

LA NOUVELLE LOCOMOTIVE-TENDER A 4 ROUES ACCOUPLEES  
POUR TRAINS LÉGERS  
DE LA COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD

Par M. PULIN,

INGÉNIEUR, INSPECTEUR PRINCIPAL DE L'ATELIER CENTRAL.

(Pl. I à III).



Au mois de Juillet 1885, la Compagnie du chemin de fer du Nord inaugura sur les lignes de *Lille à Tourcoing* et de *Boulogne à St-Omer*, du réseau Français, et sur celles de *Liège-Longdoz à Flémalle*, du Nord-Belge, le service des *trains-tramways*, dont le développement a été considérable, en quelques années.

Les machines affectées, à l'origine, à la traction de ces trains, et dont la plupart se trouvent encore en service, sont de divers types. On a d'abord utilisé les anciennes locomotives Stephenson, les unes à essieux indépendants, d'autres à deux essieux accouplés, après les avoir transformées en machines-tenders; puis, le nombre des trains augmentant, l'effectif des locomotives-tramways a été constitué en choisissant, parmi les machines-tenders existantes, celles qui pouvaient être distraites sans inconvénient du service des trains ordinaires et qui étaient à deux ou à trois essieux accouplés. Toutefois, comme ces dernières possédaient une adhérence plus que suffisante pour des trains-tramways, on a découplé l'essieu d'avant dans le but de faciliter leur passage dans les courbes de 150<sup>m</sup> de rayon. Mais la puissance de ces diverses machines, qui, tout d'abord, a pu paraître hors de proportion avec la résistance à vaincre, alors que les trains-tramways ne comportaient qu'une voiture articulée à six essieux, du poids de 26 tonnes au maximum (1), a été bientôt complètement utilisée. En effet, la charge a promptement passé de 6

(1) *Revue générale*, N<sup>o</sup> d'Août 1889, p. 210.

Conditions principales d'établissement.

