

# LOCOMOTIVES DECAPOD A 3 CYLINDRES

DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST

Par **M. DUCHATEL**,

INGÉNIEUR EN CHEF DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION  
DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST

(Planches V et VI)

## I. — Considérations générales

La Compagnie des Chemins de fer de l'Est a mis en service, ces dernières années, 125 locomotives Décapod à trois cylindres, à simple expansion et à vapeur surchauffée, qui assurent en particulier la remorque des lourds trains à marchandises du bassin de Briey. Etant donné que ce sont les premières machines de ce type qui circulent en France, nous nous proposons d'en donner une description plus détaillée.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, nous croyons cependant intéressant de donner un aperçu historique de la locomotive à trois cylindres, tel que nous le trouvons dans le Bulletin de la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Société qui fut chargée par la Compagnie de l'Est d'étudier et de construire la première série de ces machines ; nous ferons ressortir à la même occasion les avantages que présente ce dispositif.

L'application de trois cylindres aux locomotives est fort ancienne et remonte au milieu du siècle dernier. A cette époque, Robert Stephenson construisit une machine du type 1. 1. 1. dans laquelle il cherchait à supprimer tout mouvement de lacet par l'emploi de trois cylindres. A cet effet, il actionnait l'essieu moteur par deux cylindres extérieurs de 270/560, agissant sur deux boutons de manivelles parallèles, et faisant un angle de 90° avec un coude central de l'essieu, sur lequel agissait un cylindre de 420/460. L'effort tangentiel à la jante des roues motrices correspondait ainsi à celui qu'auraient produit deux cylindres ayant les dimensions du cylindre central, et dont les manivelles auraient été calées à 90° l'une de l'autre. Le mouvement de lacet, ou, pour être plus exact, l'une des causes qui le produisent, se trouvait supprimé, mais non le mouvement de recul.

Cet essai resta isolé, et ce n'est qu'avec l'apparition du compoundage que la construction des locomotives à trois cylindres reçut un certain développement, limité du reste à quelques réseaux. (Système Webb sur le London et North Western Railway à partir de 1883 ; système Weyermann en 1897 sur le Jura-Simplon, système Smith-Johnson sur le Midland Railway, etc. . .).

En France, deux machines compound expérimentales furent mises en service, l'une du système Webb en 1884 sur l'Ouest, l'autre du système Sauvage (type 1. 3. 0) en 1889, sur le Nord. Le

succès général des locomotives compound à quatre cylindres ne permit pas aux machines à trois cylindres de se développer en France.

L'apparition de la surchauffe de la vapeur, au début du XX<sup>e</sup> siècle, amena un ralentissement, et même, dans certains pays, un arrêt plus ou moins complet du développement des machines compound à quatre cylindres, auxquelles certains ingénieurs, surtout allemands, anglais et américains, reprochaient la multiplicité de pièces, la complication, et l'emploi obligatoire d'un essieu à deux coudes, pièce coûteuse, toujours plus fragile qu'un essieu droit.

L'augmentation continue de la puissance des locomotives, et l'accroissement corrélatif du poids et des dimensions des cylindres et mécanismes, d'une part, la difficulté, ou même l'impossibilité de loger, entre les longerons, des cylindres à basse pression d'un volume suffisant dans les locomotives compound, d'autre part, vinrent redonner de l'actualité aux locomotives à trois cylindres, cette fois sous la forme de machines à simple expansion. A partir de 1913, on voit apparaître sur les chemins de fer prussiens et saxons, puis plus tard sur la Reichsbahn, différents types de locomotives à trois cylindres à simple expansion, actionnant au moyen de trois manivelles calées à 120° des groupes de trois, quatre et cinq essieux accouplés.

La machine à trois cylindres et manivelles calées à 120° présente une souplesse de marche et une régularité de l'effort moteur au moins égales à celles d'une compound à quatre cylindres, sans en avoir la complication ; elle conduit à un essieu cintré remplaçant l'essieu à deux coudes ; elle utilise mieux l'adhérence que la machine à deux ou quatre cylindres, quand les manivelles motrices de ceux-ci sont opposées deux à deux.

Les pièces du mécanisme peuvent être allégées et, les efforts étant répartis sur trois mécanismes, les pressions unitaires sur les portées peuvent être sensiblement réduites.

La suppression possible de la distribution du cylindre médian permet d'économiser quelques pièces d'exécution coûteuse, et parfois difficiles à installer. L'essieu coudé est d'exécution plus facile et est moins exposé aux ruptures que l'essieu à deux coudes.

Le mouvement de recul est presque nul, et le moment résultant des forces produisant le mouvement de lacet est un peu plus faible que celui d'une machine à deux cylindres ayant la même surface totale des pistons, à égalité des entraxes des cylindres extérieurs dans les deux types de machines.

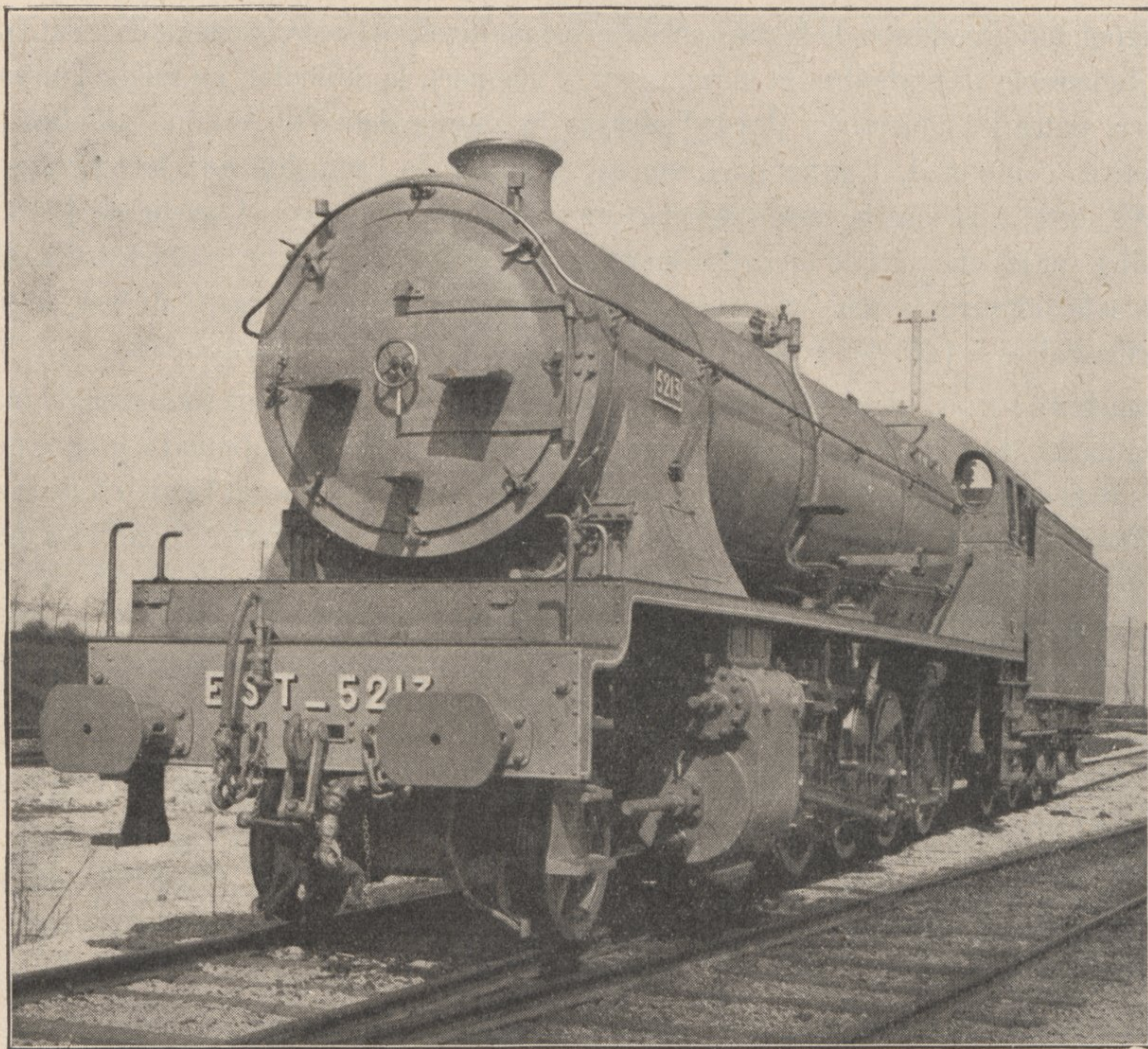
## II. — Description des locomotives 5.211 à 5.335

