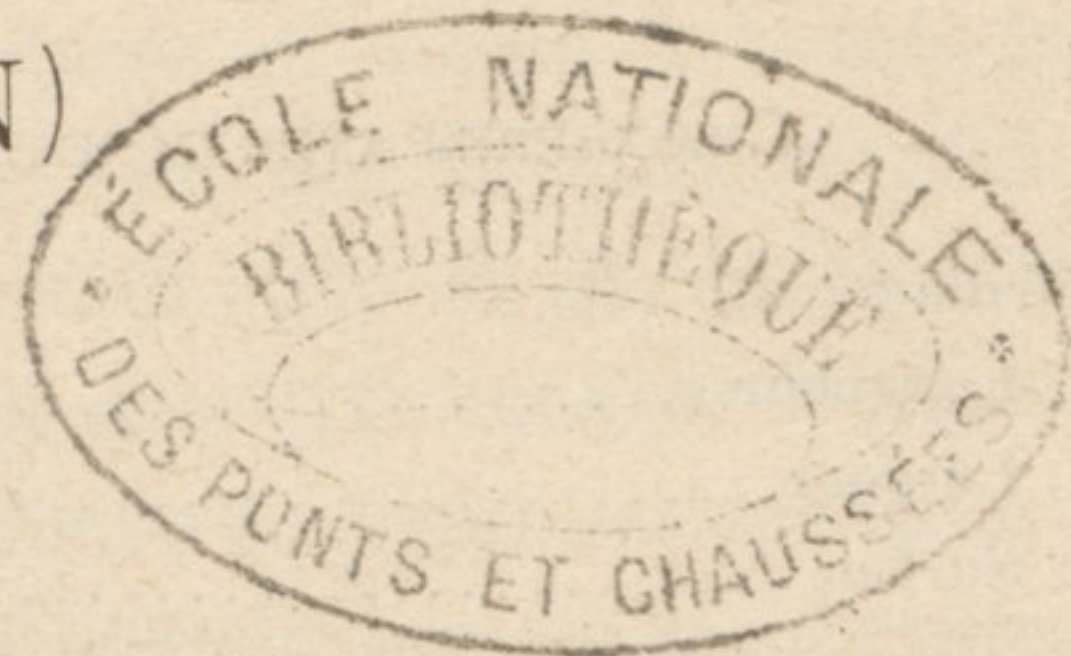


# LOCOMOTIVE AVEC CHAUDIÈRE A TUBES D'EAU

(SYSTÈME ROBERT)

DE LA COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE  
(RÉSEAU ALGÉRIEN)

Par M. SAUSSOL,  
INGÉNIEUR DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION.



(Pl. X et XI).

La *Revue Générale* a fait connaître dans son Numéro d'Octobre 1891 quelles difficultés rencontre le réseau algérien de la Compagnie P.-L.-M. pour assurer l'entretien des chaudières de locomotives. Ces difficultés se sont encore accrues avec la nécessité d'augmenter la puissance des machines et d'élever le timbre de leurs chaudières. Les ruptures d'entretoises sont devenues plus fréquentes, et de fortes ovalisations des trous de tubes avec criques autour se sont produites sur les plaques tubulaires des foyers après des parcours tellement faibles, 25.000 à 40.000 kilomètres, que la situation devient critique et la pénurie de machines excessive.

Il fallait donc tenter de sortir à tout prix de cette situation. C'est ce qui a conduit la Compagnie P.-L.-M. à essayer le système des générateurs à tubes à eau employé dans la Marine, sur les torpilleurs notamment.

Mais la chaudière de torpilleur courte, large et haute ne peut s'appliquer sur une locomotive où l'on dispose d'une assez grande longueur mais de peu de place en largeur et en hauteur. Il était dès lors nécessaire de trouver une autre disposition : M. Jacques Robert, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction du réseau algérien P.-L.-M., y est arrivé.

Extérieurement, la nouvelle chaudière a l'aspect d'une chaudière ordinaire plus grosse. Elle se compose aussi d'une boîte à feu, d'un faisceau tubulaire et d'une boîte à fumée placés de la même façon. Mais intérieurement ses organes sont tout autres. Deux coffres de diamètres inégaux reliés par trois cuissards en constituent l'ossature principale : le plus gros, portant le dôme de vapeur, est placé au dessus du plus petit qui est raccordé à l'arrière par des tuyaux de retour d'eau à un cadre creux formant la base du foyer (voir Planches X et XI). Les faces du foyer sont formées par des tubes vaporisateurs  $V_1$  juxtaposés et dudgeonnés sur le cadre creux et le coffre supérieur, le faisceau tubulaire par d'autres tubes  $V_2$  dudgeonnés partant du coffre inférieur pour déboucher dans l'autre. Des tôles appliquées contre les tubes du foyer et les tubes de ceinture du faisceau tubulaire empêchent les rentrées d'air. Celles plus fortes des faces avant et arrière du foyer forment en outre supports de chaudière. La boîte à fumée, dont la section donne 4 arcs de cercle, est solidement fixée aux longerons et aux coffres et en assure le contreventement. A l'arrière, d'autres tuyaux de retour d'eau rattachent le coffre supérieur au cadre creux du foyer.



Le nouveau générateur a été appliqué à la machine à marchandises 3003 à trois essieux couplés, type du Bourbonnais, transformée aux Ateliers d'Alger en machine à bissel. Le travail commencé au milieu de 1903 a été terminé en Février 1904.

Le tableau ci-après permet de comparer la machine 3003 à celles similaires munies de chaudières ordinaires 3001 et 3002.

Machines 3001 et 3002.	Machine 3003.
CHAUDIÈRES AVEC TUBES A FUMÉE.	CHAUDIÈRE AVEC TUBES A EAU.
Grille :	Grille :
Longueur..... 1 <sup>m</sup> 846	Longueur..... 1 <sup>m</sup> 850
Largeur..... 1 <sup>m</sup> 000	Largeur..... 1 <sup>m</sup> 050
Surface..... 1 <sup>m</sup> 846	Surface..... 1 <sup>m</sup> 942
Tubes :	Tubes :
Nombre de tubes..... 208	Nombre de tubes { les faces latérales et arrière du
Diamètre extérieur..... 0 <sup>m</sup> 050	foyer..... 68
D° intérieur..... 0 <sup>m</sup> 0445	de 0, <sup>m</sup> 065 le faisceau tubulaire..... 428
	de diamètre les cloisons d'eau limitant des
	formant deux côtés le carneau des
	flammes..... 60
	Nombre de tubes de 0 <sup>m</sup> ,046 de diamètre formant
	aussi cloison..... 60
	Total..... 616
Longueur des tubes à fumée..... 3 <sup>m</sup> 660	Longueur { de 0, <sup>m</sup> 065 des faces latérales du foyer. 1 <sup>m</sup> 705
	moyenne { de 0, <sup>m</sup> 065 du faisceau et de la cloison
	des tubes. { d'eau..... 1 <sup>m</sup> 215
	de 0, <sup>m</sup> 046 de la cloison d'eau..... 2 <sup>m</sup> 155
Surface de chauffe :	Surface de chauffe :
Du foyer..... 9 <sup>m</sup> 80	Du foyer..... 15 <sup>m</sup> 40
Des tubes..... 106 50	Du faisceau tubulaire et de la cloison d'eau..... 97 »
Totale..... 116 30	Des bouilleurs et cuissards..... 6 90
	Totale..... 119 30
Section de passage des gaz au milieu des	Section de passage des gaz..... 0.532
tubes..... 0 <sup>m</sup> 324	
Section réduite par les bagues posées dans la	
plaque tubulaire du foyer..... 0 <sup>m</sup> 24	
Longueur du faisceau tubulaire..... 3 <sup>m</sup> 660	Longueur du faisceau tubulaire..... 3 <sup>m</sup> 650
Chaudière :	Chaudière :
Timbre de la chaudière..... 12 <sup>k</sup> 500	Timbre de la chaudière..... 12 <sup>k</sup> 500
Capacité totale de la chaudière..... 6 <sup>mc</sup>	Capacité totale de la chaudière..... 8 <sup>mc</sup> 500
Volume d'eau au niveau supérieur..... 4 <sup>mc</sup> 700	Volume d'eau au niveau supérieur..... 7 <sup>mc</sup> 050
d° inférieur..... 3.700	d° inférieur..... 5,850
Différence utile pour la vaporisation..... 1.000	Différence utile pour la vaporisation..... 1,200
Volume de vapeur au niveau inférieur..... 2.500	Volume de vapeur au niveau inférieur..... 2,650
Poids de la chaudière vide sans accessoires.... 15 <sup>t</sup>	Poids de la chaudière vide sans accessoires..... 13 <sup>t</sup> 500
d° pleine d°..... 18 <sup>t</sup> 500	d° pleine d°..... 19 <sup>t</sup> 350
Hauteur du centre de gravité de la chaudière	Hauteur du centre de gravité de la chaudière au-
au dessus du rail..... 2 <sup>m</sup> 295	dessus du rail..... 2 <sup>m</sup> 280
Prix de la chaudière sans accessoires..... 25.500f.	Prix de la chaudière sans accessoires..... 21.500f.