CHAUDIÈRE.		CHASSIS ET ROUES.		MÉCANISME.			
Grille . . . . .	Longueur horizontale . . . . .	1 <sup>m</sup> ,632	Longueur totale du châssis, tampons compris . . . . .	9 <sup>m</sup> ,165	Écartement d'axe en axe . . . . .	1 <sup>m</sup> ,940	
	Largeur . . . . .	0 <sup>m</sup> ,964	d° du longeron . . . . .	7 <sup>m</sup> ,995		Diamètre . . . . .	0 <sup>m</sup> ,420
	Surface . . . . .	1 <sup>m</sup> q,5732	Écartement intérieur des longerons . . . . .	1 <sup>m</sup> ,220		Course des pistons . . . . .	0 <sup>m</sup> ,600
Foyer . . . . .	Longueur intérieure en haut . . . . .	1 <sup>m</sup> ,576	Hauteur des longerons { au milieu . . . . .	1 <sup>m</sup> ,430	Inclinaison sur l'horizontale	0	
	Longueur intérieure en haut . . . . .	1 <sup>m</sup> ,040		au-dessus des rails . . . . .		1 <sup>m</sup> ,350	Section du tuyau de prise de vapeur . . . . .
	d° en bas . . . . .	0 <sup>m</sup> ,960	Hauteur du dessus des longerons à l'axe de la chaudière (prise au milieu) . . . . .	0 <sup>m</sup> ,670	Section du tuyau d'échappement . . . . .	0 <sup>m</sup> q,012173	
Boîte à feu extérieure.	Hauteur { au-dessus du cadre à l'avant . . . . .	1 <sup>m</sup> ,554	Longueur de la traverse d'avant . . . . .	2 <sup>m</sup> ,480	Longueur d'axe en axe . . . . .	1 <sup>m</sup> ,630	
	du dessus du { au-dessus du cadre à l'arrière . . . . .	1 <sup>m</sup> ,184	Hauteur des tampons d'avant au-dessus des rails	1 <sup>m</sup> ,035		Tourillons des Longueurs . . . . .	0 <sup>m</sup> ,110
	à l'axe de la chaudière . . . . .	0 <sup>m</sup> ,234	Diamètres des roues { 1 <sup>er</sup> essieu (bogie) . . . . .	0 <sup>m</sup> ,900		grosses têtes. { Diamètre . . . . .	0 <sup>m</sup> ,110
Corps cylindrique	Longueur . . . . .	1 <sup>m</sup> ,850	au contact. { 2 <sup>e</sup> essieu ( d° ) . . . . .	0 <sup>m</sup> ,900	Tourillons des Longueurs . . . . .	0 <sup>m</sup> ,090	
	Largeur en haut . . . . .	1 <sup>m</sup> ,328	3 <sup>e</sup> essieu . . . . .	1 <sup>m</sup> ,664		petites têtes. { Diamètre . . . . .	0 <sup>m</sup> ,070
	Largeur en bas . . . . .	1 <sup>m</sup> ,180	4 <sup>e</sup> essieu . . . . .	1 <sup>m</sup> ,664		Rapport de la longueur de la bielle à la manivelle . . . . .	5,43
Tubes à air chaud.	Diamètre intérieur moyen . . . . .	1 <sup>m</sup> ,300	Écartement des essieux { 1 <sup>er</sup> à 2 <sup>e</sup> . . . . .	1 <sup>m</sup> ,850	Inclinaison des tiroirs sur l'axe des cylindres . . . . .	1°	
	Épaisseur des tôles . . . . .	0 <sup>m</sup> ,014	2 <sup>e</sup> à 3 <sup>e</sup> . . . . .	1 <sup>m</sup> ,825		Rayon des manivelles d'accouplement . . . . .	0,300
	Hauteur de l'axe au-dessus des rails	2 <sup>m</sup> ,102	3 <sup>e</sup> à 4 <sup>e</sup> . . . . .	1 <sup>m</sup> ,850			Angle d'avance . . . . .
Nombre . . . . .	198	Écartement des essieux extrêmes . . . . .	5 <sup>m</sup> ,525	Rayon d'excentricité . . . . .	0 <sup>m</sup> ,065		
Surface de chauffé.	Diamètre extérieur . . . . .	0 <sup>m</sup> ,945	1 <sup>er</sup> essieu . . . . .	0 <sup>m</sup> ,130	Excéntriques . . . . .	1 <sup>m</sup> ,500	
	Épaisseur . . . . .	0 <sup>m</sup> ,0025	2 <sup>e</sup> essieu . . . . .	0 <sup>m</sup> ,130		Course des tiroirs { Marche avant . . . . .	0 <sup>m</sup> ,062
	Longueur entre les plaques tubulaires . . . . .	3 <sup>m</sup> ,100	3 <sup>e</sup> essieu . . . . .	0 <sup>m</sup> ,155			{ Marche arrière . . . . .
du foyer . . . . .	7 <sup>m</sup> q,80	4 <sup>e</sup> essieu . . . . .	0 <sup>m</sup> ,165	Lumières { Admission . . . . .	0 <sup>m</sup> ,300		
des tubes à l'intérieur . . . . .	77 <sup>m</sup> q,80	1 <sup>er</sup> essieu { diamètre . . . . .	1 <sup>m</sup> ,150		{ Longueur . . . . .	0 <sup>m</sup> ,040	
totale . . . . .	85 <sup>m</sup> q,00	2 <sup>e</sup> essieu { longueur . . . . .	1 <sup>m</sup> ,110		{ Échappement { Longueur . . . . .	0 <sup>m</sup> ,300	
Rapport . . . . .	Surface des tubes à celle du foyer . . . . .	9,89	3 <sup>e</sup> essieu { diamètre . . . . .	0 <sup>m</sup> ,220	Recouvrements { extérieurs . . . . .	0 <sup>m</sup> ,028	
	Surface de chauffé à celle de la grille	54,00	4 <sup>e</sup> essieu { longueur . . . . .	0 <sup>m</sup> ,220		{ intérieurs . . . . .	0 <sup>m</sup> ,002
	Timbre de la chaudière en Kg . . . . .	10	Fusées des essieux . . . . .	0 <sup>m</sup> ,170		Effort maximum théorique de traction $\frac{pd^2 l}{D}$ =	6.360kg
Cheminée . . . . .	Diamètre des soupapes Adams (à charge directe)	0 <sup>m</sup> ,064	1 <sup>er</sup> essieu { diamètre . . . . .	0 <sup>m</sup> ,170	Effort de traction pratique (coefficient = 0,65) =	4.134kg	
	Diamètre en haut (intérieur) . . . . .	0 <sup>m</sup> ,480	2 <sup>e</sup> essieu { longueur . . . . .	0 <sup>m</sup> ,240		Poids { vide . . . . .	334,700
	Diamètre en bas ( d° ) . . . . .	0 <sup>m</sup> ,380	3 <sup>e</sup> essieu { diamètre . . . . .	0 <sup>m</sup> ,170			{ en charge . . . . .
Hauteur au-dessus des rails . . . . .	4 <sup>m</sup> ,150	4 <sup>e</sup> essieu { longueur . . . . .	0 <sup>m</sup> ,240	Répartition du { 1 <sup>er</sup> essieu . . . . .	61,500		
Rapport de la surface de grille à la section de la cheminée . . . . .	Boîte { Diamètre intérieur . . . . .	10,7	Rayon de fabrication	0,030	Poids utile pour l'adhérence, en supposant les approvisionnements épuisés . . . . .	24.880kg	
	à fumée. { Longueur intérieure . . . . .	1 <sup>m</sup> ,328	Répartition de fabrication	0,030		Poids de la machine. { 1 <sup>er</sup> essieu . . . . .	61,500
	Eau (0 <sup>m</sup> ,10 au-dessus du ciel du foyer . . . . .	0 <sup>m</sup> ,840	Rayon de fabrication	0,060			{ 2 <sup>e</sup> essieu . . . . .
Vapeur . . . . .	3 <sup>m</sup> c,100	Régime	2,055	{ 3 <sup>e</sup> essieu . . . . .	141,950		
Capacité de la chaudière.	Totale . . . . .	1 <sup>m</sup> c,650	4 <sup>e</sup> essieu { diamètre . . . . .	0,060	Poids utile pour l'adhérence, en supposant les approvisionnements épuisés . . . . .	141,850	
	Eau . . . . .	4 <sup>m</sup> c,750	4 <sup>e</sup> essieu { longueur . . . . .	0,060		Poids de la machine. { vide . . . . .	334,700
	Combustible . . . . .	3,200kg	4 <sup>e</sup> essieu { longueur . . . . .	0,060			{ en charge . . . . .
Approvi- sionnements	2.000kg	4 <sup>e</sup> essieu { longueur . . . . .	0,060	Répartition du { 1 <sup>er</sup> essieu . . . . .	61,500		
			Rayon de fabrication	0,030	{ 2 <sup>e</sup> essieu . . . . .	61,500	
			Rayon de fabrication	0,060	{ 3 <sup>e</sup> essieu . . . . .	141,950	
			Rayon de fabrication	0,060	{ 4 <sup>e</sup> essieu . . . . .	141,850	
			Rayon de fabrication	0,060	Poids utile pour l'adhérence, en supposant les approvisionnements épuisés . . . . .	24.880kg	

RESSORTS DE SUSPENSION.

DESIGNATION des ESSIEUX.	FEUILLES.		Régime $\frac{m}{m}$	Rayon de fabrication	Plèche de fabrication	Corde de fabrication	Charge d'épreuve.
	Nombre	Dimen- sions.					
1 <sup>er</sup> essieu.	8	90 X 10	62	2,055	0,030	0,700	6.850 kg.
2 <sup>e</sup> essieu.	8	90 X 10	62	2,055	0,030	0,700	6.850
3 <sup>e</sup> essieu.	13	90 X 12	50	2,088	0,060	0,995	11.280
4 <sup>e</sup> essieu.	13	90 X 12	50	2,088	0,060	0,995	11.280

à 12 essieux, puis à 16, et les trains-tramways sont devenus les trains « légers ». En même temps, le nombre des arrêts aux passages à niveau augmentant de plus en plus, sans grand changement dans les heures initiales de départ et finales d'arrivée, la vitesse moyenne de la marche s'est beaucoup accrue. La multiplicité des points d'arrêt oblige à employer une machine qui soit capable d'assurer des démarrages francs et prompts, et d'exercer au départ un effort de traction très élevé comparativement à celui qui est nécessaire en pleine marche, même sur les portions difficiles du profil de la voie.