Il se trouva que parmi les locomotives allemandes livrées après l'armistice aux réseaux français, la Compagnie de l'Est avait reçu cinq machines du type XIII<sup>h</sup> de l'Etat Saxon, à trois cylindres, qui furent incorporées au parc de l'Est sous les numéros 5 201 à 5 205. Ces machines étaient du type Décapod, c'est-à-dire à cinq essieux accouplés et bissel à l'avant. Elles étaient pourvues d'un surchauffeur Schmidt, alimentant trois cylindres égaux, dont deux disposés à l'extérieur du châssis actionnaient le troisième essieu accouplé, le troisième placé entre les longerons actionnait le deuxième essieu couplé. Le poids total de la machine en ordre de marche était de 98 000 kg dont 84 000 kg formaient le poids adhérent.

Constatant que ce type de machine convenait bien à son trafic de trains lourds de marchandises, la Compagnie de l'Est décida de commander des machines semblables dans leur disposition générale et leurs dimensions fondamentales, mais répondant dans leurs détails

d'exécution à sa pratique courante. La Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, dont l'Usine de Graffenstaden avait construit, vers la fin de guerre, des machines analogues, du type prussien G. 12, pour le Réseau d'Alsace et de Lorraine, fut chargée de l'étude de ces locomotives, en restant en étroit contact avec les Ateliers d'Épernay, de la Compagnie de l'Est.

Fig. 1.



Tout en maintenant une interchangeabilité aussi grande que possible des pièces de détail avec celles des machines XIII<sup>b</sup>, afin de faciliter l'entretien, on procéda néanmoins à une refonte assez complète, en cherchant soit à améliorer ou à simplifier les pièces primitives, soit à utiliser pour les nouvelles machines des pièces empruntées à d'autres séries de l'Est, comme les 5 001 et 5 002, 5 900 et 32 000.

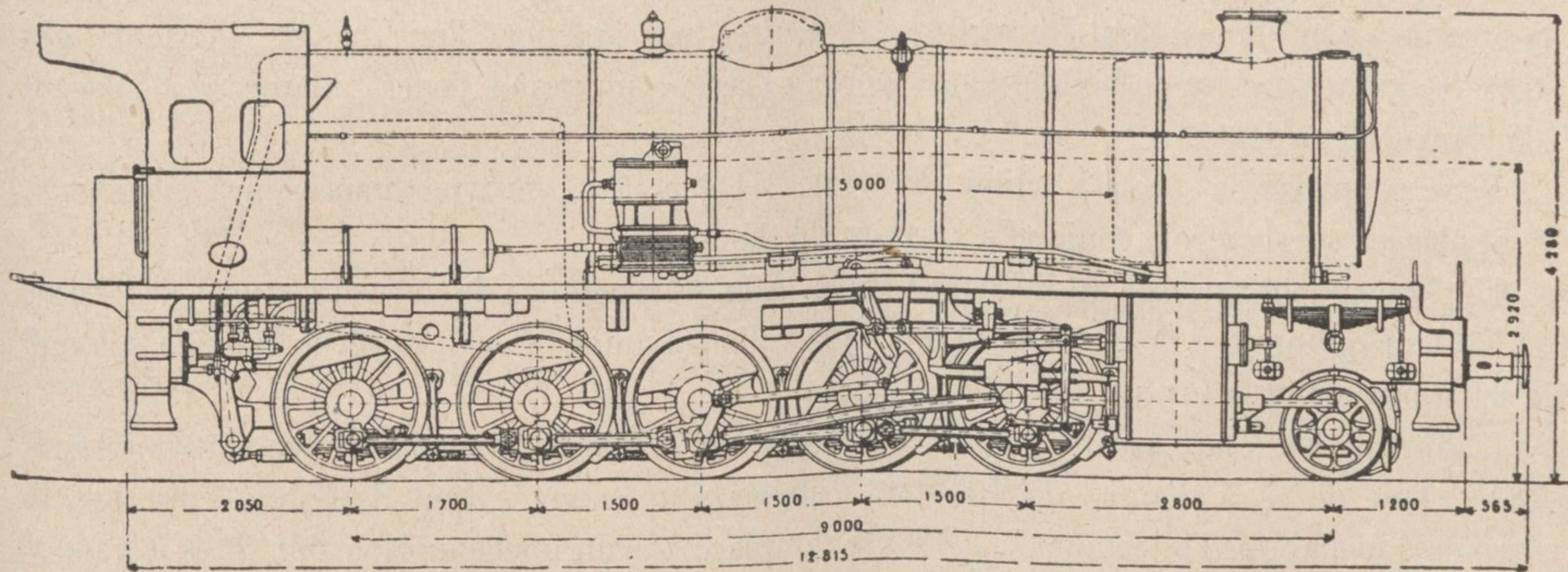
Si, par exemple, on conserva les dimensions principales ainsi que les cotes de montage des cylindres extérieurs et intérieurs, leur agencement intérieur fut modifié de façon à améliorer les canalisations de vapeur, et les cylindres extérieurs furent étudiés de façon à pouvoir être coulés d'après un même modèle. Si l'on conserva le principe du mécanisme de distribution, on adopta des coulisses et le système de changement de marche de l'Est, en disposant l'arbre de relevage au-dessus des longerons. Si l'on conserva les emboutis de boîte à feu et de foyer, on chercha cependant à améliorer, au moins à l'arrière, la rivure du cadre par l'addition des oreilles classiques qui permettent un rivetage serré et assurent une bonne étanchéité.

