures à 1929, la double expansion entraînait une économie importante et certaine.

Les expériences dont nous voulons parler ont été les suivantes :

Peu après 1918, le Réseau du P. O. avait commandé en Amérique un certain nombre de locomotives Pacific (série 3600) qu'il avait voulues du type à simple expansion. De son côté, le réseau de l'État avait fait construire en France un lot de machines Mikado (série 141.001 à 250) également à simple expansion. Comme la Compagnie P. L. M. possédait des machines Compound de dimensions et de puissance analogues (231-D et 141-C) les trois réseaux convinrent en 1923 de mettre en service prolongé, pendant 5 à 6 mois dans de mêmes dépôts, les machines à comparer.

L'économie de combustible en faveur des Pacific compound a varié, suivant les mois, entre :

21 et 27 % sur le P. L. M. ;
12 à 16 % sur le P. O.

L'économie de combustible enregistrée en faveur des Mikado compound a varié, suivant les mois, entre :

14 et 20 % sur le P. L. M. ;
4 et 14 % sur l'État.

Sans vouloir discuter ici des quelques différences qui pourraient expliquer en partie l'écart trouvé entre les machines, nous noterons que ces résultats étaient suffisamment nets pour confirmer les avantages du système compound et en justifier le maintien. En dehors de l'économie, la locomotive compound à 4 cylindres présente une plus grande douceur de roulement et un meilleur équilibrage.

La machine Compound devait en outre être encore perfectionnée, en 1929, par les travaux dont nous allons parler.

A la suite des résultats obtenus par le Réseau de Paris-Orléans avec les locomotives 231-700 étudiées sous la direction de M. Chapelon, l'intérêt d'accroître la section de passage de la vapeur dans les conduits et les cylindres est apparu primordial. La section des conduits de vapeur était autrefois le 1/10^e de la section du cylindre, elle est maintenant doublée et égale au 1/5^e du cylindre. Le volume des boîtes à vapeur a été porté à un volume égal à celui des cylindres, afin d'éviter les oscillations de pression.

Le résultat est que la pression au réservoir inter-

médiaire a pu être augmentée de 2 kg environ à 6 kg et que les cylindres BP fournissent presque autant de travail que les cylindres HP. Le reproche habituel fait aux locomotives Compound d'avoir des

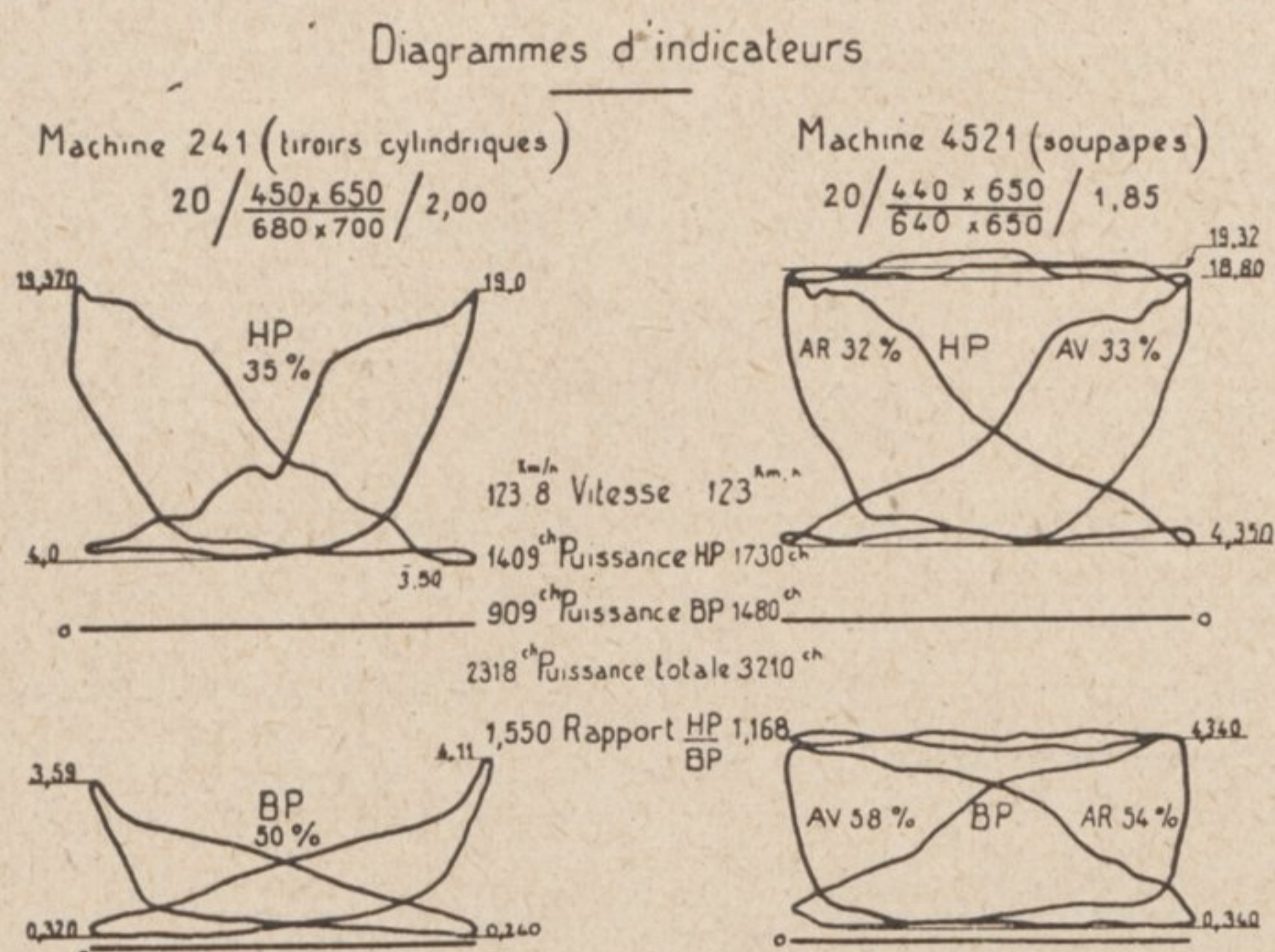


FIG. 7. — Diagrammes montrant l'effet de l'amélioration des circuits de vapeur.

A droite : machine améliorée ; à gauche : machine de mêmes caractéristiques, mais de type non complètement amélioré.

cylindres BP inutiles parce qu'ils ne font pas de travail, ne peut plus être invoqué. La figure 7 montre d'une manière saisissante le gain obtenu par rapport à une machine d'un type non complètement amélioré.