Aussi, lorsqu'il est devenu nécessaire d'augmenter le nombre des locomotives employées pour les trains légers, et d'étudier un type de machine en vue de ce service, a-t-on été conduit à admettre, parmi les conditions à remplir, l'obligation de réaliser une puissance supérieure à celle qui eût paru simplement suffisante.

Il convient d'ajouter, à l'appui de cette considération, que les besoins du service obligent souvent à porter la composition de ces trains à 24 essieux et plus.

La locomotive, récemment mise en service sur le réseau du chemin de fer du Nord, et décrite dans cet article, constitue un type entièrement nouveau. Elle a été étudiée d'après les données et sous la direction de M. du Bousquet, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction, et construite par la *Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort*. Indépendamment de la puissance qui, d'après les considérations ci-dessus, devait être prévue largement, les principales conditions à remplir étaient les suivantes :

- 1° Stabilité et faculté de circuler librement dans les courbes de faible rayon ;
- 2° Faculté de marcher à la vitesse de 70 ou 80 kilomètres à l'heure ;
- 3° Empattement assez réduit pour permettre de tourner les machines sur des plaques de 6<sup>m</sup>,20 de diamètre.

Ce programme a été réalisé par des locomotives-tenders à 4 roues accouplées avec bogie à l'avant, et dont le poids adhérent a été porté au maximum compatible avec la résistance de la voie. Ces machines sont au nombre de 30 (*série 2311-2340*), et les premières ont été mises en service au mois d'Avril 1892. Elles sont figurées Pl. I à III, et le tableau ci-contre indique leurs conditions d'établissement.

Les dispositions particulières de ces locomotives sont les suivantes :

CHAUDIÈRE.

La chaudière, timbrée à 10 kg., possède une surface de chauffe égale à celle des chaudières des locomotives, type Ouest, employées par la Compagnie

du Nord pour les trains de banlieue. Elle renferme une courte voûte en briques dans le foyer. Elle est pourvue de deux soupapes de sûreté à charge directe, dont l'une est du système Adams, et de deux injecteurs Sellers de 7<sup>mm</sup> 1/2.

Les tubes à air chaud sont en acier doux.

Les robinets de communication du niveau d'eau, à obturation automatique en cas de rupture du tube, sont du système Chalou.

Les joints des tuyaux de prise de vapeur sur la culotte d'admission et sur les cylindres sont formés au moyen de rondelles en bronze bi-sphériques (Fig. 1), système qui procure une étanchéité complète.

Fig. 1. — JOINT DES TUYAUX DE PRISE DE VAPEUR.

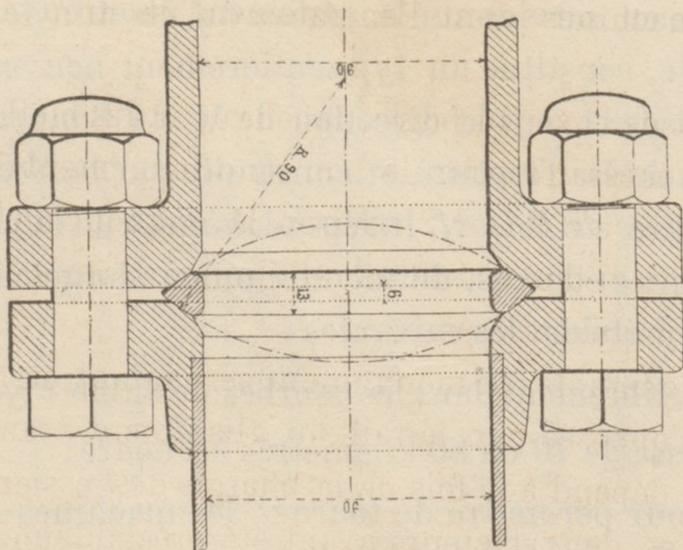
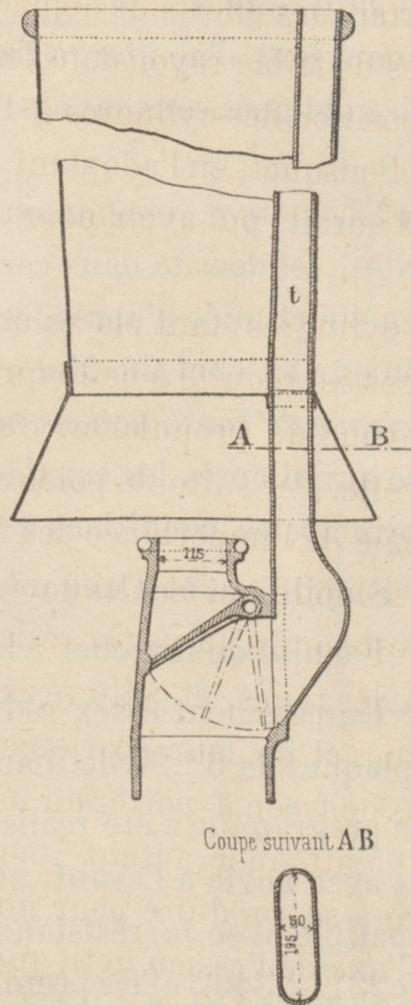


Fig. 2. — ÉCHAPPEMENT  
A DÉRIVATION DE VAPEUR.