Parmi les organes repris sur d'autres types de l'Est, nous noterons en particulier le bissel des machines 5 001, 5 002 et 5 900, ainsi que les bielles motrices extérieures et le régulateur à soupapes.

On s'attacha aussi à simplifier la silhouette de la machine et à en améliorer l'aspect d'ensemble, au point qu'elle ne présente plus qu'une ressemblance assez vague avec son prototype.

La première commande avait porté sur une série de 25 machines, dont la fourniture commença en 1925. De nouvelles commandes, réparties entre la Société Alsacienne, la Compagnie de Fives-Lille et la Compagnie de Constructions du Nord de la France, vinrent, les années suivantes, porter à 125 l'effectif des locomotives de ce type, qui constituent actuellement la série 5211 à 5335.

Fig. 2.



LÉGENDE

SÉRIES DE MACHINES..... 5211-5235 5236-5335			SÉRIES DE MACHINES..... 5211-5235 5236-5335		
<i>Chaudière :</i>			<i>Surface de la grille.....</i>		
Timbre.....	14	14 kg/cm <sup>2</sup>	3,27	3,27	m <sup>2</sup>
Diamètre extérieur maximum.....	1 921	1 921 mm.	<i>Section de passage des gaz :</i>		
Diamètre extérieur minimum.....	1 846	1 846 »	<i>Dans les petits tubes.....</i>		
Longueur entre plaques tubulaires.....	5 000	5 000 »	0,2646	0,2678	»
Nombre de petits tubes bouilleurs.....	191	148	<i>Dans les gros tubes.....</i>		
Nombre de gros tubes surchauffeurs..	32	32	0,2402	0,2722	»
Diamètre des petits tubes bouilleurs..	45/50	50/55 »	<i>Mécanisme et mouvement :</i>		
Diamètre des gros tubes surchauffeurs	125/133	130/138 »	Diamètre des trois cylindres.....		
Diamètre primitif des éléments sur-			560		
chauffeurs aplatis.....	31/38	31/38 »	Course des pistons.....		
			660		
			Diamètre des roues couplées.....		
			1400		
			Diamètre des roues du bissel.....		
			920		
			Empatement total de la machine....		
			9,000		
			Longueur totale de la machine.....		
			12,815		
			Largeur totale.....		
			2,964		
<i>Surface de chauffe :</i>			<i>Poids :</i>		
Du foyer.....	18,83	18,72 m <sup>2</sup>	De la machine à vide.....		
Des petits tubes.....	135,00	116,25 »	86 600		
Des gros tubes.....	62,30	66,73 »	De la machine en service.....		
Des tubes d'eau de 76/90.....	1,66	1,66 »	96 700		
Totale évaporante.....	217,79	203,36 »	Adhérent.....		
Du surchauffeur.....	92,80	94,53 »	82 500		
Combinée.....	310,59	297,89 »	83 000		

Les deux planches annexées à cette note, ainsi que les photographies et la silhouette avec sa légende, donnent les dimensions principales et les détails de construction de ces machines, parmi lesquels nous relèverons les suivants :

*Chaudière.* — La boîte à feu, à berceau cylindrique, plonge entre les longerons, et sa face *A* est inclinée. Sa longueur extérieure en bas atteint 3,424 m, pour permettre l'emploi d'une grille de 3,221 m de longueur sur 1,016 m de large. Le foyer en cuivre rouge comporte deux

tubes à eau de 76/90, partant du bas de la plaque tubulaire pour aboutir au haut de la face *R*. Ces tubes améliorent la circulation de l'eau autour du foyer, et servent également de support à une longue voûte en briques réfractaires.

Les parois de foyer sont réunies à celles de boîte à feu par des entretoises en cuivre rouge, sans têtes, brochées selon la pratique actuelle de la Compagnie. Le corps cylindrique, qui n'est constitué que de deux viroles, présente la particularité de comporter à l'arrière une partie conique de 1,921 m de diamètre extérieur maximum, se raccordant à la virole cylindrique avant de 1,846 m de diamètre extérieur.

Le surchauffeur Schmidt des machines XIII<sup>h</sup> a été remplacé par un surchauffeur Est du type D. M. à éléments aplatis. Les calottes *R* de ces éléments qui, dans le 1<sup>er</sup> lot (N<sup>o</sup> 5211 à 5235) se trouvaient à 600 mm de la plaque tubulaire du foyer, en ont été rapprochés à 500 mm puis à 450 mm dans les dernières machines construites.

La virole conique de la chaudière porte un dôme de grand diamètre contenant le régulateur à soupapes équilibrées, dont l'ouverture est assurée par traction d'une tringle intérieure qui traverse la face arrière de boîte à feu et porte à l'arrière un grand levier oblique se déplaçant dans un secteur denté.

Deux soupapes de sûreté à action directe de 3 1/2 pouces, du type américain à silencieux, sont placées sur la virole conique à l'arrière du dôme.

L'échappement variable est du type à trèfle. Afin de permettre de déterminer par des essais la hauteur optimum à donner à la tuyère, une rallonge amovible a été prévue entre la colonne d'échappement et la tuyère.

L'alimentation était assurée, pour les premières machines, par deux injecteurs universels ZC V, l'un de 7,5, l'autre de 10 mm, installés sous le côté droit de l'abri. Pour les 25 dernières machines, l'injecteur de 7,5 a été remplacé par un injecteur Metcalfe N<sup>o</sup> 9 à vapeur d'échappement, qui avait déjà été appliqué à titre d'essai sur quelques machines du lot précédent. Les injecteurs refoulent l'eau dans la chaudière par l'intermédiaire de deux boîtes de retenue placées à l'avant du dôme sur la partie supérieure de la chaudière. Ces boîtes comportent des tuyères amovibles qui projettent l'eau sur les parois d'un épurateur constitué par un coffre en tôle où se précipitent les boues. Celles-ci sont rassemblées dans une poche en acier moulé rivée au bas du corps cylindrique et munie d'une vanne manœuvrable depuis l'extérieur du longeron de gauche.

La chaudière est fixée d'une manière invariable, à l'avant, sur une selle formée par la partie supérieure du cylindre intérieur. Le corps cylindrique est relié au châssis par deux tôles flexibles. La boîte à feu repose sur les longerons par l'intermédiaire de quatre supports-glissoires latéraux, munis de chapeaux-agraves destinés à empêcher le soulèvement de la chaudière. L'arrière de la boîte à feu est en plus assuré contre des déplacements latéraux au moyen d'un talon sous le cadre du foyer, qui vient s'insérer dans un guide fixé au caisson d'attelage d'arrière.

*Châssis et véhicule.* — Le châssis est formé par deux longerons entretoisés, en tôle de 30 mm d'épaisseur, par la traverse et les tôles d'attelage d'avant, une entretoise en acier moulé portant le pivot du bissel, le cylindre intérieur, un caisson en acier moulé entretoisant les cylindres extérieurs, prolongé vers le haut par une entretoise laissant passage au mécanisme intérieur, un caisson en acier moulé formant support de la glissière intérieure et relié à un grand entretoisement en tôles et cornières s'étendant jusqu'à l'avant du foyer, une entretoise horizontale au-dessous

de la partie  $\mathcal{R}$  du cendrier, et, enfin, un caisson en acier moulé formant guide de la cheville d'attelage d'arrière.