DISTRIBUTIONS NOUVELLES. — La réalisation de très larges sections de passage nécessaires sur les machines à grande vitesse de rotation a été obtenue par des distributions spéciales :

Les distributions à soupapes (système Dabeg) ou à pistons-valves (système Cossart), sont un des perfectionnements qui ont été mis particulièrement à profit. On se sert de soupapes soit pour équiper tous les cylindres d'une machine, soit pour équiper seulement les cylindres BP où les grandes sections sont le plus difficile à réaliser. Nous avons en France 335 locomotives munies de soupapes. On emploie également

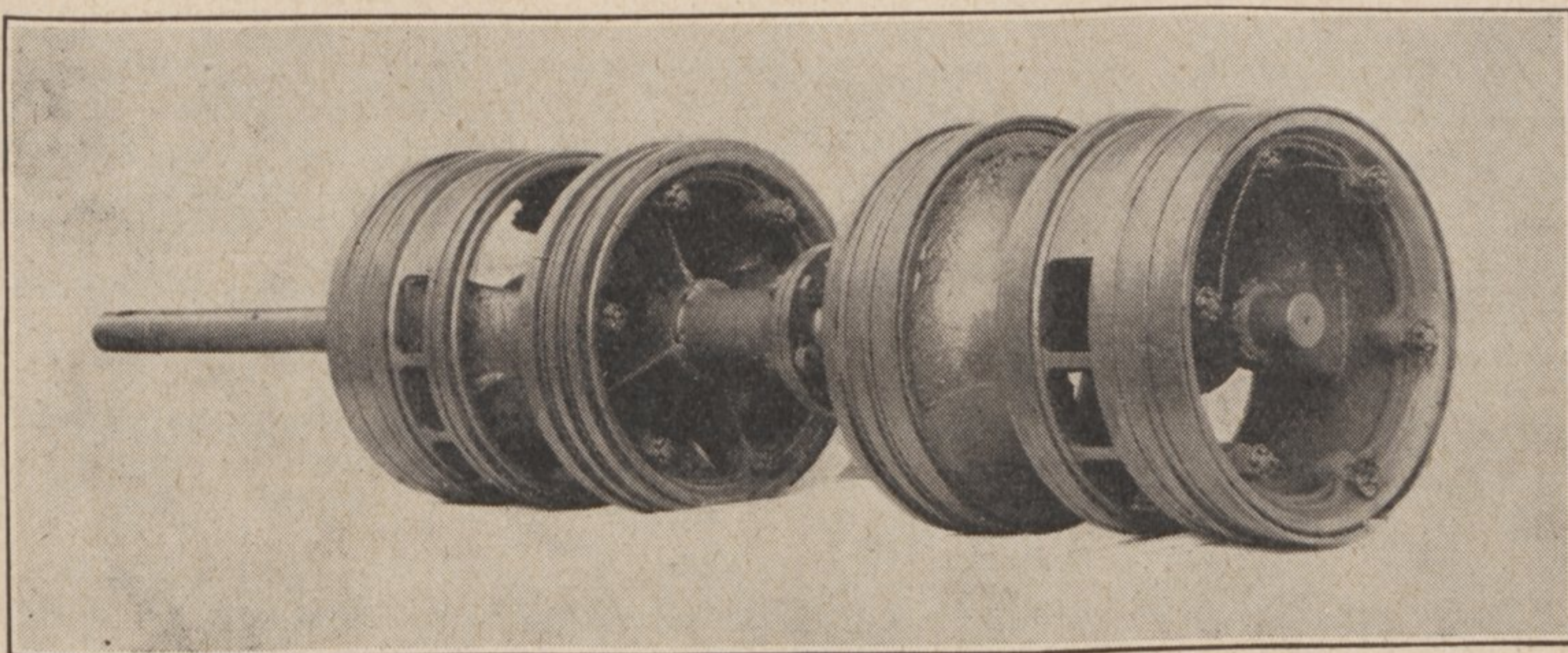


FIG. 9. — Tiroir à double admission et double échappement, type Est.

des tiroirs à double admission et double échappement, qui n'exigent pas, pour l'entretien, une main-d'œuvre aussi experte que les soupapes.

Un des modèles de tiroirs spéciaux est le tiroir Willoteaux (Fig. 8), qui s'emploie avec des cylindres nouveaux ; il existe sur de nombreuses locomotives Pacific de l'Ouest et du Sud-Ouest et a été adopté pour les nouvelles machines Mikado type 141-P qui vont être construites.