L'échappement, à dérivation de vapeur, est représenté Fig. 2. Un clapet en bronze placé au-dessous de la tuyère, et manœuvrable par le mécanicien, peut prendre les deux positions extrêmes, l'une permettant l'évacuation dans cette tuyère, à la manière ordinaire, l'autre ayant pour effet d'envoyer toute la vapeur d'échappement dans un tuyau *t* placé contre la paroi intérieure de

la cheminée et débouchant dans l'atmosphère. Le clapet peut aussi être fixé dans une position intermédiaire qui donne le fonctionnement mixte.

Cette disposition a été adoptée à la suite d'un essai prolongé sur une des anciennes machines de trains-tramways, essai qui a fourni des résultats entièrement satisfaisants. Les démarrages, qui doivent avoir lieu à pleine admission dans les cylindres, étant ordinairement très fréquents pour ces locomotives, il en résulte, avec l'échappement ordinaire, un tirage excessif. Les inconvénients qu'il entraîne se trouvent entièrement supprimés par l'échappement à dérivation.

MÉCANISME.

Les cylindres ont été placés à l'extérieur des longerons afin d'éviter l'emploi de l'essieu coudé qui, pour faire un long service, se serait trouvé dans d'assez mauvaises conditions, à cause de la forte charge qu'il était appelé à supporter, des efforts de démarrage élevés et souvent réitérés, et enfin, des courbes de faible rayon dans lesquelles devait circuler la machine. Toutefois, la disposition des cylindres à l'extérieur étant moins favorable à la stabilité, M. du Bousquet, en l'adoptant, s'est préoccupé de remédier aux inconvénients qu'elle aurait pu avoir pour des machines dont l'empatement se trouvait limité.

Les cylindres étant placés au droit de l'axe du bogie, la longueur des bielles motrices est réduite à celle qui est nécessaire pour le bon fonctionnement du mécanisme de propulsion, c'est-à-dire à 5 fois  $1/2$  environ la longueur de la manivelle. Par suite, le poids des bielles étant réduit au minimum, il en a été de même de l'importance des forces perturbatrices.

En second lieu, et d'une manière générale, le mouvement serpentant ou de lacet est combattu par la résistance opposée par le rail au glissement transversal des roues, et cette résistance dépend à la fois de la charge des essieux extrêmes et de leur écartement. Ces deux facteurs ayant été préalablement choisis de façon à porter au maximum le moment des forces de glissement, il restait à atténuer autant que possible ce mouvement de lacet lorsqu'il commence à se produire pour une cause quelconque. La fixation des cylindres dans l'axe de l'essieu fictif que le bogie remplace présente le sérieux avantage d'éviter complètement le porte-à-faux de ces lourdes pièces par rapport à l'essieu d'avant.

Le mécanisme de distribution est du système Stephenson, et il est logé à l'intérieur des longerons. L'accès en est cependant très facile.

CHASSIS.

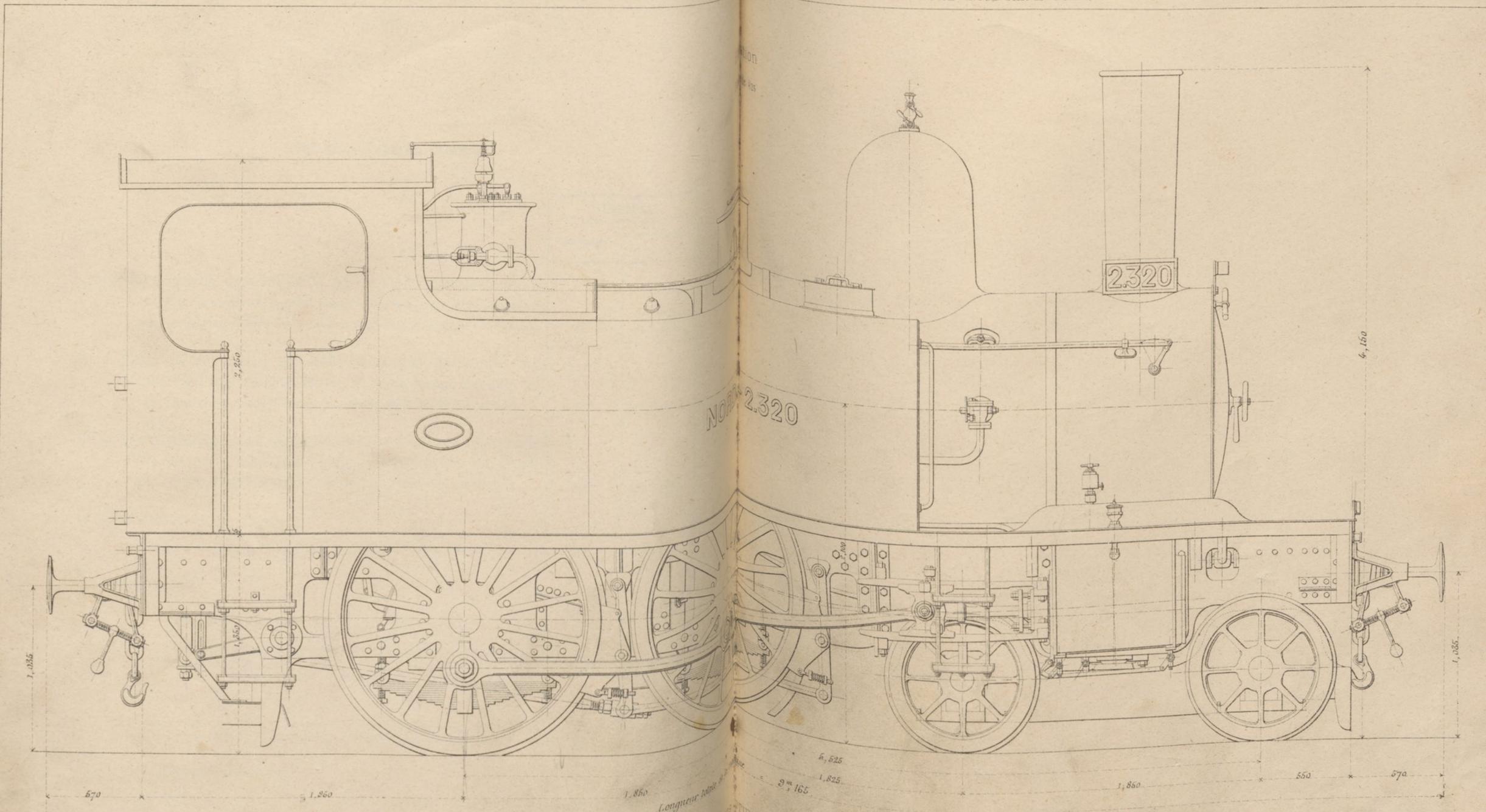
Le bogie, nécessaire au point de vue de la stabilité, et utile pour le passage dans les courbes, ne possède aucun déplacement latéral.