La machine 3003 a été mise, fin Février 1904, au service des trains de marchandises entre Alger et Affreville. Elle a d'abord été conduite par une seule équipe, en dernier lieu par deux équipes afin d'augmenter autant que possible son parcours. Elle remorque maintenant chaque jour les trains 45 et 52 (voir le graphique Planche XI, Figure 10).

Au début, à chaque reprise de service, la vaporisation d'abord très abondante allait ensuite en faiblissant par suite de la formation autour des tubes du faisceau tubulaire d'une enveloppe non conductrice de suie et de cendres qu'il fallait soigneusement enlever les jours de dépôt par un bon ramonage. Pour obvier à cet inconvénient, l'appareil ramonneur figuré sur la coupe longitudinale de la machine a été installé. Deux tuyaux épais placés au milieu de la tubulure et percés de trous obliques de 3<sup>m</sup>/<sub>m</sub> de diamètre disposés, pour l'un des tuyaux, suivant la direction *AA* des quinconces de la tubulure et pour l'autre suivant celle *RR*, lancent une grande quantité de jets de vapeur assez violents pour balayer la suie et la cendre, lorsque le mécanicien ouvre la prise de vapeur double, qui par l'intermédiaire de conduites spéciales se rattache aux deux tuyaux percés de trous. Pour éviter que les jets puissent se rencontrer, il faut ouvrir les deux pointeaux de la prise de vapeur, l'un après l'autre, en ayant soin d'ouvrir aussi le souffleur. Une colonne de suie et de cendre sort de la cheminée.

Avec cet appareil il est facile de conserver sans variation l'excellente vaporisation de la machine qui permet de monter les fortes rampes sans difficulté en prenant de la surcharge ou en gagnant du temps. La machine 3003 remorque 25 % de plus que les machines 3001 et 3002 dont les surfaces de grille et de chauffe sont semblables.

L'expérience a fait ressortir la nécessité d'une autre modification : les tubes du foyer et du faisceau tubulaire étaient tous à l'origine en cuivre rouge. Le choix de ce métal était justifié par l'utilité d'éviter les corrosions qui se produisent sur les autres chaudières et qui arrivent à percer les tubes en fer ou en acier du côté de la boîte à fumée surtout. Il a fallu, au contraire, remplacer tous les tubes du foyer et les premières rangées du faisceau tubulaire par des tubes d'acier, les premiers après un parcours de 15.000 kilomètres, les autres après 30.000 à 40.000 kilomètres. En les visitant les jours de dépôt on a observé aux points les plus exposés à la flamme des fissures qui auraient fini par occasionner des ruptures. Les tubes en acier mis en remplacement se comportent bien et ne donnent lieu après 45.000 kilomètres à aucune observation (fin Janvier 1905 le parcours de la 3003 atteignait 60.200 kilomètres) ; le cuivre perd vite à chaud de sa résistance déjà faible à froid et s'aigrit.

Nous avions espéré que l'active circulation qui s'établit dans les tubes empêcherait la formation des dépôts. Au début, tant que leur surface à l'intérieur est restée lisse et grasse, il a dû en être ainsi, comme le témoignent les amas de dépôts retirés des coffres lors du premier lavage de la chaudière ; on a trouvé en effet dans le coffre supérieur des dépôts peu importants et dans le coffre inférieur deux tas de boue, l'un à 2<sup>m</sup>,900 du gros autoclave de la boîte à fumée, du poids de 16 k<sup>os</sup>, l'autre à 0<sup>m</sup>,900 de ce même autoclave et du poids de 5 k<sup>os</sup>. Mais peu à peu des dépôts se sont formés à l'intérieur des tubes et à partir du moment où leur surface est devenue rugueuse l'entartrement a marché assez vite. Ces dépôts sont adhérents et durs partout où touche la flamme et de plus en plus mous en allant vers la boîte à fumée.

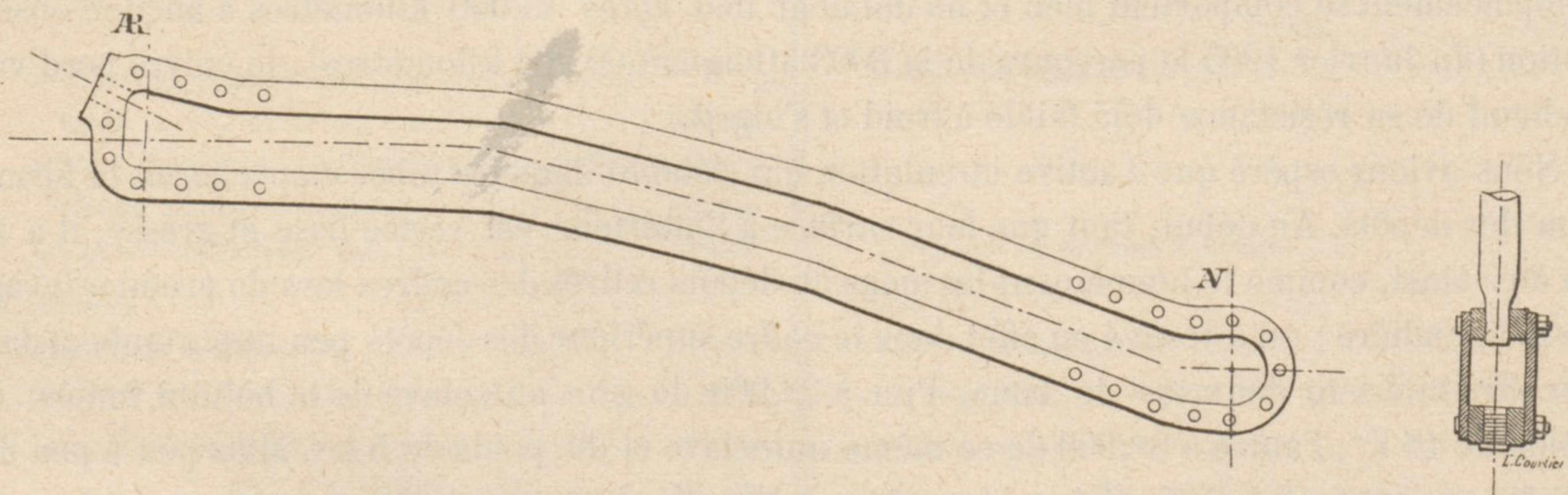
Il était essentiel de les enlever. Après quelques tâtonnements nous y sommes assez facilement arrivés, avec des brosses cylindriques pour les tubes voisins de la boîte à fumée et le battage au marteau, qui décolle le tartre adhérent, pour les tubes du foyer et des premières rangées du faisceau tubulaire. Depuis quelque temps nous faisons aussi usage de fraises fixées à l'extrémité d'un arbre flexible ou du détartreur à molettes « Bohler » emmanché également à l'extrémité d'un flexible actionné par la transmission du dépôt.