Un autre modèle analogue est le tiroir type Est

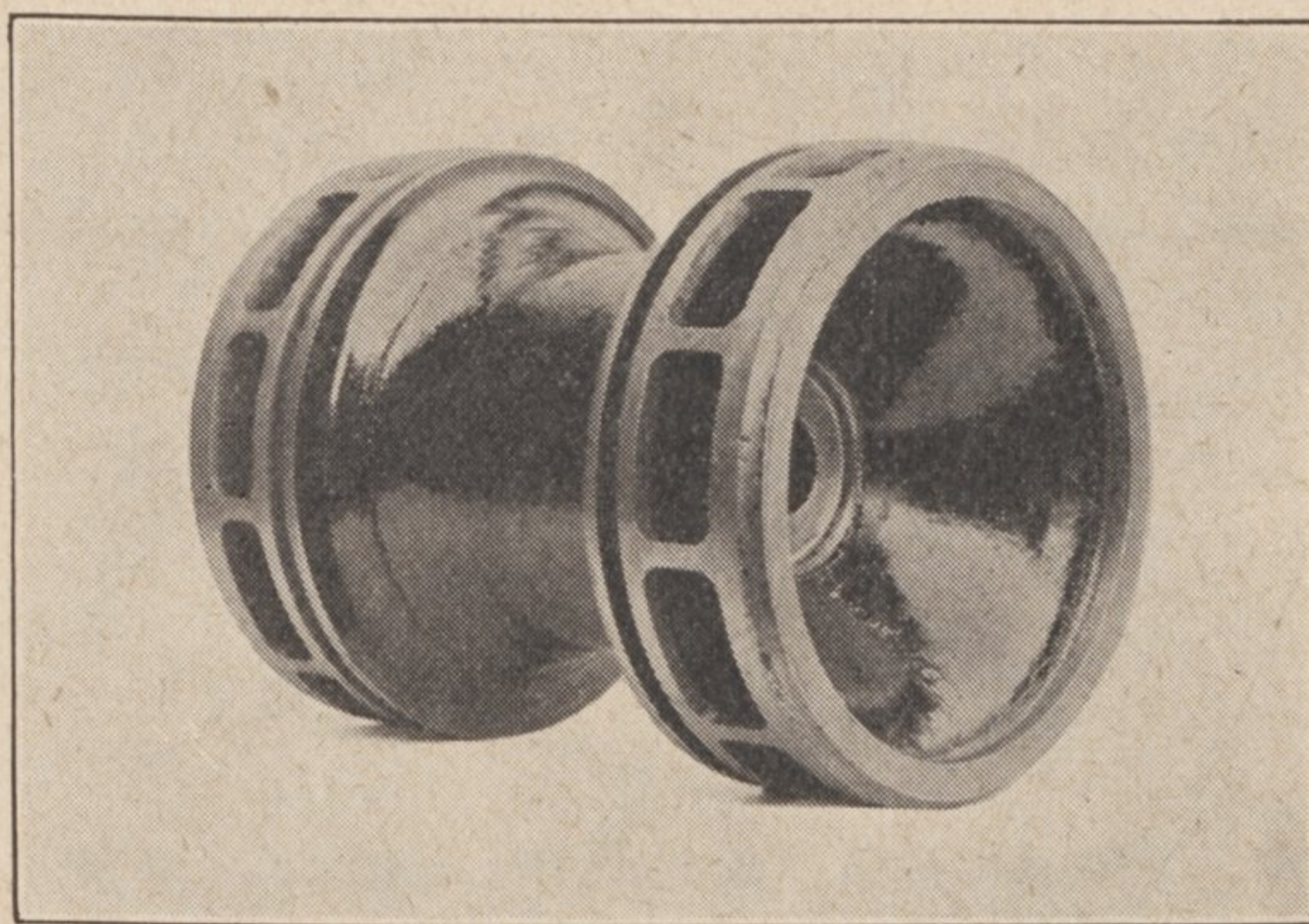


FIG. 8. — Tiroir à double admission et double échappement Willoteaux.

(Fig. 9), qui s'adapte aux cylindres anciens existants et a permis d'améliorer aisément les machines rapides de la Région Est. On a entrepris d'appliquer ce tiroir, en même temps qu'un nouvel échappement, aux 680 machines 141-C de la Région Sud-Est, dont la puissance est ainsi portée de 1.400 à 2.000 ch, amélioration considérable.

Ces soupapes et ces tiroirs spéciaux sont en général employés avec une commande classique par coulisse Walschaerts. Il a été reconnu, en effet, après diverses comparaisons, que les phases de la distribution Walschaerts étaient ce qu'il fallait pour donner l'économie maximum.

CHARGEUR MÉCANIQUE. —

Le chargement mécanique du charbon, très développé dans les chaudières fixes, s'est introduit dans le foyer des locomotives américaines vers 1900 et s'y est surtout généralisé à partir de 1922. Bien que nous n'ayons pas en France d'aussi grandes surfaces de grille

qu'aux Etats-Unis, les avantages du chargeur mécanique, pour la facilité de conduite, la réalisation de longs parcours et l'emploi de combustibles médiocres sont suffisants pour en rendre l'utilisation très intéressante. Les premiers essais en France, à la Région Nord, remontent à 1931 ; un certain nombre de machines en sont actuellement équipées et les machines nouvelles le seront également si les circonstances économiques le permettent.

ACCESSOIRES DIVERS, GRAISSAGE, ALIMENTATION.
— Nous ne voudrions pas terminer cette énumération des perfectionnements apportés aux locomotives à vapeur sans mentionner deux points de détail qui ont leur importance au sujet de l'entretien.

Nous voulons parler en premier lieu du graissage. La machine de 1910 était graissée par un appareil dit à condensation, de débit irrégulier, à 4 ou 6 départs, et par des graisseurs disséminés tout le long de la machine. La locomotive de 1940 possède un graissage central sous pression, où l'huile envoyée par des graisseurs mécaniques, à 36 départs, susceptibles d'exercer une pression de 120 kg/cm², se dirige vers tous les points de la machine et s'introduit sous les coussinets les plus chargés. La locomotive suit d'ailleurs, en cela, le progrès de l'automobile. Un exemple de l'importance du graissage est fourni par les locomotives aérodynamiques 221-B de la Région Sud-Est, qui ont circulé en 1937-1938 entre Paris et Marseille, à la vitesse moyenne de 98 km/h sur 863 km de parcours et ont pu assurer leur service sans incident, bien que ces locomotives fussent d'anciennes machines datant de 1905, améliorées toutefois au point de vue du graissage.

Nous voulons également parler de l'eau d'alimentation. La nécessité d'épurer l'eau d'une manière complète est aujourd'hui reconnue. Elle s'impose encore plus depuis que nous généralisons le foyer en acier. Dans l'équipement des locomotives actuelles, le souci de l'alimentation se traduit par l'emploi de dispositifs qui font que l'eau arrive à la partie haute sur des tôles spéciales disposées dans la vapeur, et par l'emploi de vannes d'extraction qui permettent d'évacuer en marche sur la voie une partie de l'eau de la chaudière lorsque celle-ci est trop riche en sels.

3^o Description de quelques locomotives récentes.

Nous donnons ci-après la description de quelques

locomotives représentatives de la construction récente :

a) LOCOMOTIVE 240, TYPE P. O. — Ce type de machine, construit au réseau de Paris-Orléans en 1932, par transformation de machines Pacific, est destiné à la remorque des trains lourds à grande vitesse. La figure 1 en montre l'aspect (1).

Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

Diamètre des roues : 1,850 m.

Cylindres HP : 440 mm de diamètre, 650 mm de course.

Cylindres BP : 640 mm de diamètre, 650 mm de course.

Timbre : 20 kg/cm².

Surface de grille : 3,76 m².

Echappement : Kylchap à double cheminée.

Surchauffeur : type Houlet.

Vitesse : 120 km/h (a roulé à 140 km/h).

Puissance : 3.000 ch au crochet à 100 km/h.

Consommation : 1 kg par ch-h au crochet à 100 km/h.

Elle pèse 109 t et remorque un tender de 80 t.

Avec une puissance aux cylindres de 4.000 ch et une puissance au crochet de 3.000 ch, à la vitesse de 100 km/h, cette machine peut soutenir en rampe de 5 mm, avec une charge de 800 t, une vitesse de 95 km/h. En palier, elle remorque 650 t à la vitesse de 140 km/h. C'est avec cette unité, dont les dimensions générales sont très réduites et, où, en particulier, on a ramené la longueur des tubes de chaudière de 6 m à 4,25 m, que le poids par cheval a atteint le chiffre de 27,5 kg, chiffre qui ne semble pas avoir été encore atteint par les locomotives à vapeur d'aucun pays.

b) LOCOMOTIVE 241-EST. — Ce type de machine est, comme la machine précédente, destiné à la remorque de trains rapides. Elle date de 1930, mais a été perfectionnée depuis en 1933. La figure 10 en montre l'aspect (2).