La machine porte un frein à main et le frein à vide. Elle est pourvue d'une cabine complète à l'arrière, et comme elle doit marcher au besoin tender en avant, la tôle d'arrière de cette cabine a reçu des châssis vitrés.

Les parcours de ces machines sont aujourd'hui suffisamment étendus pour qu'on puisse apprécier leur valeur. Stables et douces au roulement, possédant la souplesse nécessaire pour franchir librement les voies sinueuses, et bien agencées au point de vue de l'entretien, elles font un excellent service.

La grande puissance qu'on a dû donner à ces machines, pour éviter les pertes de temps qu'occasionnent les nombreux démarrages, le diamètre de leurs roues motrices, les dimensions de la chaudière, leur permettent de remorquer également des trains de banlieue lourdement chargés.

---



Poids de la machine à vide	33 700
Fau dans la chaudière et combustible sur la grille	3 200
Eau dans les soutes	3 800
Combustible dans les soutes	1 700
Poids de la machine en service	42 800
Diamètre moyen de la chaudière	1 300
Timbre de la chaudière	10K

Dimensions principales

Nombre des cylindres	2
Longueur des pistons	1 100
Diamètre des pistons (intérieurs)	0,900
Surface de chaudière	71,300
Surface de chaudière	7 800
Surface de la grille	85,000
Diamètre des cylindres	0,420
Course des pistons	0,600
Diamètre des roues couplées	1,664
Diamètre des roues porteuses	0,900
Ecartement des essieux extrêmes	5,525
Longueur totale de la machine	9,165
Largeur totale de la machine	2,850

Fig. 1. Longitudinale

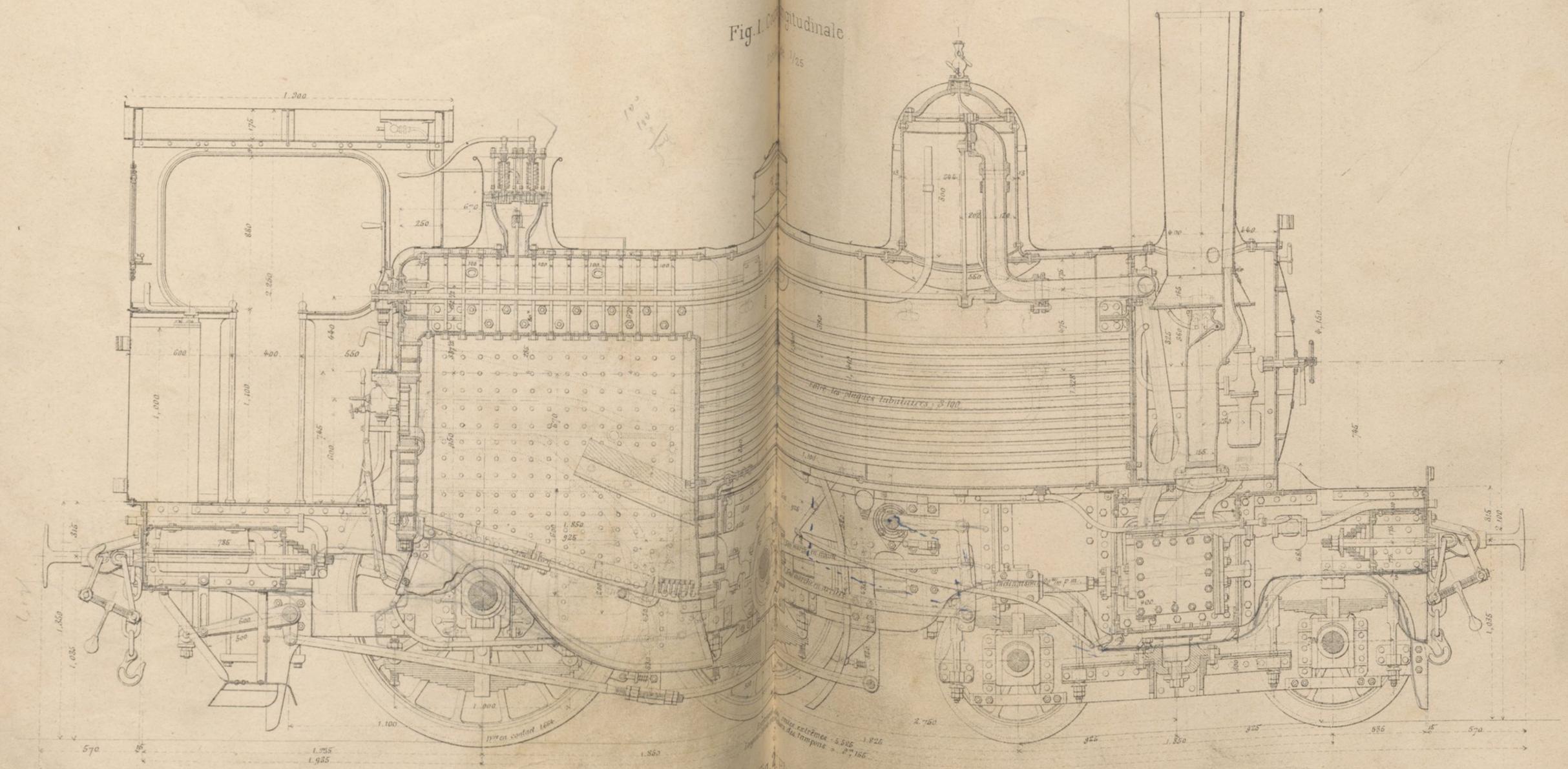
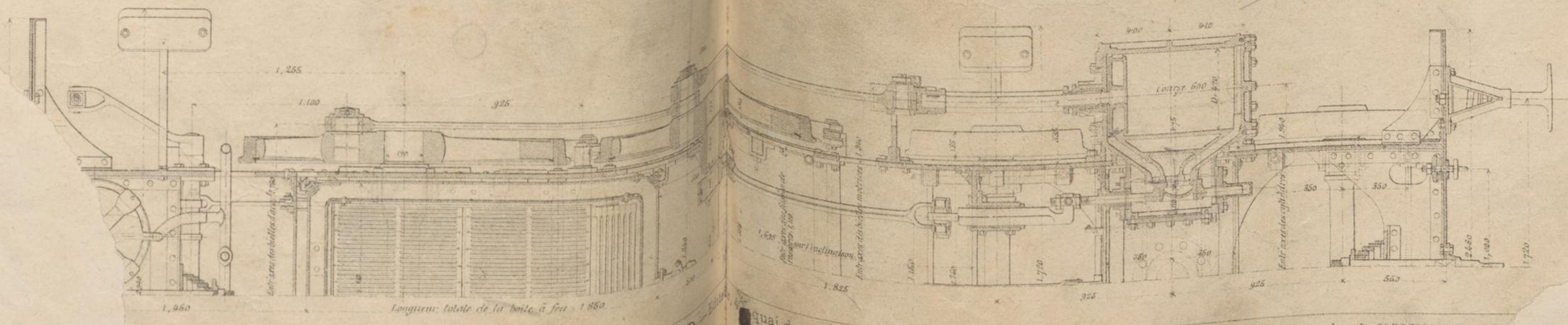