Il n'est pas possible de prévoir quelle sera la durée du foyer et de la partie du faisceau tubulaire voisine, mais il est certain maintenant que l'entretien du nouveau générateur occasionnera des réparations moins longues et des dépenses bien moindres, puisqu'il n'y aura plus à craindre les ruptures d'entretoises et les avaries aux plaques tubulaires si gênantes et dispendieuses avec les chaudières ordinaires et que le remplacement des tubes du foyer occasionnera une dépense de 1.600 à 1.800 fr. au plus. Il est certain aussi que les machines munies de la nouvelle chaudière seront plus faciles à conduire et moins sujettes à avaries : on pourra sans inconvénient pousser à volonté le feu à la montée des rampes et le laisser tomber brusquement ensuite ; on n'aura plus à craindre les fuites aux entretoises et aux tubes qui empêchent de le faire avec les autres machines. D'autre part il sera aisé d'en enlever les dépôts aussi complètement qu'on le voudra en faisant passer un homme à l'intérieur des coffres pour les piquer et en détartrant les tubes comme il a été indiqué plus haut. En réalité, avec les chaudières ordinaires, le détartrage un peu efficace du foyer ne peut se faire qu'au moment où le remplacement des entretoises est devenu nécessaire, lorsqu'après les avoir enlevées on procède au redressage à coups de marteau de ses faces (l'opération fait tomber le tartre adhérent par plaques) ; celui du corps cylindrique et des tubes exige le démontage de la tubulure. Enfin on n'aura à prendre à la descente de service des machines munies de tubes à eau, aucune des précautions en usage avec les autres pour en assurer le refroidissement lent et progressif : en 6 à 7 heures on peut abaisser suffisamment la température de la chaudière de la 3003 en faisant tomber brusquement sa pression, en la vidangeant aussitôt et en la remplissant d'eau froide au besoin renouvelée, pour pouvoir ensuite y faire passer l'ouvrier chargé du détartrage et du lavage.

La construction de la chaudière a été très simple et assez rapide malgré le grand nombre de trous à percer (l'Atelier d'Alger ne dispose pas de machine à plusieurs forets). Cependant le cadre creux du foyer n'a pas été fait en acier moulé, comme c'était prévu, les usines n'ont pu se charger de sa fabrication. Ses grands côtés longitudinaux ont été construits avec des tôles et une pièce en fer forgé dont la forme est indiquée Fig. 1 :

Fig. 1.



les figures 7 et 8 de la Planche XI en donnent les coupes, le côté de l'avant a été supprimé et celui de l'arrière formé par une pièce de forge creusée au foret. C'est avec l'extrémité d'avant des côtés longitudinaux que s'assemblent les tuyaux de retour d'eau partant du coffre inférieur.

Les figures 5 et 6 de la Planche XI indiquent l'addition et la modification qu'il a fallu faire au dudgeon ordinaire pour faciliter le sertissage des tubes dans le coffre inférieur. Les figures 3 et 4 indiquent l'appareil à rouleaux, actionné par la transmission de l'atelier, dont on s'est servi pour le cintrage des tubes du faisceau tubulaire.