Elle présente les principales caractéristiques ci-après :

Diamètre des roues : 1,95 m.

Cylindres HP : 425 mm de diamètre, 720 mm de course.

(1) Voir R. G. C. F. février et mars 1935. Note de M. CHAPELON.

(2) Voir R. G. C. F. janvier 1937. Note de M. PONCET et M. LEGUILLE.

Cylindres BP : 660 mm de diamètre, 720 mm de course.

Timbre : 20 kg/cm² ramené ensuite à 18 kg/cm².

Surface de grille : 4,45 m².

Vitesse : 115 km/h.

Puissance : 2.500 ch au crochet du tender à la vitesse de 100 km/h.

Consommation : 1,1 kg de charbon par ch-h à la vitesse de 100 km/h.

Elle pèse 123 t et remorque un tender pesant 73 t.

c) LOCOMOTIVES 231-H DE LA RÉGION DU SUD-EST. — Grâce aux améliorations réalisées ces dernières années, le type Pacific reste encore un type de machine de rapides très employé. C'est sur le type Pacific qu'on peut le mieux mesurer les progrès réalisés. Une machine de 1914 développait, comme nous l'avons dit, à 120 km/h à peine 1.300 ch, avec une consommation de 1,5 kg de charbon par ch-h. Les Pacific actuelles développent dans les mêmes conditions 2.400 ch, soit un accroissement de 80 % avec, au

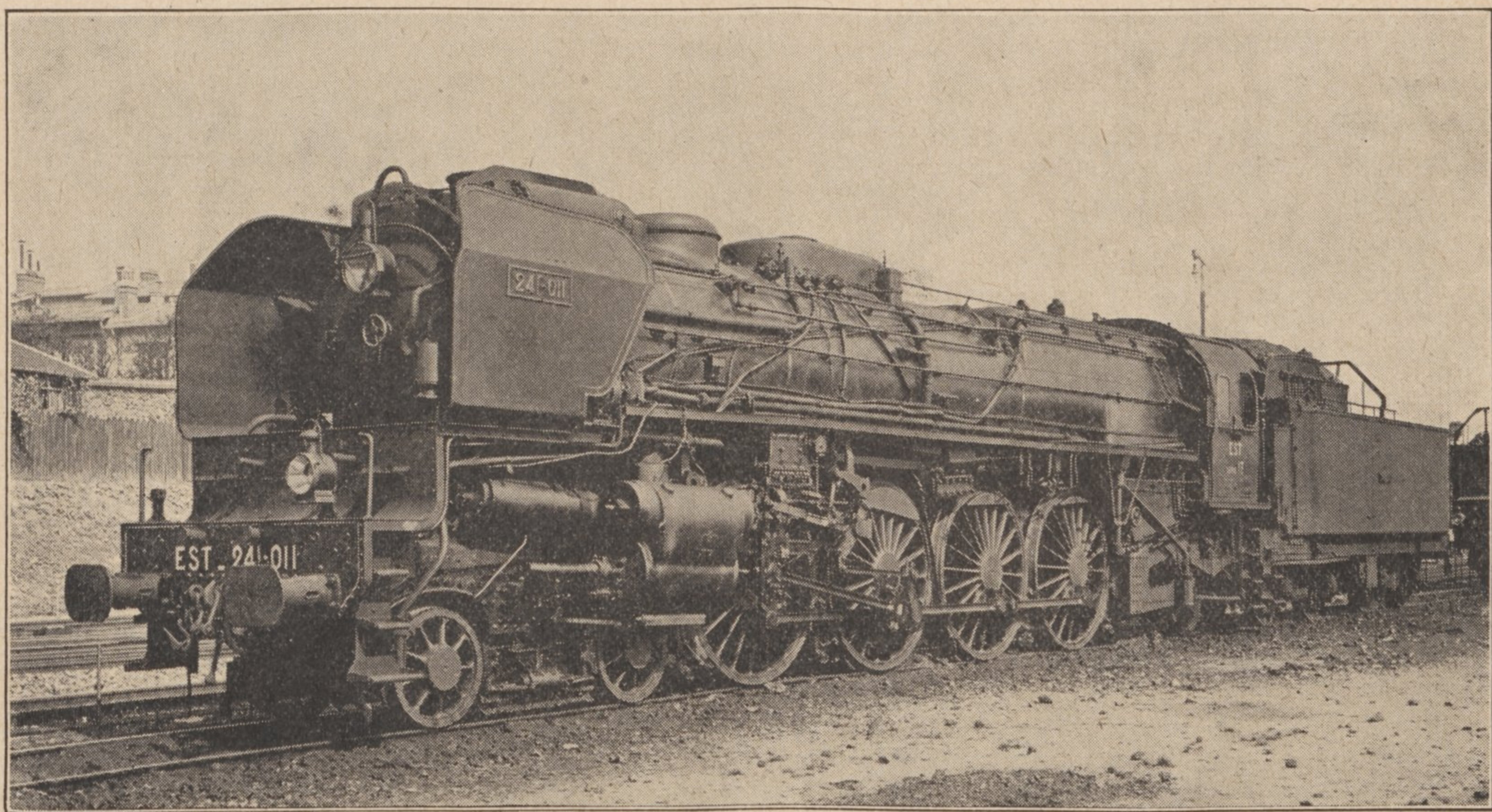


FIG. 10. — Locomotive 241 de la Région Est améliorée en 1932.

Elle peut remorquer des trains de 750 t à la vitesse maxima de 115 km/h et a circulé, entre autres, sur Paris-Nancy et Paris-Troyes.

Les chiffres de puissance et de consommation ci-dessus se rapportent à la machine qui a été perfectionnée depuis 1930 par des améliorations générales au circuit de vapeur dont nous avons parlé.

Ce type de locomotive représente une solution moins poussée que le type 240 précédemment décrit, l'adoption d'un essieu porteur à l'arrière permettant de réaliser plus aisément une grande surface de grille et d'employer des roues de grand diamètre.

Le type Mountain ou 241, représente le type le plus lourd qui ait été construit jusqu'à présent en France pour le service des rapides. Il existe actuellement à 237 exemplaires, soit du type Est, soit du type P. L. M.

surplus, une consommation réduite à 1,1 kg, soit une économie de près de 30 % !