Les découpures des longerons au droit des essieux sont armées de robustes glissières en forme de fer à cheval, qui sont reliées dans le bas par des entretoises laissant passer les chapes des ressorts de suspension.

La suspension de la machine est faite en six points. La charge sur l'essieu du bissel est transmise au moyen de deux ressorts à lames reliés par des tiges de suspension au châssis de la machine et s'appuyant sur les extrémités d'un joug transversal, reposant, par l'intermédiaire de tiges de pression et de crapaudines en fonte, sur des plaques de glissement en acier moulé fixées aux tôles verticales du châssis du bissel et aux boîtes à huile. Le jeu latéral du bissel est de 150 mm de chaque côté, et est contrôlé par quatre ressorts en hélice, jumelés deux à deux, et agissant sur le coulisseau dans lequel s'engage le pivot d'entraînement fixé au châssis de la machine.

Les deux premiers essieux accouplés d'une part, les trois essieux d'arrière de l'autre, ont leurs ressorts conjugués par des balanciers. En réétudiant la suspension, on a réussi à ramener à un même type toutes les tiges de suspension.

On n'a pas jugé utile de conserver à l'essieu arrière le déplacement transversal que possèdent les machines allemandes. De ce fait, l'empatement rigide, qui était de 4,500 m, s'est trouvé porté à 6,200 m. Pour permettre néanmoins le passage en courbes de 90 m de rayon, les boudins de l'essieu milieu ont été supprimés, et ceux des deux essieux intermédiaires amincis.

Les contrepoids des roues ont été calculés de façon à équilibrer dans chaque roue intégralement les masses tournantes, et en plus, sur l'ensemble, une fraction des masses alternatives limitée de façon que pour aucune roue la perturbation verticale due à la force centrifuge ne dépasse, à la vitesse de 65 km/h, 15 % de la charge statique. L'équilibrage des masses alternatives réalisé ainsi atteint 33 %.

L'attelage entre machine et tender comporte, suivant la disposition adoptée par la Compagnie de l'Est pour ses locomotives modernes, une cheville unique, en acier au chrome-nickel, de 180 mm de diamètre. Cette cheville est logée dans deux bagues en acier trempé emmanchées dans le caisson d'arrière, et coulisse dans une chape à rotule reliée au caisson d'avant du tender.

Cette disposition supprime tout mouvement relatif transversal entre machine et tender, et laisse à l'ensemble toute liberté d'inscription dans des courbes descendant jusqu'à 90 m de rayon. Elle permet également d'accoupler les locomotives avec l'un quelconque des nouveaux tenders à bogie de 22, 25, 28, 32 et 35 m<sup>3</sup> de la Compagnie. Elle est complétée par un système de plate-forme unique qui, depuis sa première application en 1902 sur les Chemins de fer fédéraux Suisses, a trouvé dans ce pays une grande extension. Au lieu du dispositif usuel où les tabliers de la machine et du tender sont reliés par un pont mobile, la plate-forme de la machine fait ici une saillie de 1,060 m sur la traverse  $\mathcal{R}$ , et s'étend au-dessus de la rehausse  $\mathcal{A}$  du châssis du tender jusqu'à la partie centrale de la caisse à eau, ce qui facilite grandement le travail du chauffeur. L'ensemble du dispositif de l'Est présente sur la disposition suisse l'avantage d'utiliser l'effort de rappel du bogie  $\mathcal{A}$  du tender pour guider l'arrière de la locomotive et augmenter sa stabilité sur la voie. Cet avantage est particulièrement sensible pour les machines dépourvues d'essieu porteur  $\mathcal{R}$ , telles les locomotives 5 211 à 5 335.

La hauteur du tablier sur l'ensemble de la machine a été maintenue au niveau de la plate-forme  $\mathcal{R}$ , alors que sur les locomotives allemandes, le tablier redescendait à l'avant de l'abri. Tout en donnant une meilleure accessibilité au mécanisme extérieur, cette disposition améliore considérablement l'aspect général de la machine.

*Mouvement.* — Le troisième des essieux accouplés est actionné par deux cylindres horizontaux de 560 mm d'alésage disposés à l'extérieur des longerons, le deuxième par un cylindre de même diamètre placé à l'intérieur du châssis. Pour permettre à la bielle motrice d'éviter le premier essieu accouplé, le cylindre intérieur a reçu une inclinaison de 198,3 mm par mètre, et de plus son axe ne passe pas par le centre de l'essieu coudé, mais à 100 mm au-dessus.

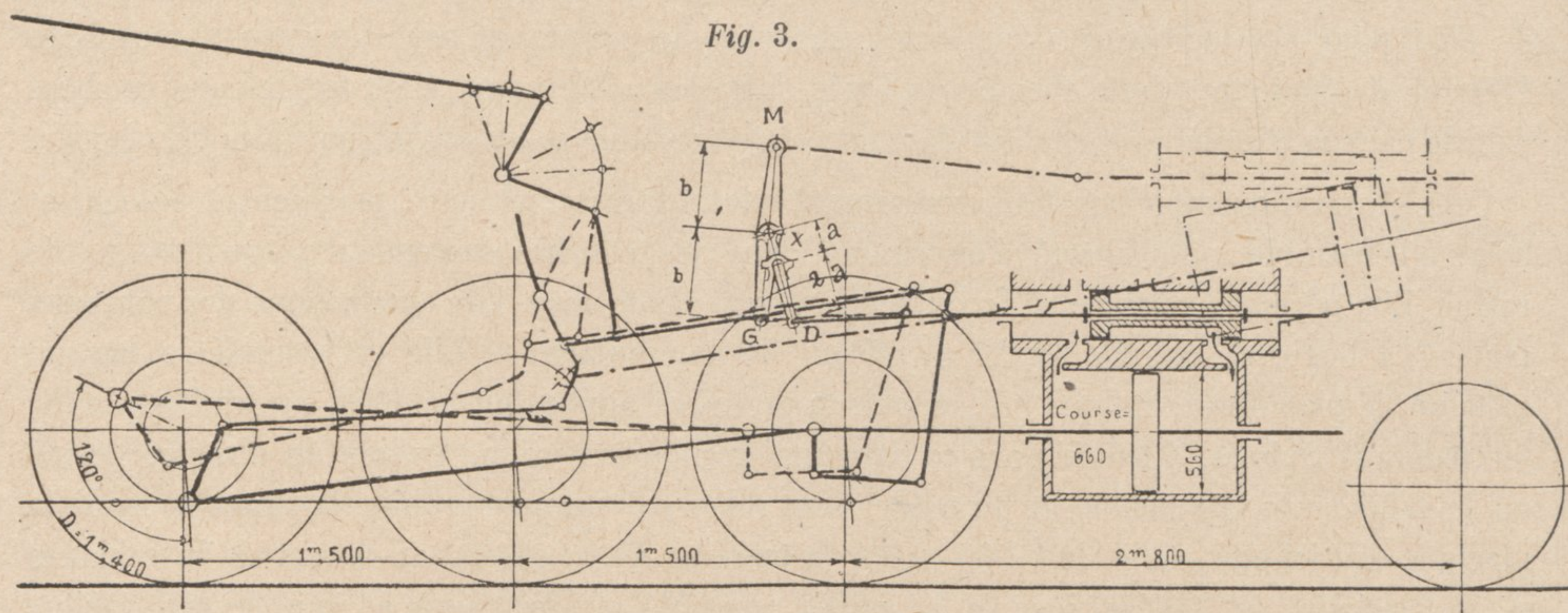
L'encastrement des cylindres dans les longerons est assuré de manière efficace au moyen de coins de serrage. Pour le cylindre intérieur, on a adopté un dispositif nouveau permettant le démontage sans dériver les longerons.