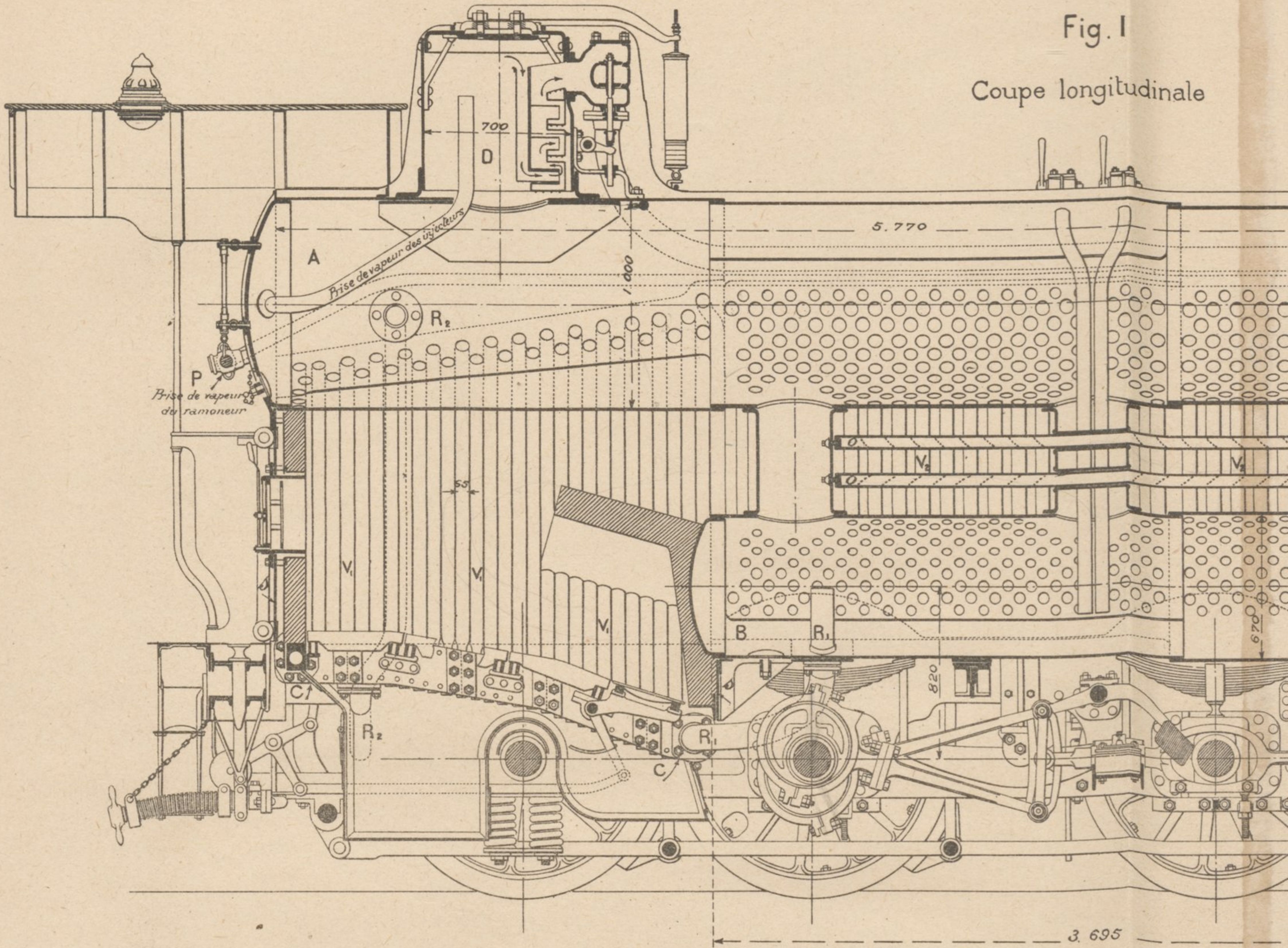
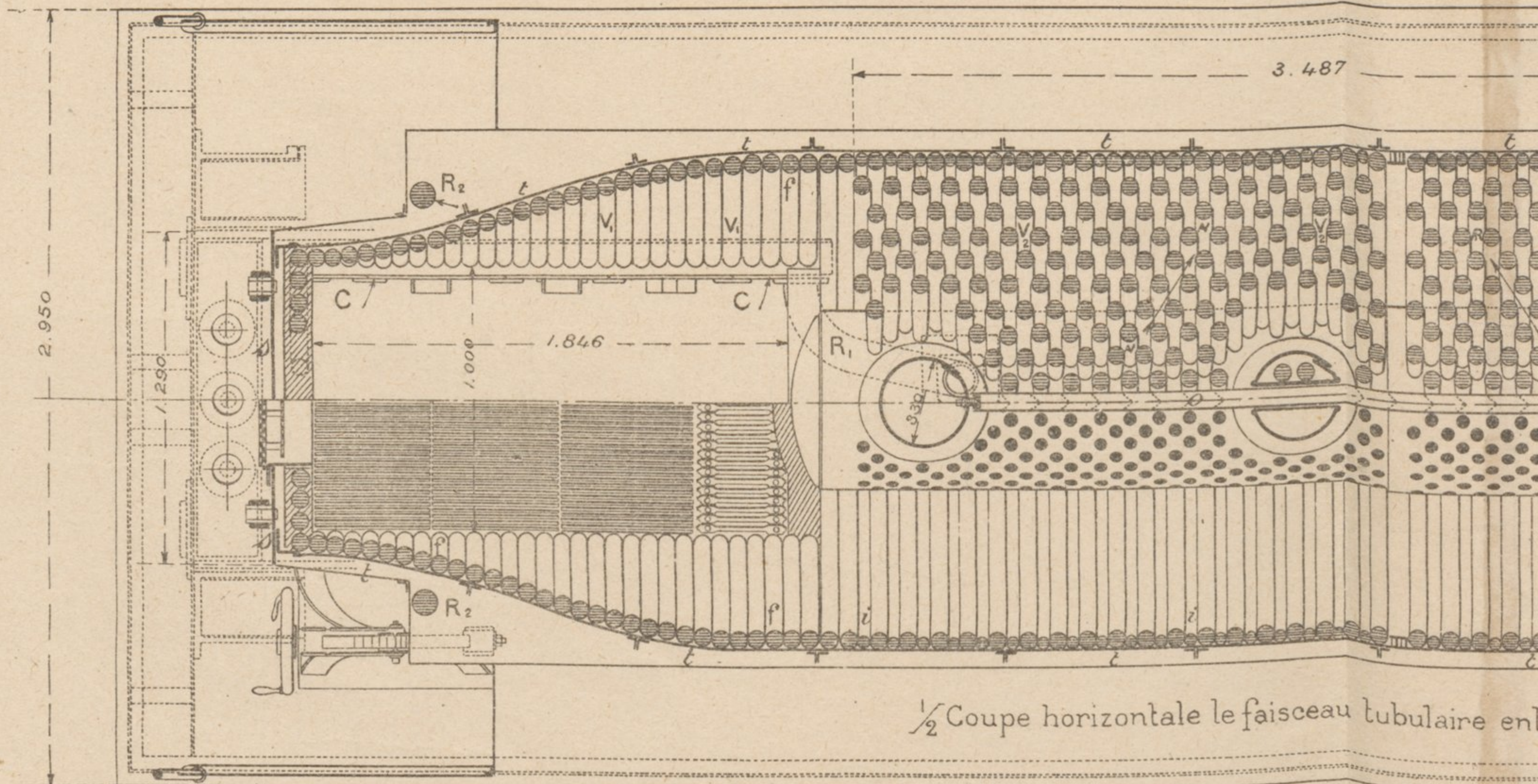


Fig. 1

Coupe longitudinale

Fig. 2 1/2 Coupe horizontale par le faisceau tubulaire



1/2 Coupe horizontale le faisceau tubulaire en

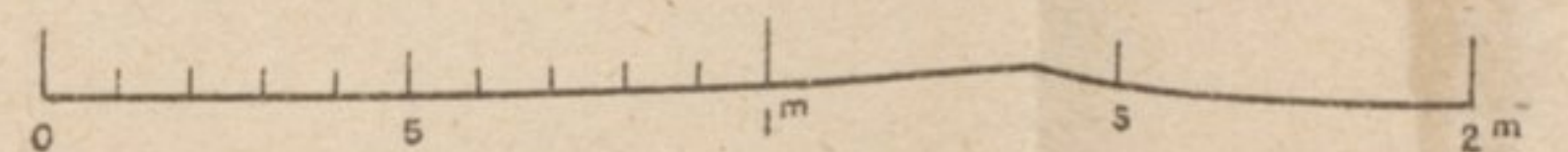
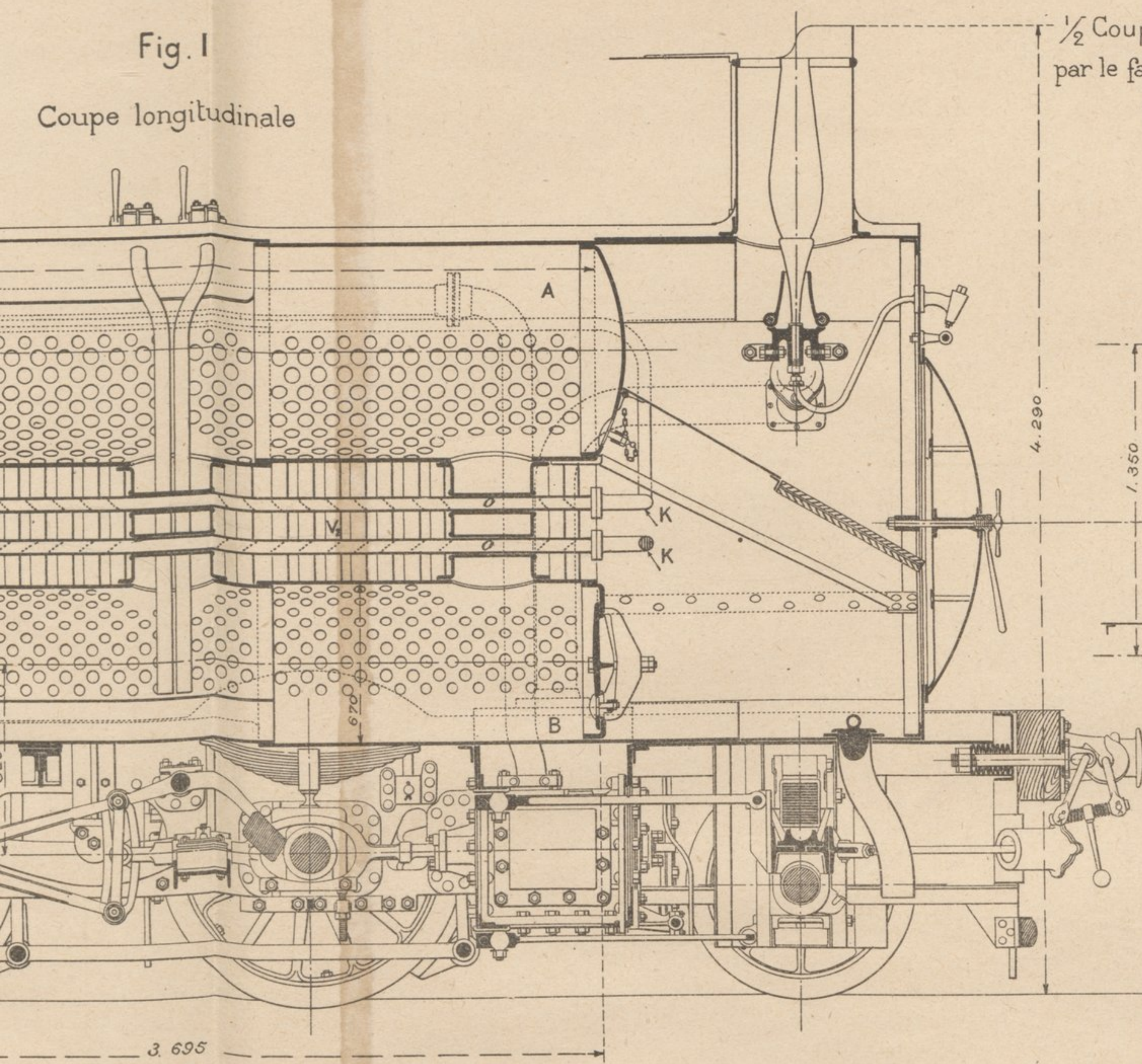