Le type « Pacific » permet de remorquer des trains de 500 à 600 t à des vitesses commerciales voisines de 85 km/h. Des Pacific type 231-700 P. O., prototype des machines améliorées, ont assuré la relation Tours-Bordeaux (348 km) à la vitesse moyenne de 101 km/h avec une charge de 620 t, ce qui représente une capacité d'accélération considérable. En 1913, avant leur transformation, les mêmes Pacific accomplissaient le même parcours à la vitesse commerciale de 84,5 km/h avec une charge maximum de 350 t. Sur la très longue distance de Paris à Marseille, des Pacific type P. L. M. ont permis d'effectuer les 863 km de parcours en 9 h, soit à une vitesse moyenne de 96 km/h, avec un tonnage atteignant 400 t, alors que les machines de 1913 n'effectuaient ce parcours qu'à 82,8 km/h et avec un tonnage de 327 t seulement. Le progrès réalisé peut être également

marqué par l'accroissement du tonnage des express lourds. Sur le même parcours Paris-Marseille, les trains lourds de 1914 étaient de 387 t et circulaient à la vitesse commerciale de 64,6 km/h. En 1937 les trains correspondants ont 600 t et circulent à 68,8 km/h.

locomotive construite en 1923, mais transformée de 1929 à 1933 ⁽¹⁾.

Diamètre des roues : 2,00 m.

Cylindres HP : 400 mm de diamètre, 650 mm de course.

Cylindres BP : 650 mm de diamètre, 650 mm de course.

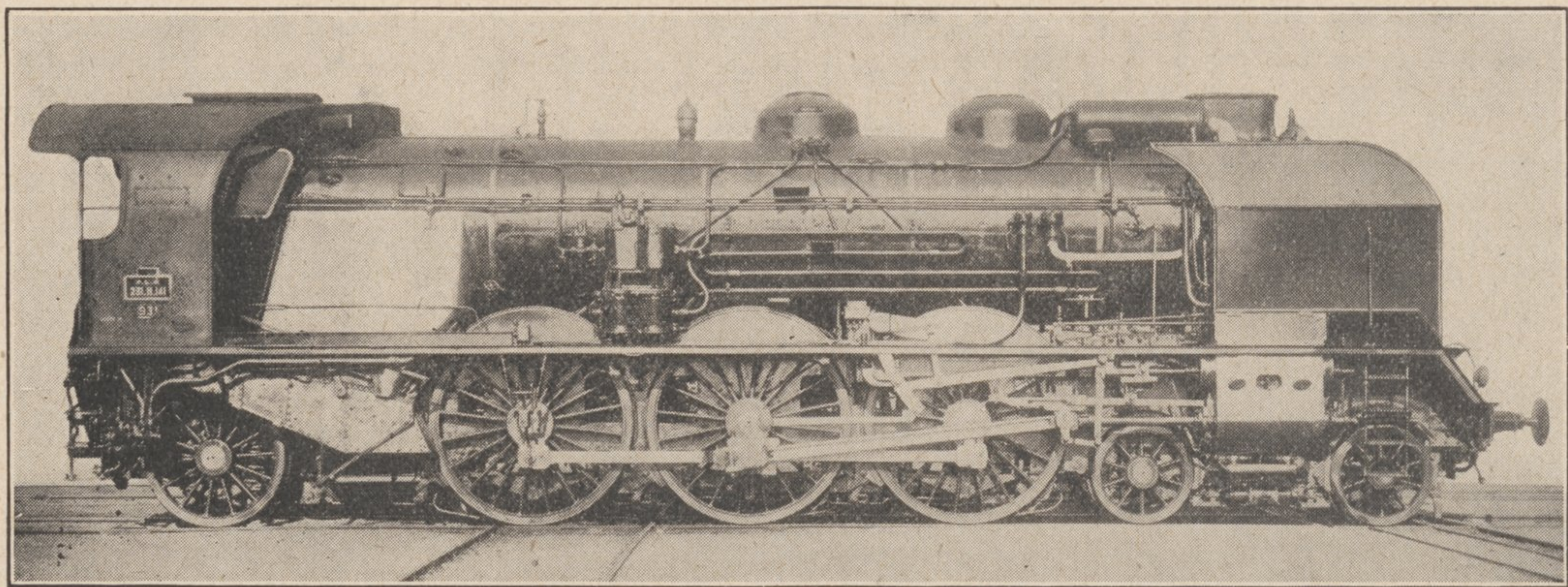


FIG. 11. — Locomotive 231-H de la Région Sud-Est (améliorée en 1933).