Les pistons extérieurs sont du type normal à cuvette, avec contre-tige à l'avant. Pour le piston intérieur, la contre-tige a été supprimée ; le piston a, en conséquence, été muni d'une frette en bronze, coulée sur le disque en acier et portant les rainures pour les segments.

Les garnitures de tiges et contre-tiges de pistons sont du type à labyrinthe. Les boîtes à garnitures sont subdivisées par des cloisons en chambres où la vapeur se détend progressivement et dans lesquelles sont logés des éléments en fonte appliqués sur la tige au moyen d'un ressort.

Les tiroirs de distribution cylindriques, du type Est de 220 mm de diamètre, sont fermés par deux souches réunies entre elles par un corps creux. Chaque piston est muni de deux segments entretoisés par un anneau en fonte muni de cannelures.

Les phases de distribution des trois cylindres étant décalées de  $120^\circ$ , la commande du tiroir médian a été réalisée par une combinaison cinématique du mouvement des tiroirs des cylindres extérieurs qui sont commandés par deux distributions Walschaerts (Fig. 3 et 4).

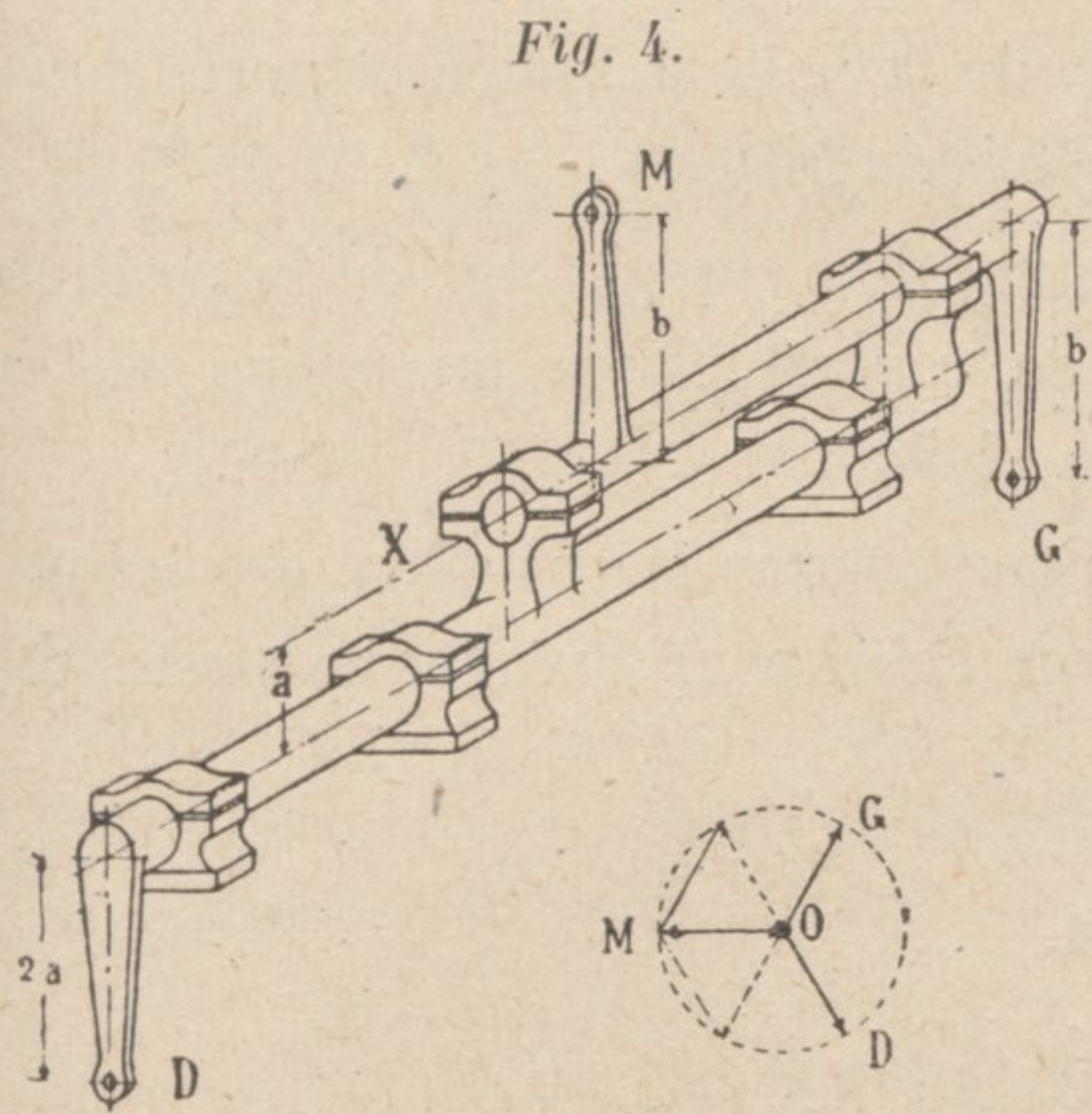


Le point G reçoit son mouvement du tiroir de gauche, le point D du tiroir de droite, le point M commande le tiroir médian. Le mouvement de ce dernier correspond à celui que produirait un excentrique fictif OM obtenu par composition et renversement de  $180^\circ$  des mouvements donnés aux tiroirs latéraux par les excentriques fictifs OG et OD, et leur est sensiblement égal.

Cette façon d'actionner l'un des tiroirs d'une machine à trois manivelles calées à  $120^\circ$  par combinaison des mouvements de deux autres tiroirs avait déjà été indiquée en 1887 dans le cours de machines à vapeur professé par M. Madamet à l'Ecole du Génie Maritime. La première application pratique paraît toutefois être due aux chemins de fer prussiens, qui l'ont employée en 1913-1914, sous deux formes différentes, dans leurs locomotives à trois cylindres

2-3-0. et 1-5-0 (types S. 10<sup>2</sup> et G. 12<sup>1</sup>, ce dernier étant le prototype des machines saxonnes XIII<sup>h</sup>), puis ultérieurement dans les types G. 12 et G. 8<sup>3</sup>. On en trouve également des exemples dans des locomotives récentes anglaises et américaines.