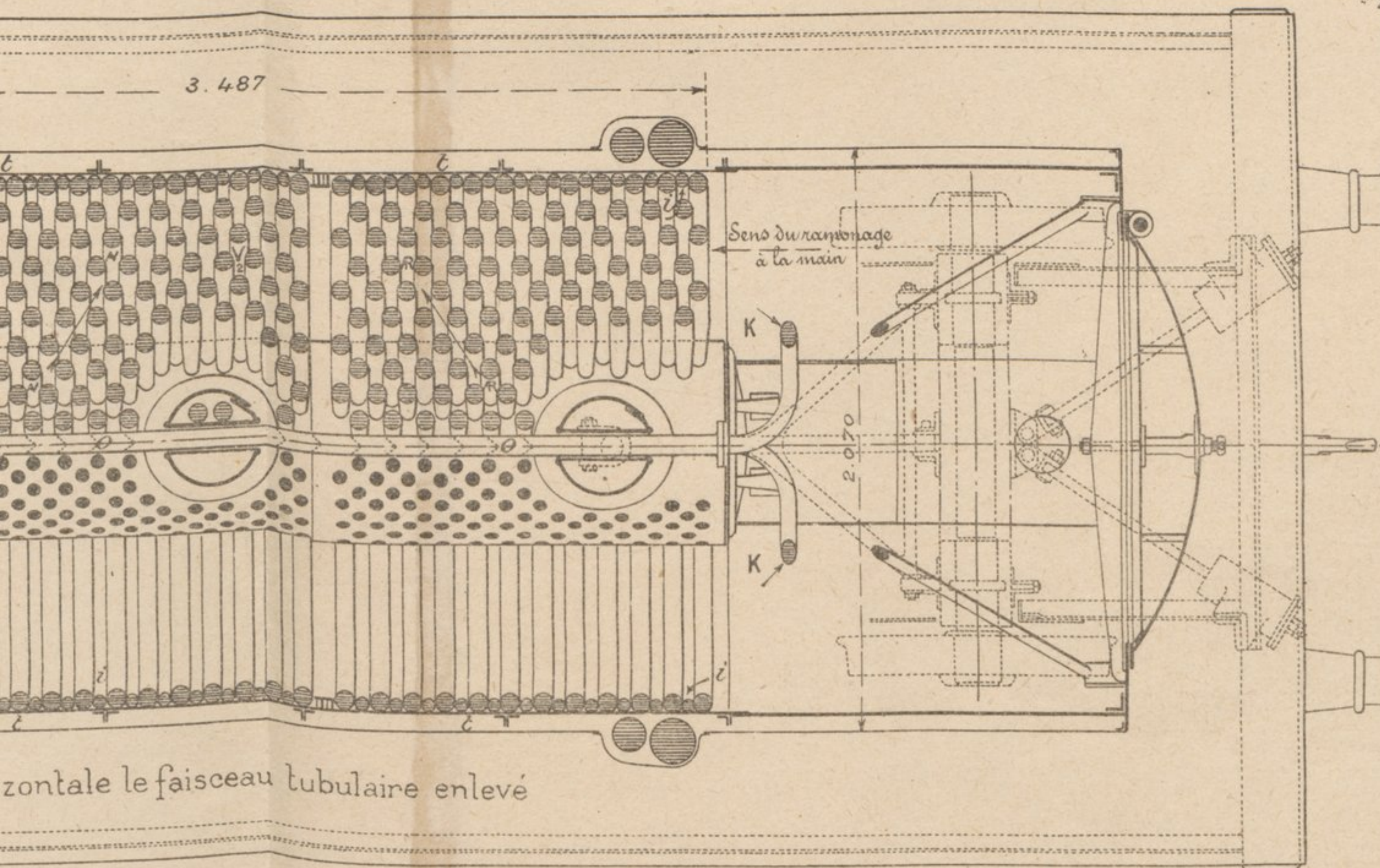


Fig. 1

Coupe longitudinale



horizontale par le faisceau tubulaire



horizontale le faisceau tubulaire enlevé

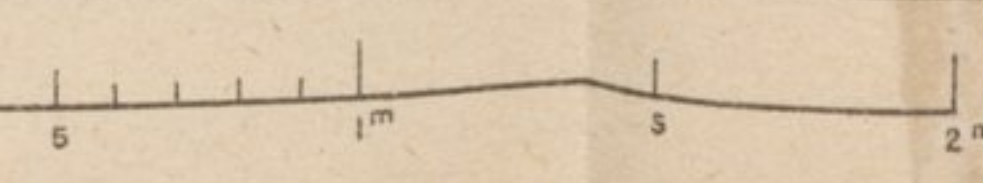


Fig. 3

1/2 Coupe transversale par le faisceau tubulaire et le bissel.

1/2 Coupe transversale par l'essieu moteur.