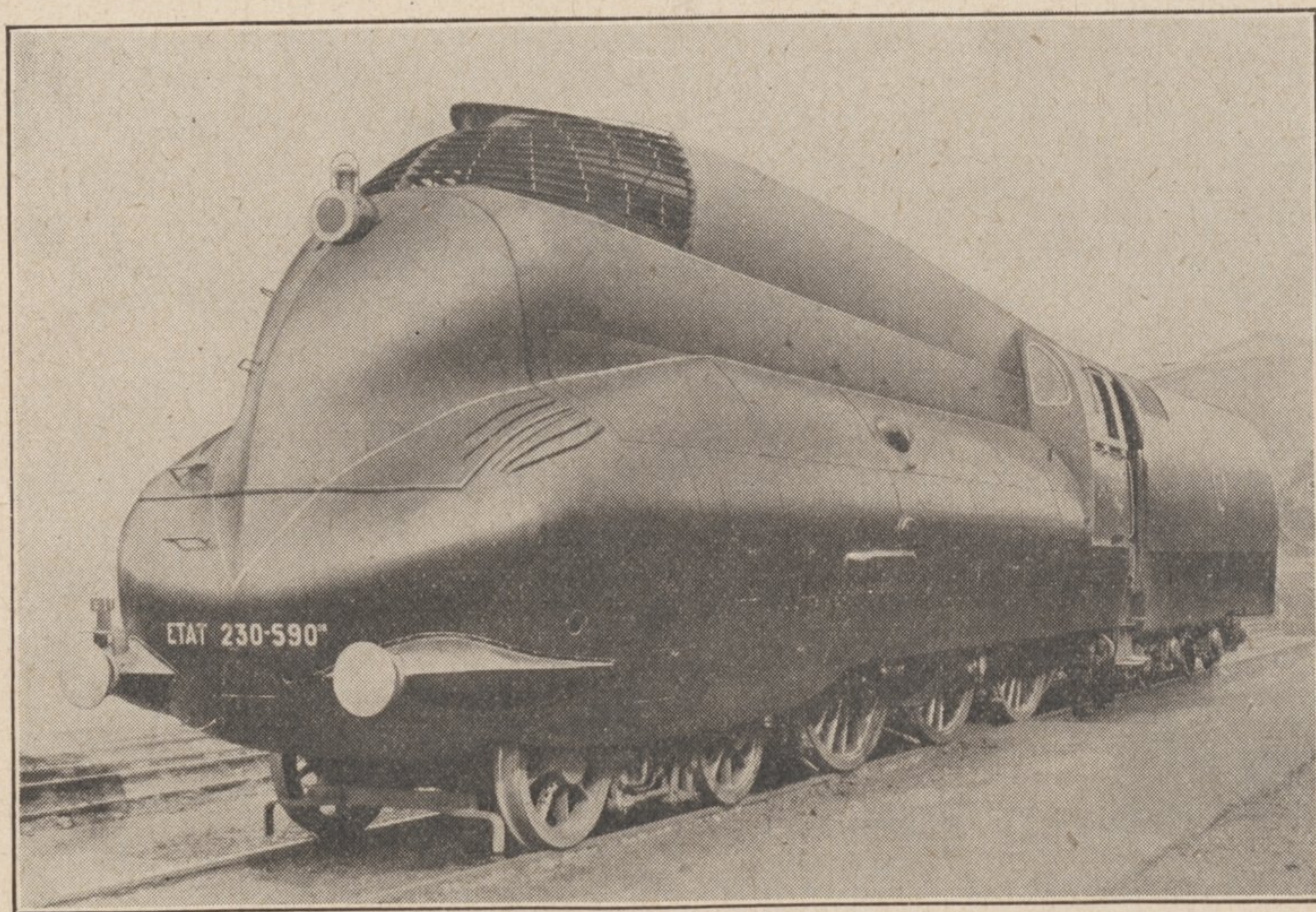


FIG. 12. — Locomotive 230 aérodynamique, à soupapes, de la Région Ouest (transformée en 1937).

Le rendement global de la locomotive à vapeur, aux cylindres, est ainsi passé de 11 % à 15 %, en accroissement de plus de 35 %.

Nous donnons ci-après les caractéristiques principales de la 231-H de la Région Sud-Est, dont la figure 11 montre l'aspect. Cette machine résulte d'une

Timbre : 20 kg/cm².

Surface de grille : 4,25 m².

Echappement : à double cheminée et croisillon type P. L. M.

⁽¹⁾ Voir R. G. C. F. avril 1938. Note de M. PARMANTIER.

Surchauffeur : type 5.P.4 de la Compagnie des Surchauffeurs.

Vitesse : 130 km/h.

Puissance : 2.500 ch au crochet à 100 km/h.

Consommation : 1 kg par ch-h à 100 km/h.

d) LOCOMOTIVE 230 DE LA RÉGION OUEST. — Certaines locomotives ont été équipées, au cours de ces

Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

Diamètre des roues : 1,500 m.

Cylindres : 3 cylindres à simple expansion de 575 × 720.

Timbre : 20 kg/cm².

Surface de grille : 5,00 m².

Echappement : Kylchap double variable.

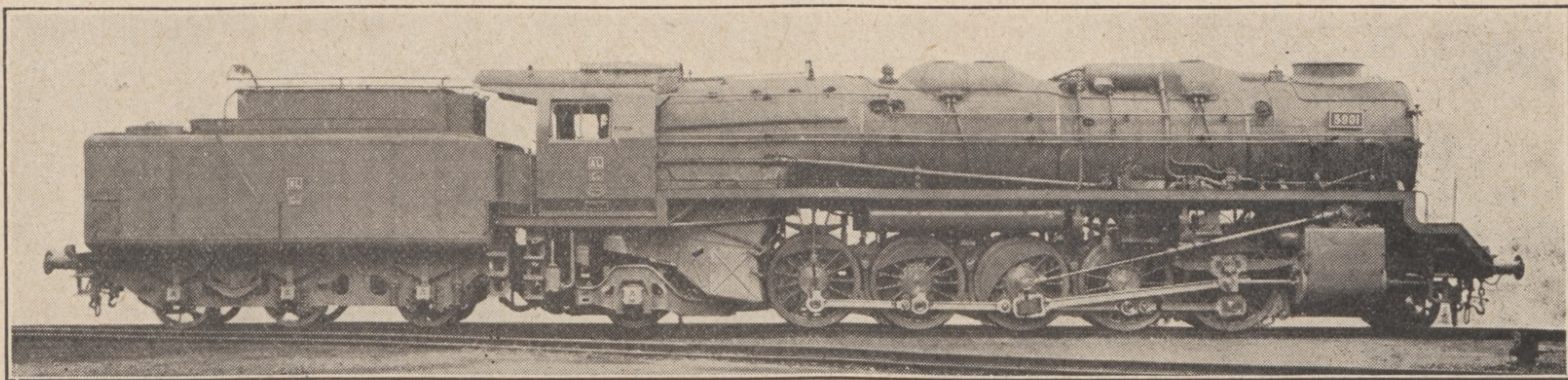


FIG. 13. — Locomotive 151, type G-16 de l'Alsace-Lorraine 1937.