Cette disposition présente différents avantages ; elle évite en effet de prendre le mouvement du tiroir médian sur l'essieu coudé ; elle économise un excentrique, une coulisse et un levier d'avance, dont l'installation entre les longerons est parfois gênante. Toutefois, sous la forme réalisée sur les machines allemandes G. 12<sup>1</sup>. et XIII<sup>h</sup>, et reproduite sur les machines de l'Est, elle ne se prête pas aux très grandes vitesses de marche, pour lesquelles il se



produit des effets d'inertie qui peuvent amener des ruptures de pièces, comme l'ont prouvé des essais faits par la Compagnie. Il est très important également de ne pas laisser prendre de jeu aux articulations (au nombre de vingt-deux) par lesquelles passent les mouvements composés de la marche du tiroir intérieur, sous peine de dérégler celle-ci.

Etant donné l'inclinaison du cylindre intérieur, l'angle de calage de sa manivelle motrice diffère de l'angle théorique de  $120^\circ$  dont la manivelle de gauche précède celle de droite. La détermination de cet angle tient en outre compte de la façon dont le tiroir intérieur, dont le mouvement ne dépend que des mécanismes extérieurs, assure la distribution de son cylindre. Des graphiques établis à cet effet ont prouvé qu'il y avait intérêt, pour améliorer les phases, et en particulier les avances à l'admission de la distribution intérieure, à effectuer une légère correction de l'angle de calage, tel qu'il serait résulté de l'inclinaison du cylindre et qui eût été de  $133^\circ 50'$ , en le réduisant à  $132^\circ 45'$ .

Comme autres détails de construction, nous relèverons l'application de trois soupapes de rentrée d'air aux cylindres, à l'exclusion de tout by-pass ; l'augmentation des dimensions du tourillon moteur de l'essieu coudé ; l'application aux têtes de piston de graisseurs assurant indépendamment le graissage de la face supérieure et de la face inférieure des glissières ainsi que de l'axe d'articulation de la bielle.

Le graissage des cylindres et des tiroirs est assuré par un graisseur à condensation qui, pour les premières machines, envoyait de l'huile dans les conduits d'admission. Pour le dernier lot, on a fait déboucher les tuyaux de graissage, par l'intermédiaire d'un raccord avec capillaire et crépine de protection type Est, au milieu de la génératrice supérieure de chaque cylindre, le graissage des tiroirs devant se faire par la vapeur d'échappement.

Un tuyau de contre-vapeur aboutit à l'arrière du cylindre intérieur dans le conduit d'échappement commun aux trois cylindres. Des tuyaux d'injection d'eau débouchent dans les trois boîtes à vapeur.



*Frein et appareils divers.* — Les machines sont munies des freins Westinghouse automatiques et directs agissant par l'intermédiaire d'une timonerie à balanciers compensateurs sur les 10 sabots disposés à l'avant des roues accouplées. A partir de la locomotive N° 5236, les machines ont reçu des pompes bi-compound et deux réservoirs supplémentaires augmentant la capacité du réservoir principal. Le dernier lot a été équipé avec le frein Westinghouse type 6 ET simplifié pour trains de marchandises.

La sablière, à air comprimé, est disposée à l'intérieur de la boîte à fumée et porte deux boîtes de distribution qui envoient le sable à l'avant des roues du bissel.

L'indicateur de vitesse type TO, système Flaman, est muni d'un enregistreur de la position des disques, commandé électriquement par une brosse de contact placée au milieu de la machine. Il est également muni du dispositif « Mécanicien vigilant ».

Les locomotives sont munies des appareils nécessaires pour assurer le chauffage des trains. En outre, des serpentins sont disposés sous la plate-forme de l'abri pour chauffer les postes du personnel.

### III. — Conclusion.

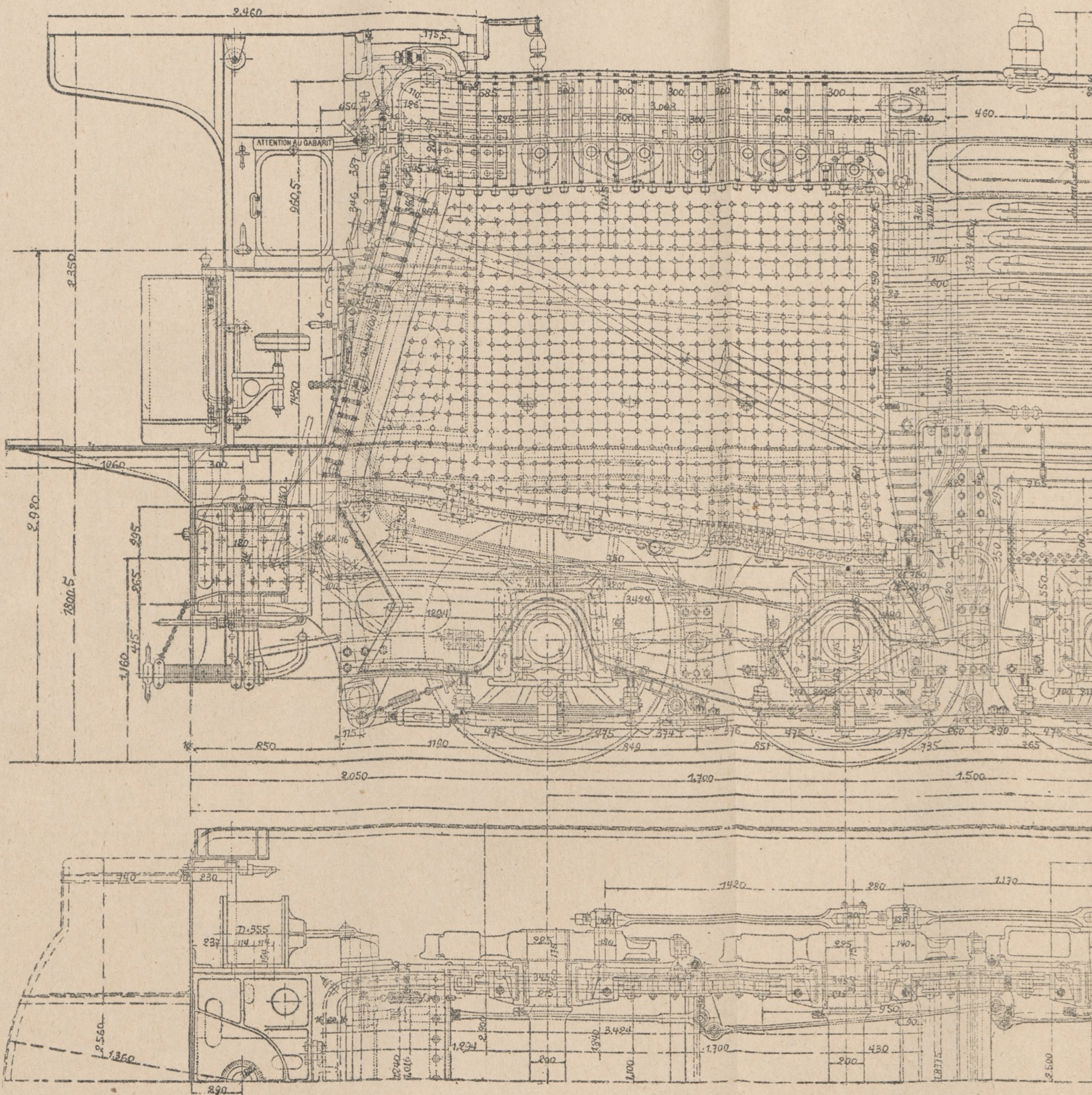
Les résultats obtenus avec ces machines ont été excellents, ce qui a déterminé la Compagnie de l'Est à en généraliser l'emploi. Les Chemins de fer Algériens de l'Etat ont également adopté ce type et en ont commandé récemment 25 machines. Des machines d'essai ont été prêtées aux réseaux de l'Etat et du Nord, qui ont été très satisfaits des résultats obtenus.