Fig. 2. Plan





Coupe longitudinale  
Echelle 1/25

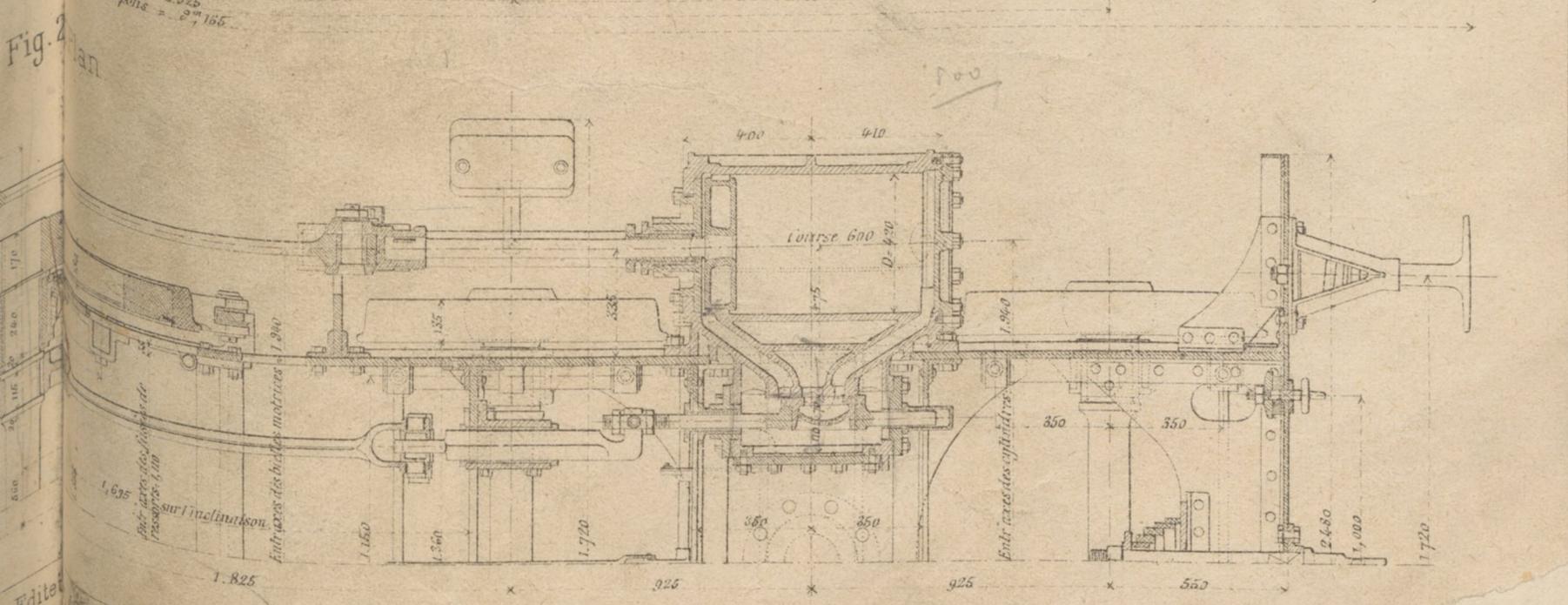
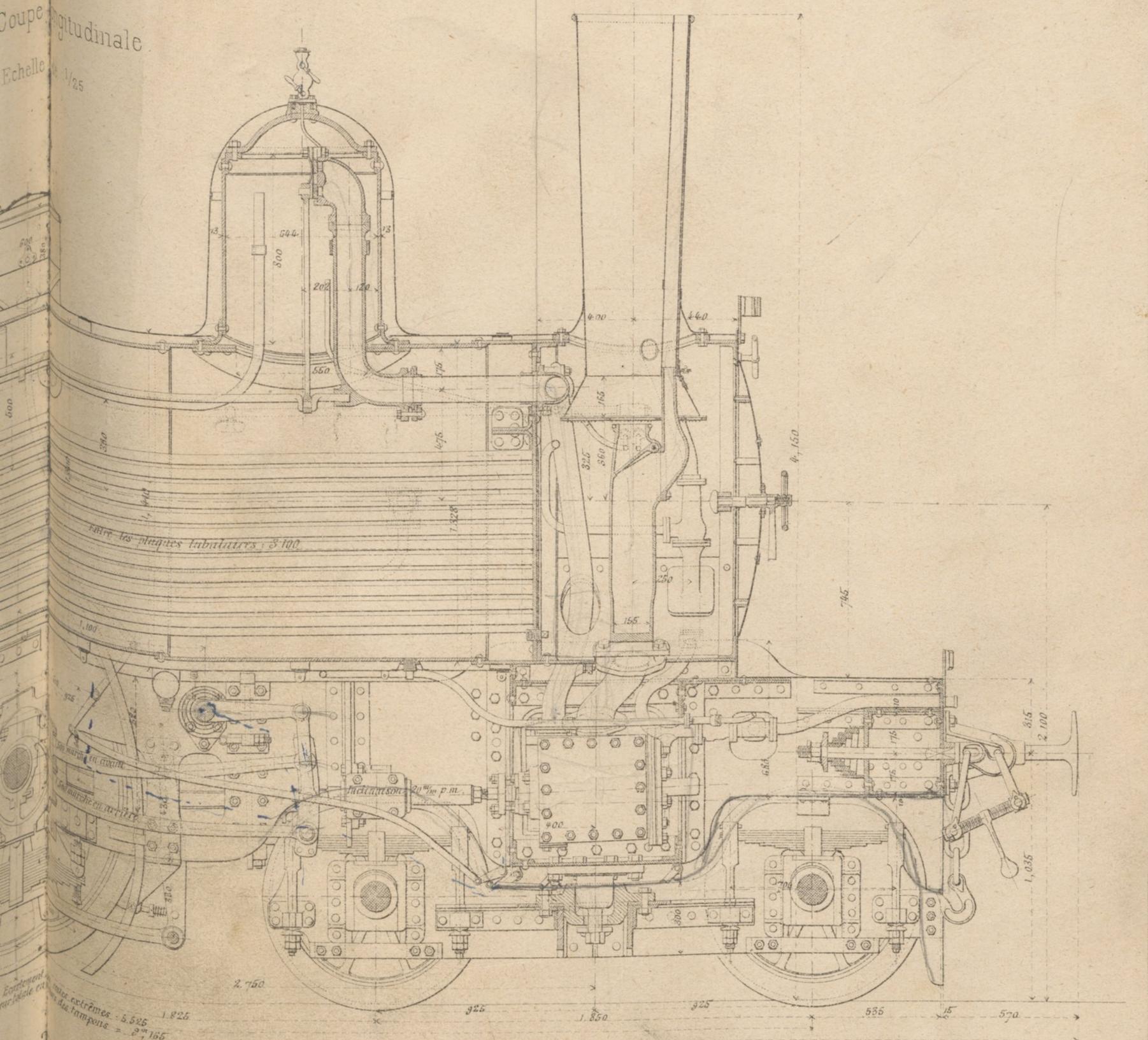