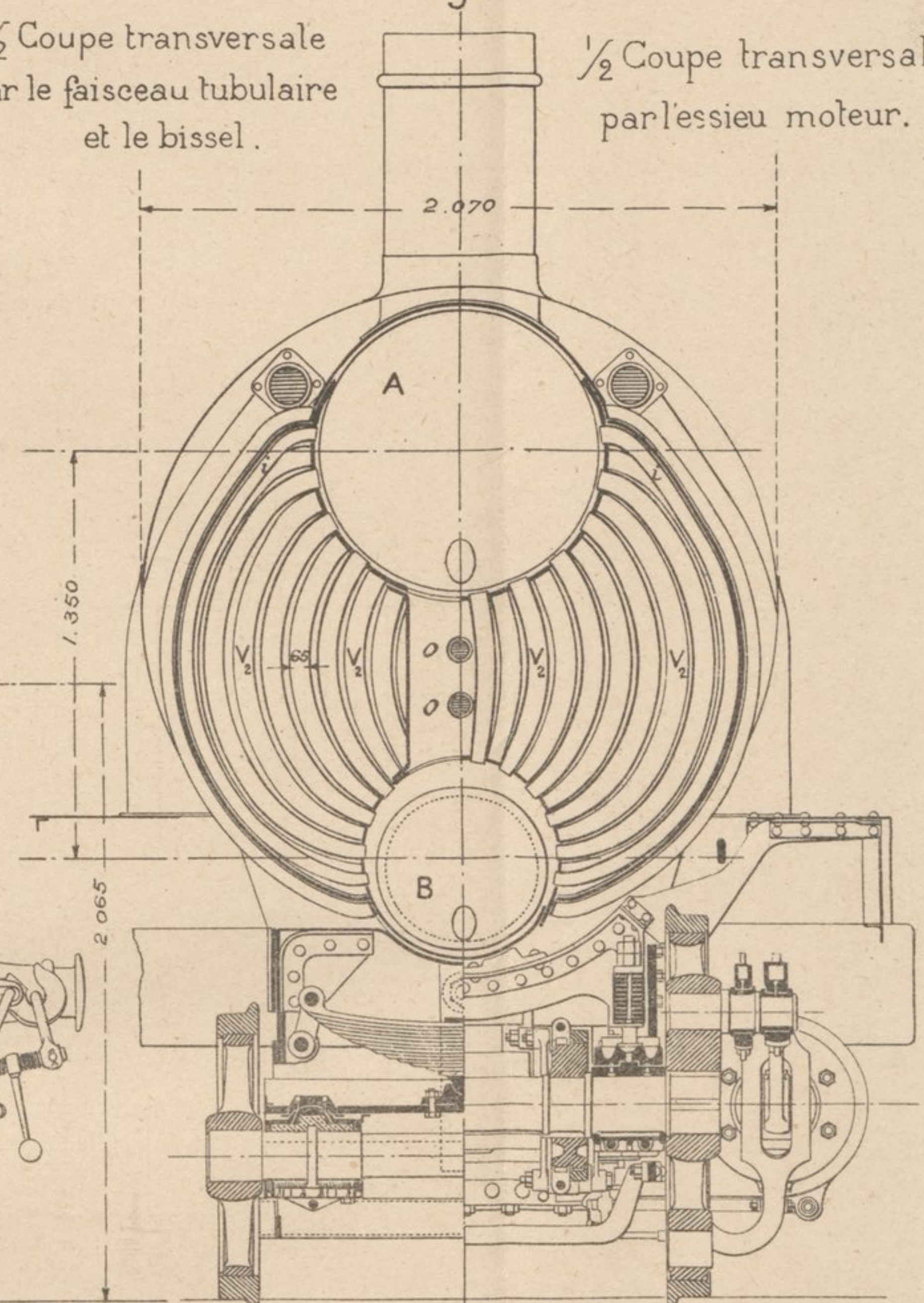


Fig. 4

1/2 Coupe transversale par l'Avant du foyer

1/2 Coupe transversale par l'Arrière du foyer.