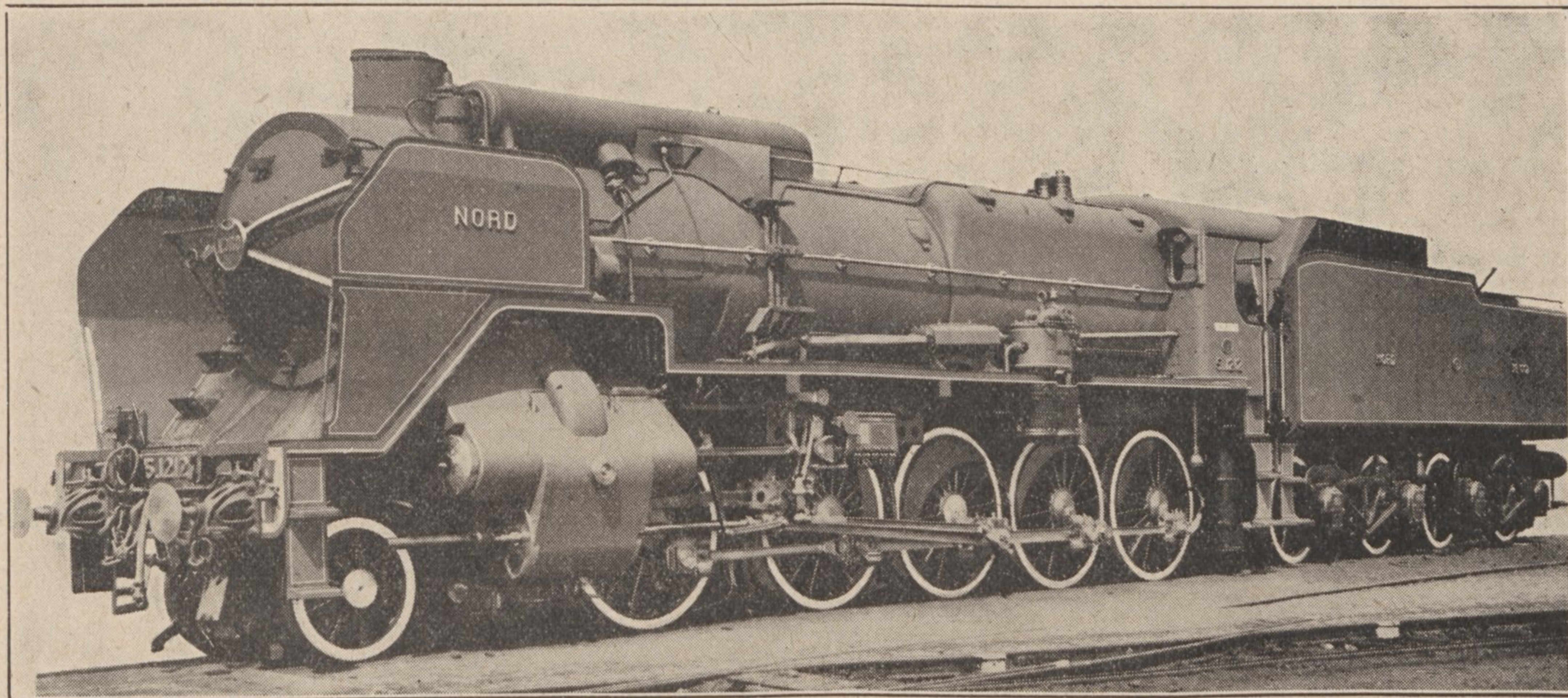


FIG. 14. — Locomotive 150 (1933) de la Région Nord.

dernières années, en machines aérodynamiques pour la remorque de rames légères à grande vitesse. A titre d'exemple, nous donnons la vue d'une locomotive carénée type 230 de la Région Ouest, munie de soupapes et qui a atteint aisément la vitesse de 150 km/h (voir figure 12).

e) LOCOMOTIVES A MARCHANDISES TYPE 151 G-16 DE LA RÉGION EST. — Cette machine est la plus récente des locomotives à marchandises puissantes. Elle a été construite en 1937 (Fig. 13) (1).

Surchauffeur : 5.P.4.

Vitesse : 75 km/h.

Puissance : 2.700 ch au crochet à 60 km/h.

Consommation : 1,14 kg par ch-h à 60 km/h.

D'un poids de 134 t, elle permet de remorquer des trains de marchandises très lourds, de 1.600 t, en rampe de 10 mm et est employée dans le district minier de l'Est.

Cette machine, à 3 cylindres, à simple expansion, représente un cas particulier dans l'ensemble des machines françaises modernes, qui sont en général, comme nous l'avons dit, à 4 cylindres et com-

(1) Voir R. G. C. F. juillet 1939. Note de MM. LENTZ et METZLER.

pound. On a cherché ici, surtout, la régularité de l'effort moteur au démarrage et la puissance de traction aux faibles vitesses, ainsi qu'une grande robustesse.

La locomotive en question comporte un « booster », c'est-à-dire une petite machine spéciale sur le dernier essieu, qui peut ajouter son effort au démarrage à celui des 5 essieux accouplés et porter l'adhérence à 116 t.

Cette locomotive est, en outre, à signaler par la

Cylindres HP : 490 mm de diamètre, 640 mm de course.

Cylindres BP : 680 mm de diamètre, 700 mm de course.

Timbre : 18 kg/cm².

Surface de grille : 3,48 m².

Echappement : type Lemaître ou Kylchap.

Surchauffeur : type Schmidt ou Houlet.

Vitesse : 80 km/h (a circulé à 105 km/h).

Puissance : 2.000 ch au crochet à 80 km/h.