Fig.1. Vue d'arrière.

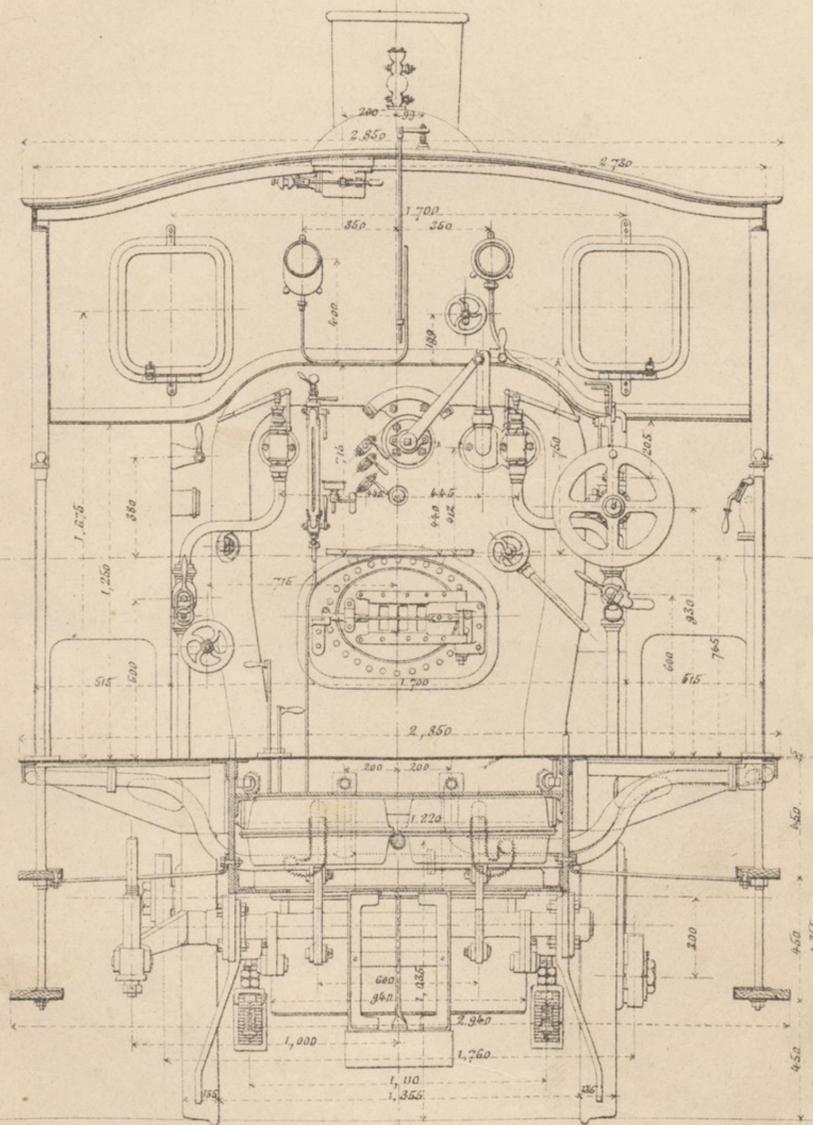


Fig.2. Coupe par la boîte à feu Fig.3. Coupe par l'axe de la roue motrice.