*Charges remorquées et consommations.* — En admettant une combustion horaire, par mètre carré de grille, de 550 kg de charbon vaporisant sept fois son poids d'eau, on peut évaluer à 54 km/h la vitesse de fonctionnement la plus économique et donnant la puissance maximum, à environ 8.100 kg l'effort de traction à la jante des roues accouplées, et à 1.600 ch le travail correspondant.

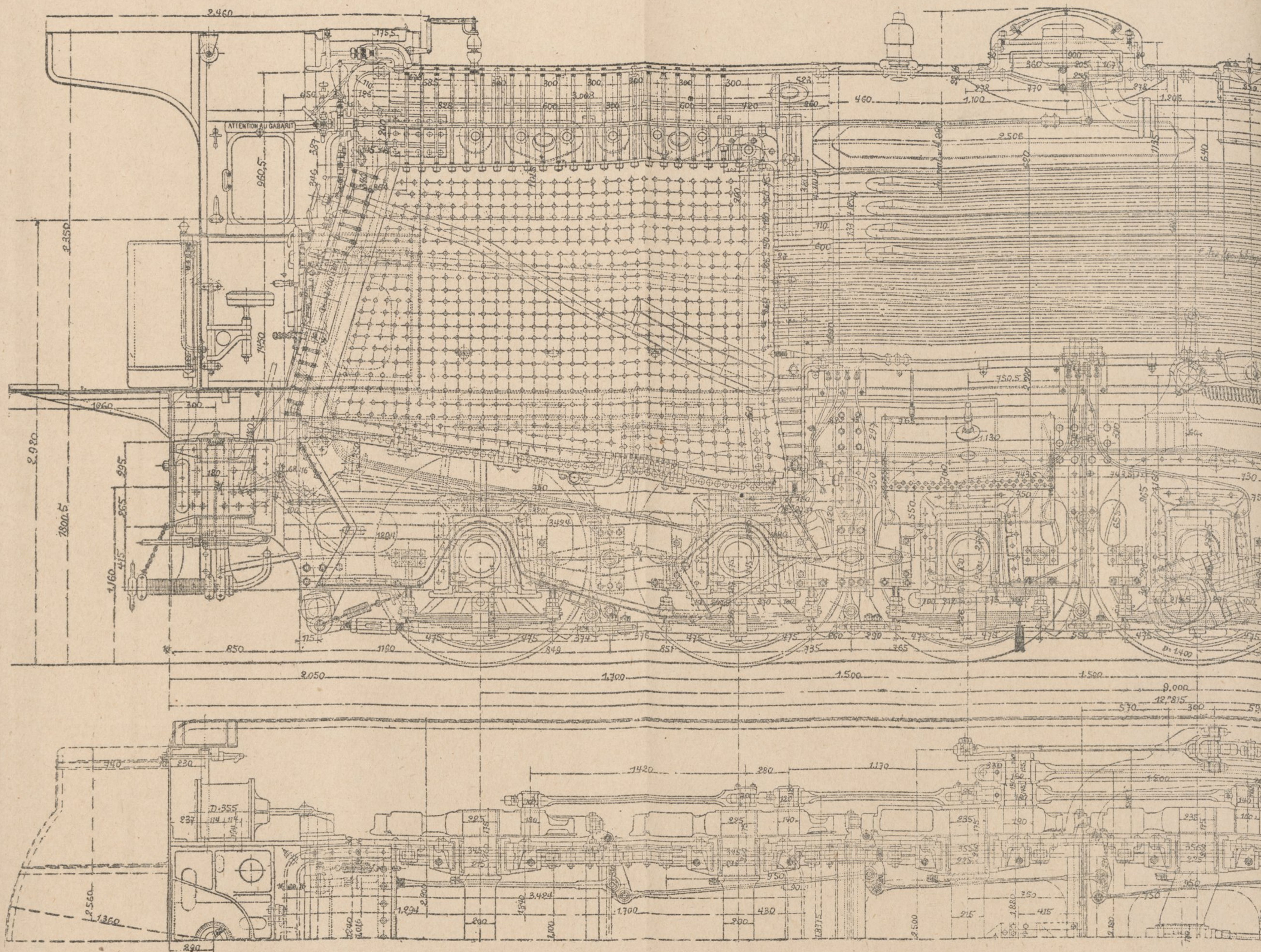
La vitesse critique, c'est-à-dire celle à laquelle la chaudière produit encore juste la vapeur nécessaire pour réaliser l'effort maximum de traction à la jante des roues, soit 18.000 kg pour une pression moyenne égale à 60 % de celle de la chaudière, est d'environ 18,6 km/h et la puissance correspondante de 1 270 ch. Le coefficient d'adhérence est alors 1 : 4,6.

Cette machine remorque sans difficulté des charges de 2 200 t en palier à des vitesses moyennes de 40 à 45 km à l'heure. En rampe de 8 mm et de 10 mm, les charges remorquées sont encore respectivement d'environ 1 400 t et 1 150 t à des vitesses voisines de 20 km à l'heure.