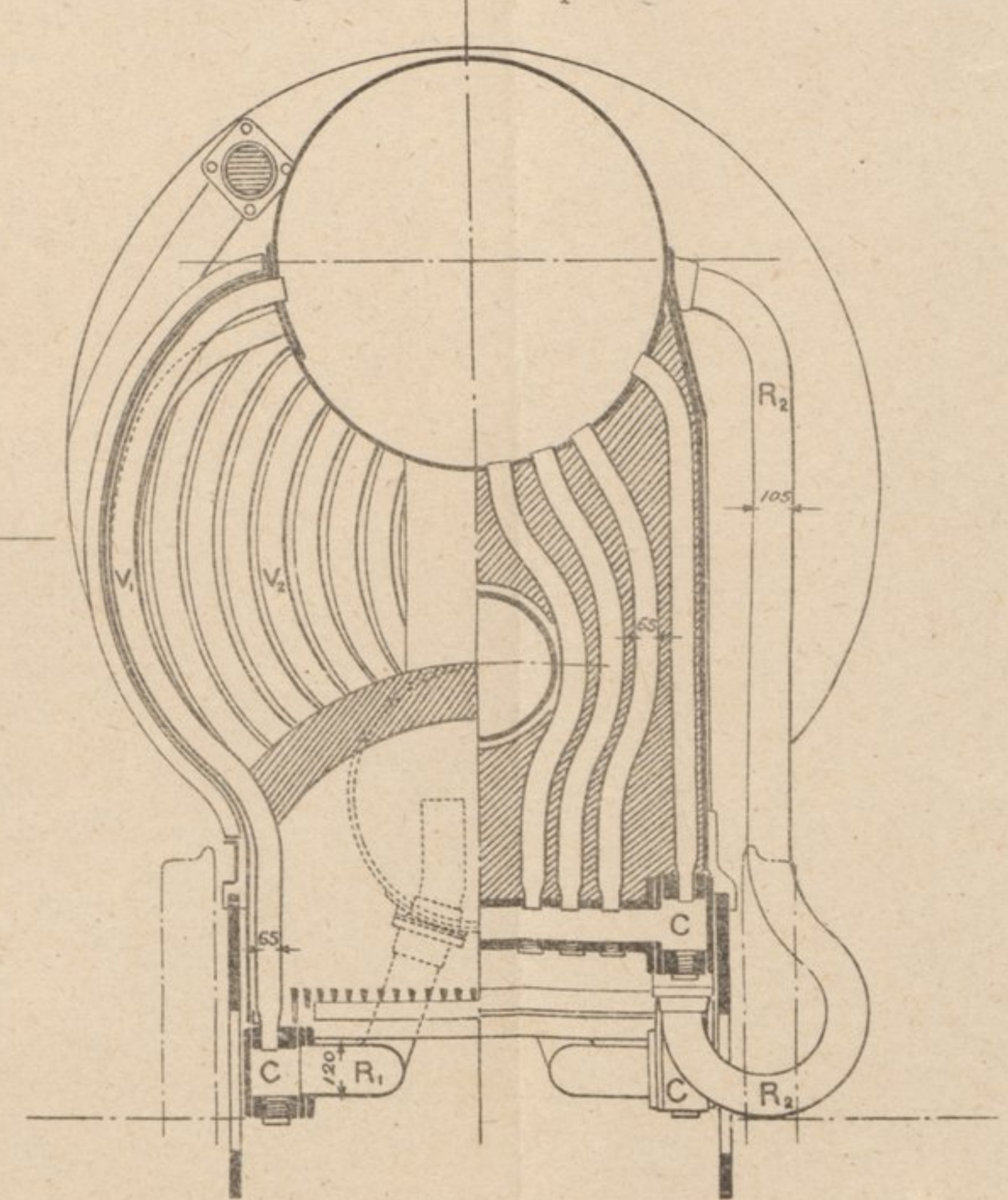




Fig. 1  
Demi coupe transversale  
par la boîte à fumée

Demi-vue d'avant

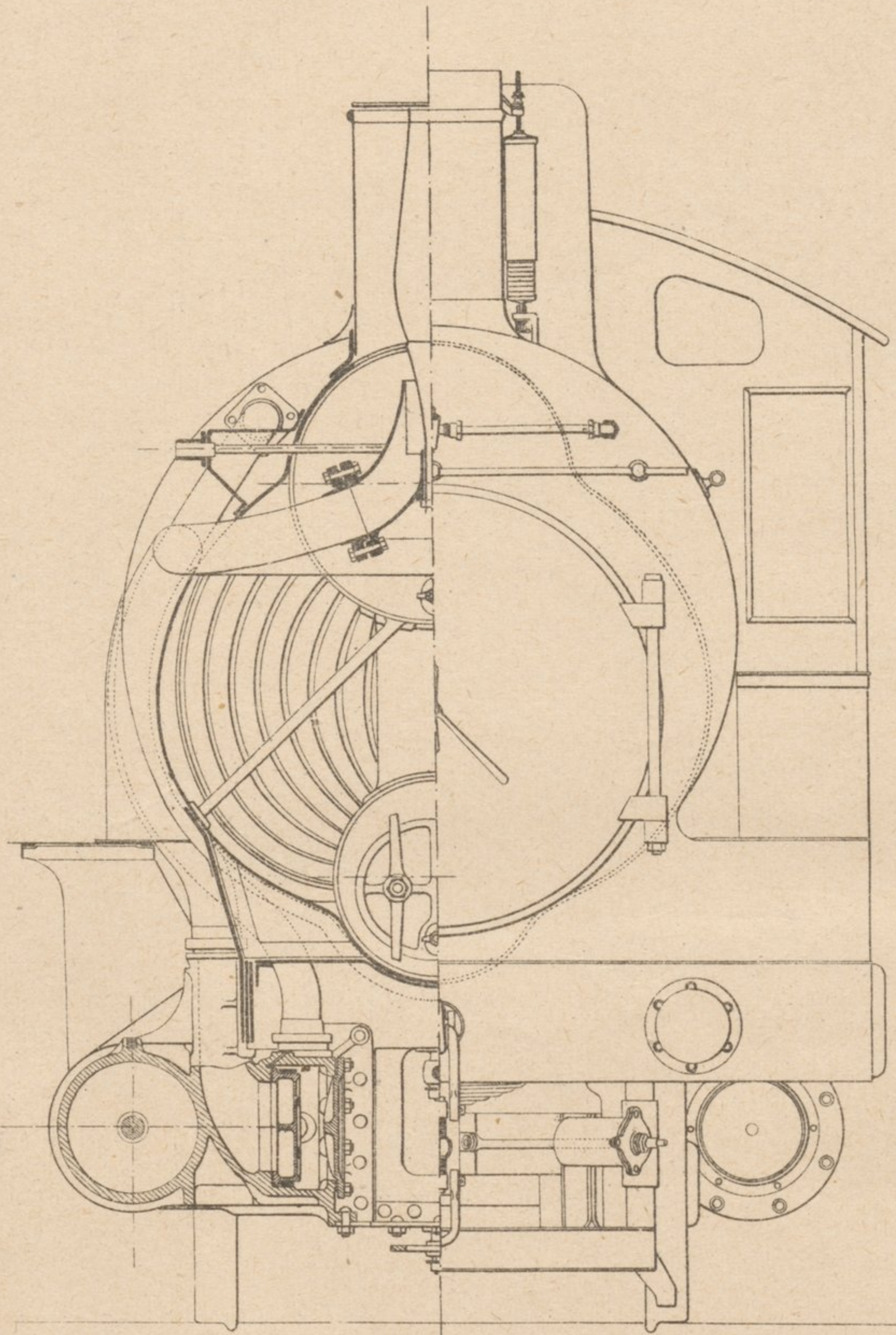


Fig. 2  
Vue d'arrière

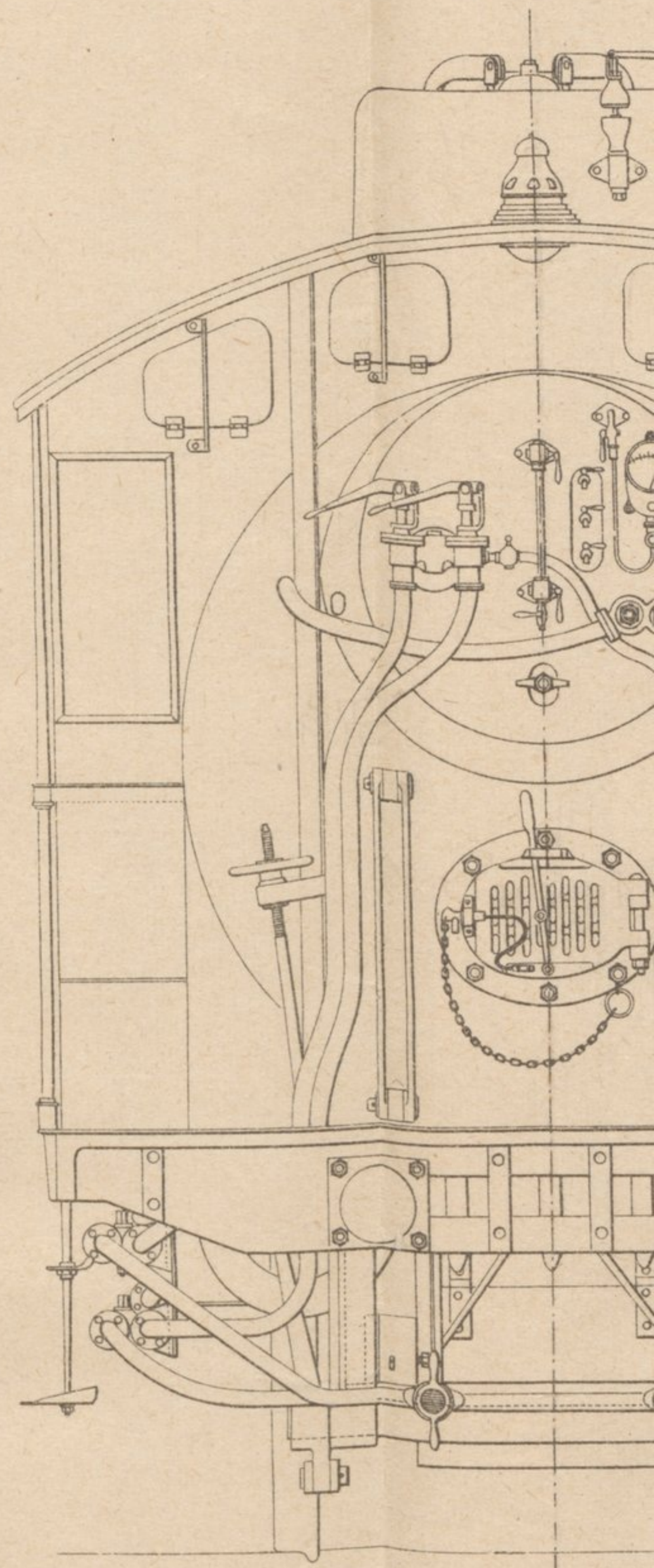