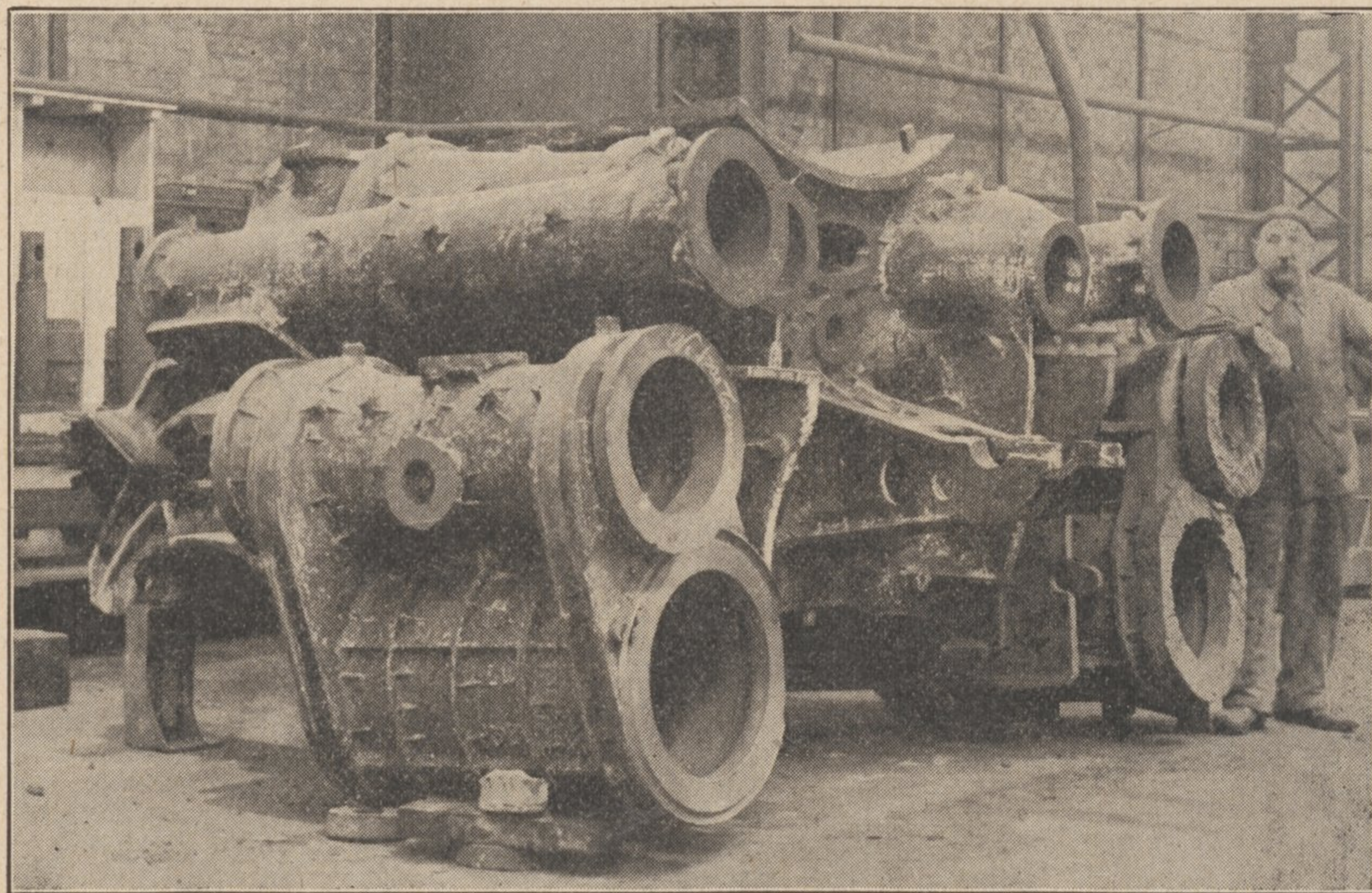


FIG. 15. — Cylindres en acier moulé (locomotive 150-P, ex. 5-1200 Nord).

nouveauté de ses longerons en barres, en acier, de 160 mm d'épaisseur, pesant chacun environ 5 t et par l'emploi de cylindres en acier moulé.

f) LOCOMOTIVE A MARCHANDISES TYPE 150 DU NORD-SÉRIE 5-1200. — Cette locomotive type 150 est moins puissante que la précédente, mais plus rapide. Elle est destinée à remorquer entre Lens et Paris des trains de charbon assez lourds, — soit 2.000 t — sous un profil facile. C'est la première machine sur laquelle l'emploi du stoker a été généralisé. La figure 14 en montre l'aspect. Elle a été construite en 1933. Les dernières unités datent de 1940 (1).

Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

Diamètre des roues : 1,550 m.

Consommation : 1,2 kg par ch-h à 80 km/h.

Sur cette machine, les cylindres sont en acier moulé. La figure 15 donne l'aspect de ces cylindres, coulés en 3 pièces (1 groupe de cylindres intérieurs BP et 2 cylindres HP) et dont l'ensemble ne laisse pas d'être assez imposant.

4^o Développement qu'il est possible de prévoir.

La locomotive à vapeur, qui a atteint une grande puissance massique et a fait depuis longtemps ses preuves pour son aptitude aux grandes vitesses, se développera-t-elle encore ? A cette question, on peut répondre par l'affirmative : tout d'abord parce que la locomotive met à profit et finit par utiliser un jour ou l'autre tous les perfectionnements divers créés par

(1) R. G. C. F. mai-juin 1940, p. 162, Information.

ailleurs par l'industrie, comme on l'a vu pour le chargeur mécanique, les roulements à rouleaux, les soupapes, etc... et comme on le verra peut-être pour la turbine, la condensation..., ce qui fait que son développement suit celui des autres industries ; et puis aussi parce que la locomotive à vapeur actuelle a encore besoin de s'améliorer. Si la locomotive fournit aujourd'hui une grande puissance avec un rendement satisfaisant, elle reste encore toutefois un engin qui nécessite, dans les utilisations intensives qui en sont faites, des frais d'entretien assez élevés et une surveillance attentive. Pour nous en tenir à la locomotive classique, il est certain que, sans la modifier profondément, il y a encore des progrès à réaliser dans la robustesse de ses organes, en cherchant à obtenir une marge plus grande entre sa puissance maximum et sa puissance pratiquement utilisée. Nos machines donnent lieu encore trop souvent à des chauffages de boîtes à huile, à des réparations de chaudières et à des interruptions de parcours qui montrent l'intérêt d'avoir des locomotives utilisées moins près de leur limite.

C'est dans cet esprit qu'a été améliorée la locomotive mixte Mikado, dont on a établi, à partir du type 141-C Sud-Est, le type 141-P, dont la construction est entreprise.

C'est pour ces raisons et pour réaliser des machines très robustes, à grande surface de grille donnant un taux de combustion réduit, que nous pensons que, dans l'avenir, la construction des machines de grande ligne s'orientera vers des types à deux essieux porteurs à l'arrière, permettant, sans dépasser les poids unitaires actuellement prescrits, une surface de grille agrandie à 5,50 m² au moins, avec stoker, et un châssis plus rigide.

Dans cette voie, où des pays étrangers se sont déjà engagés, notamment les Etats-Unis et l'Allemagne, un pas vient d'être fait chez nous avec les locomotives 232-R et 232-S de la Région Nord, qui sont à grille de 5,20 m², à châssis en barre et cylindres en acier moulé, machines toutes récentes, qui ne figurent pas dans les descriptions données ci-dessus parce qu'elles sont encore dans la période de mise au point, mais qui paraissent devoir donner des résultats intéressants. (Voir *R. G. C. F.*, mai-juin 1940, Note de M. de Caso).

Au lieu des machines 231, 241, 151..., auxquelles nous sommes habitués, on verrait ainsi apparaître les types 232, 242, 152... Il serait possible de donner à cet ensemble, à cette famille de machines nouvelles, des organes normalisés et communs en grand nombre, ce qui répondrait au but poursuivi de l'économie et de la commodité d'entretien.

Ajoutons que la construction de ces machines pourra peut-être être modifiée en remplaçant les 4 cylindres compound actuels, dont l'encombrement atteint la limite admissible sur les locomotives puissantes, par 3 cylindres également compound, donnant un peu plus de simplicité dans la construction tout en conservant l'économie du compoundage. Quant au châssis, on peut espérer que la construction en acier moulé, en une ou plusieurs pièces soudées, permettra d'obtenir, à l'exemple de la construction américaine, des châssis robustes, supprimant de nombreux assemblages de pièces rivées ou boulonnées. Les progrès dans cette voie ne serviront pas seulement à la machine à vapeur, mais à tout le matériel roulant et en particulier aux locomotives électriques, dont la construction est appelée à se développer.