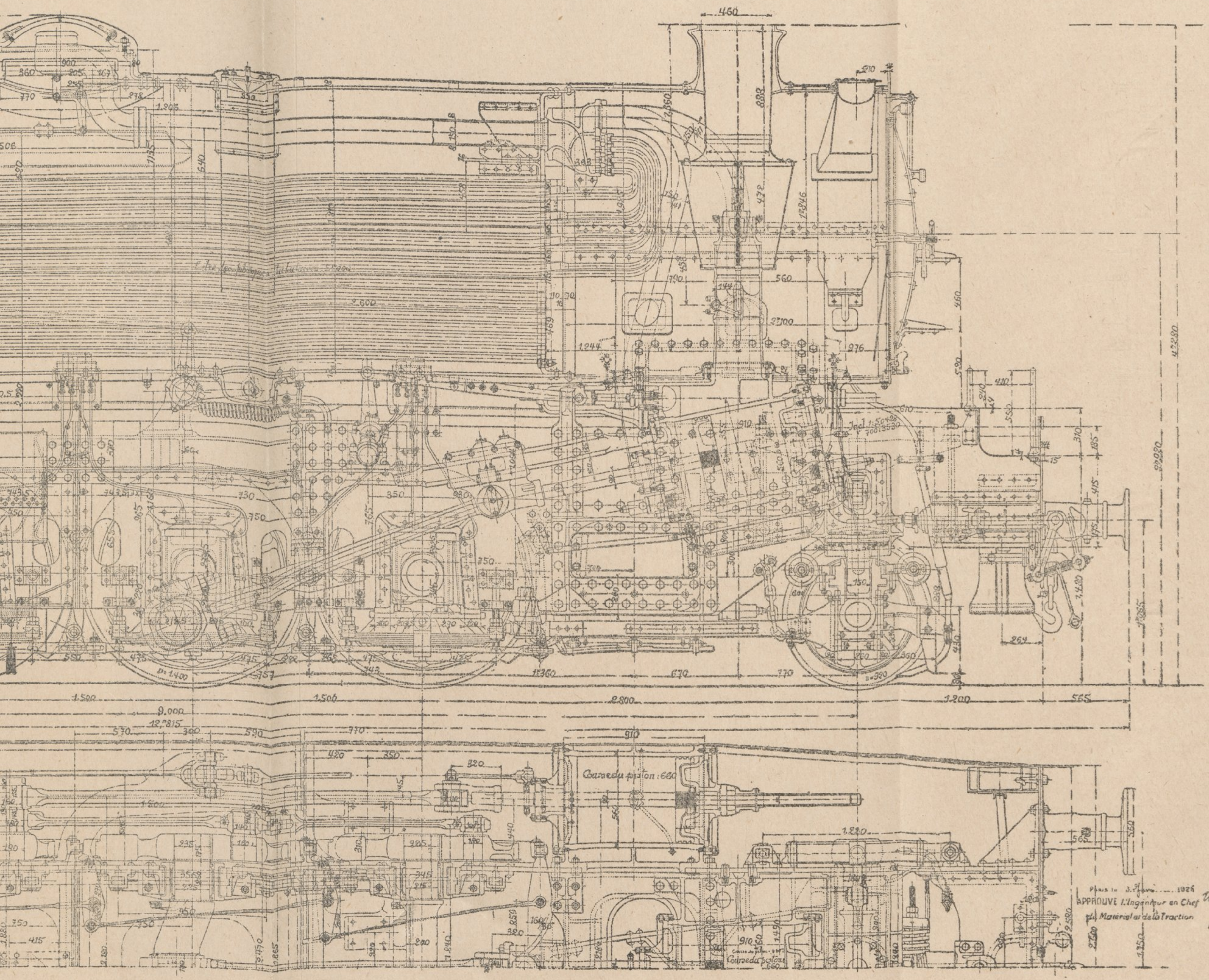
---



Coupe longitudinale.



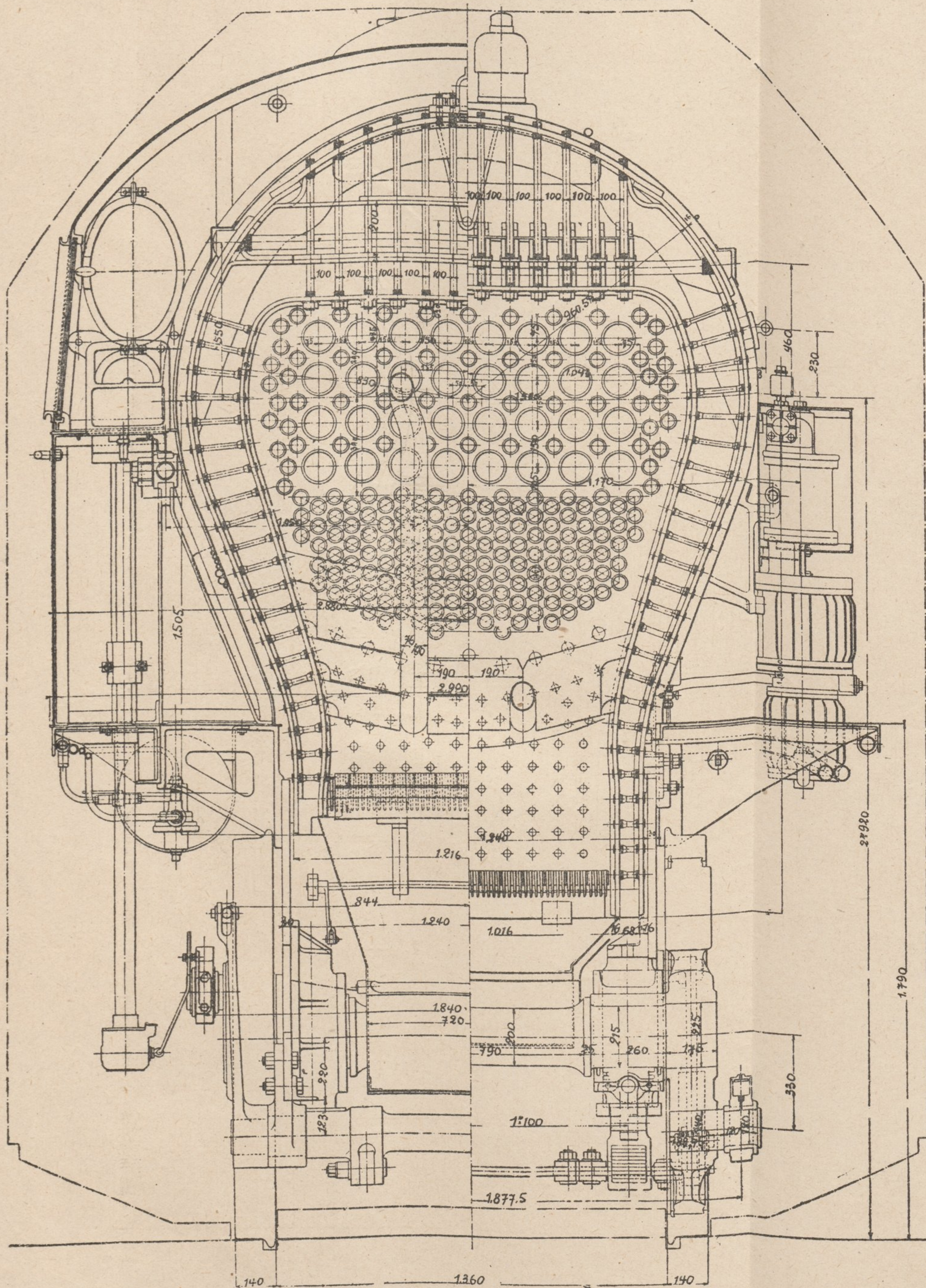
Coupe longitudinale.



Plan in 3.7 June 1925  
 APPROUVE L'Ingénieur en Chef  
 Material de la Traction

Demi-coupe par le foyer (arrière)

Demi-coupe par le foyer (avant)  
et le 4<sup>me</sup> essieu accouplé



Demi-coupe par l'essieu moteur  
des cylindres extérieurs

Demi-coupe par l'essieu moteur  
du cylindre intérieur