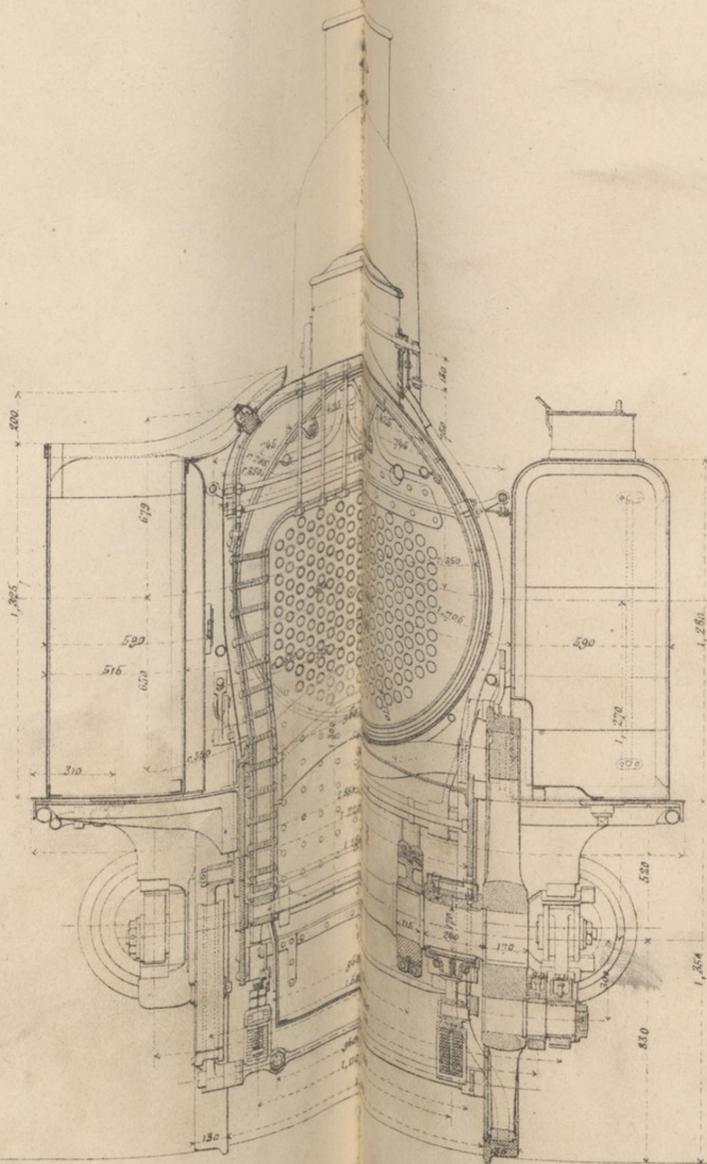
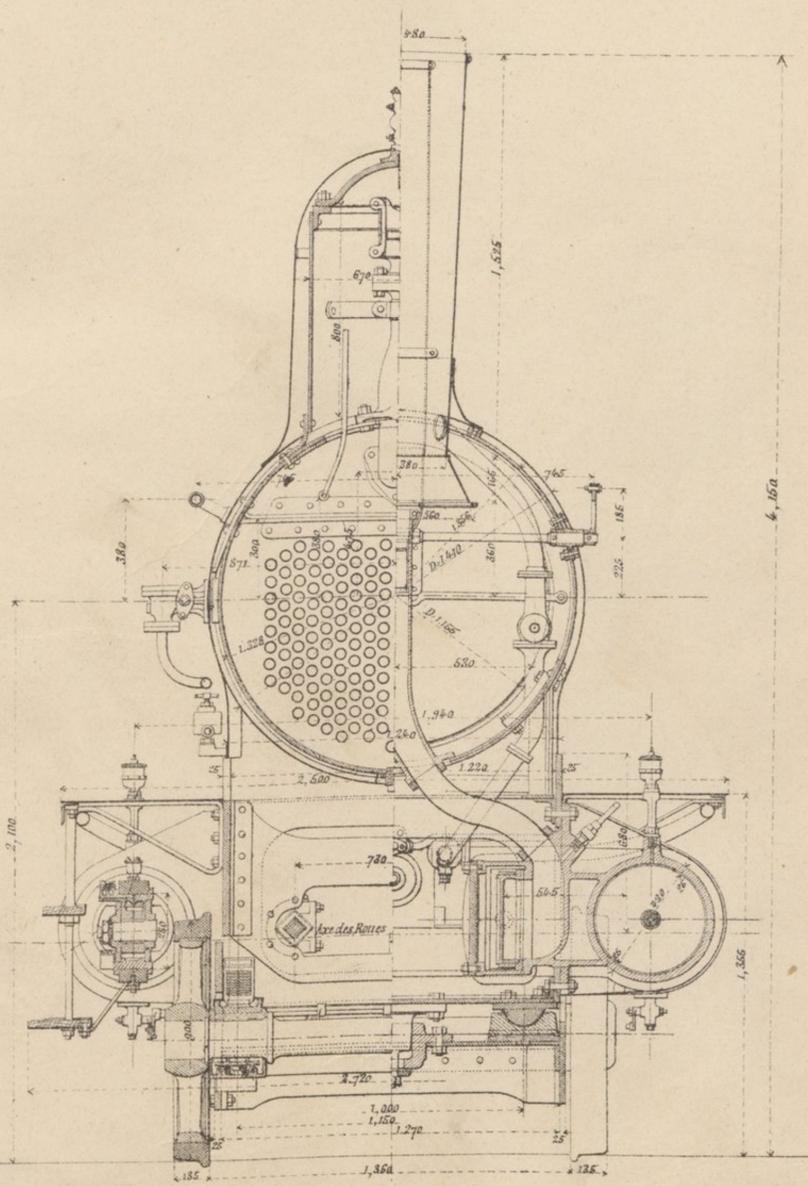


Fig.4. Coupe par l'axe du dôme et la roue du bogie.

Fig.5. Coupe par l'axe des cylindres



Echelle 1/25