Fig. 5

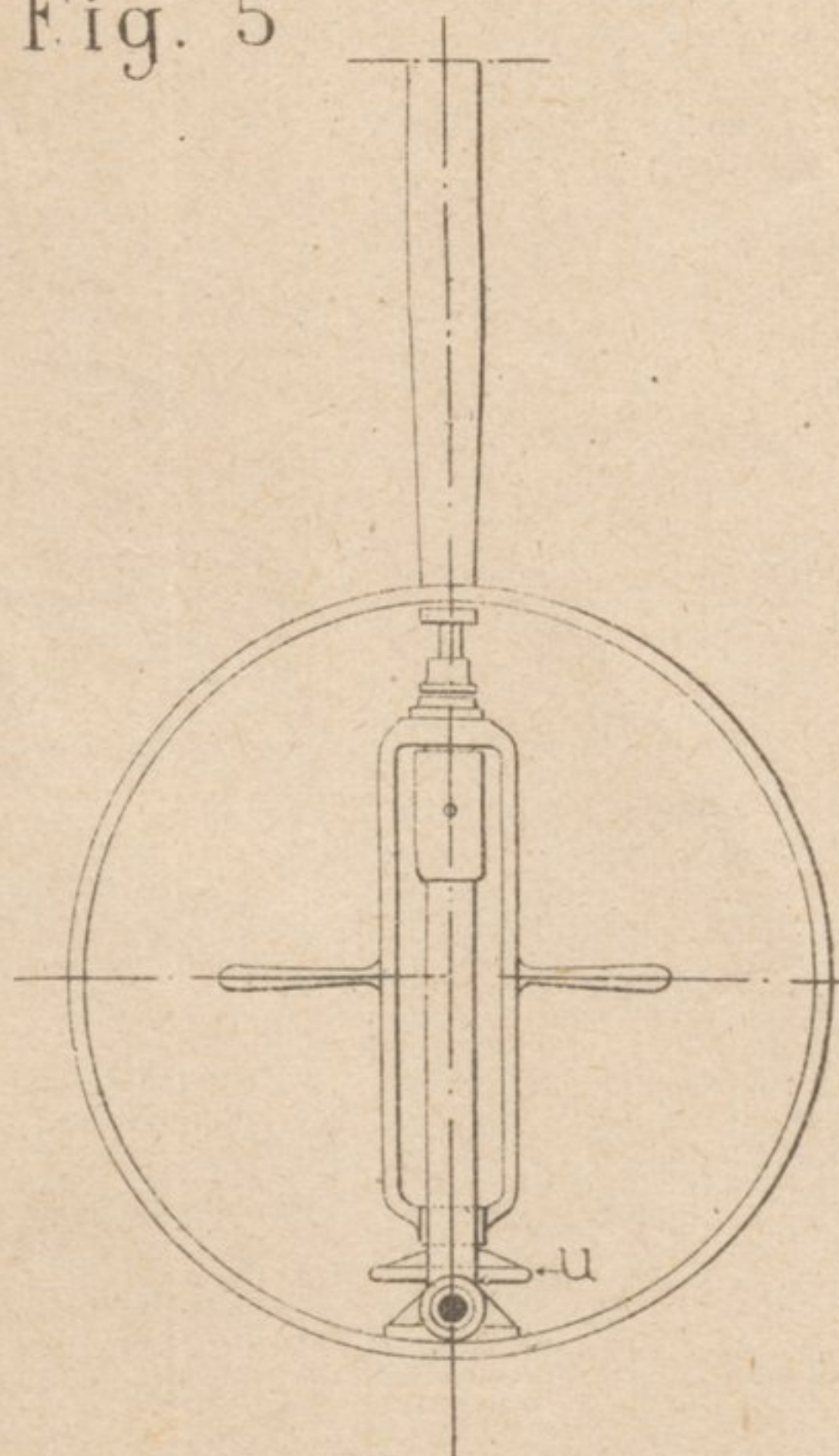
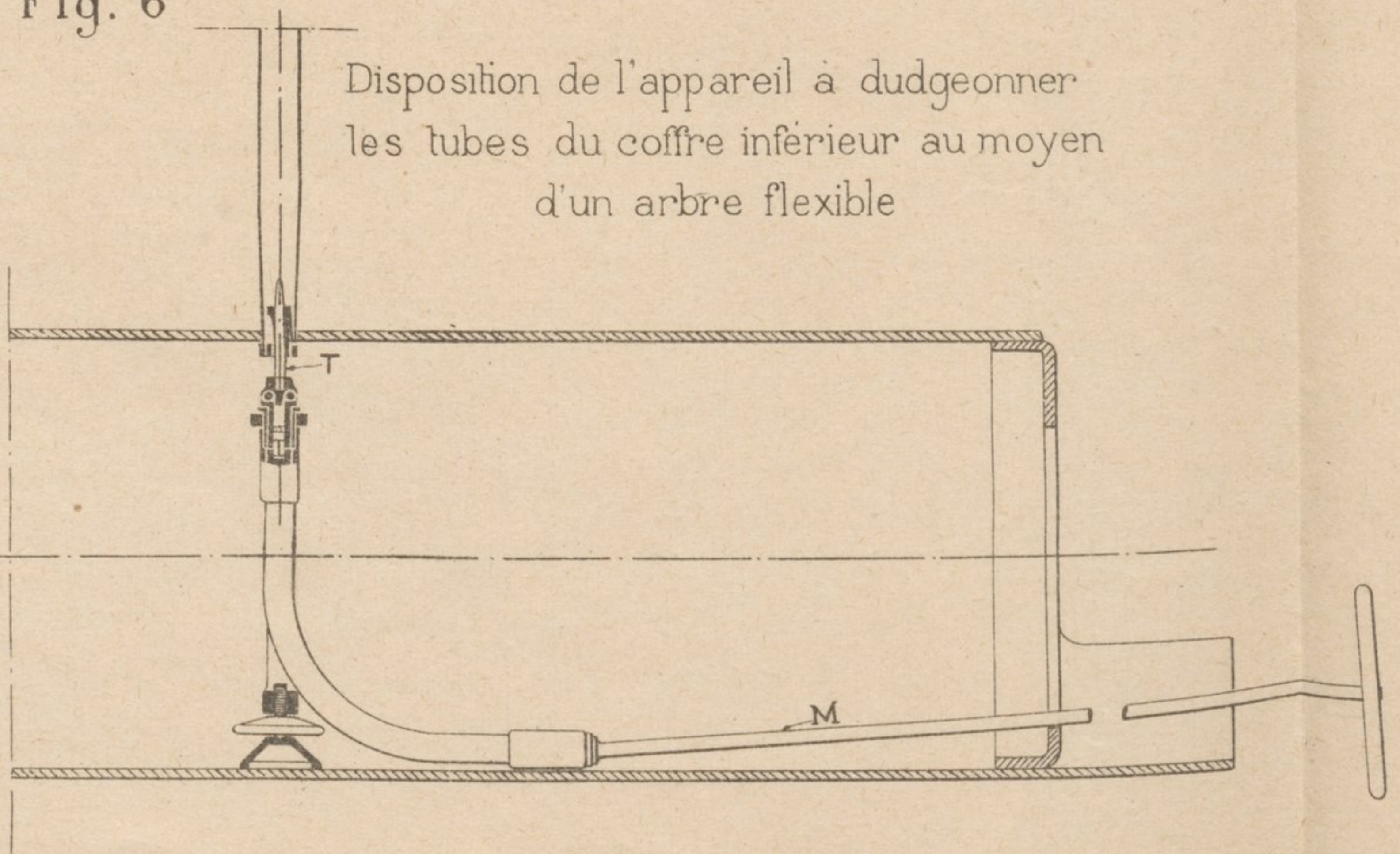


Fig. 6



Disposition de l'appareil à dudgeonner  
les tubes du coffre inférieur au moyen  
d'un arbre flexible



Fig. 2

Vue d'arrière

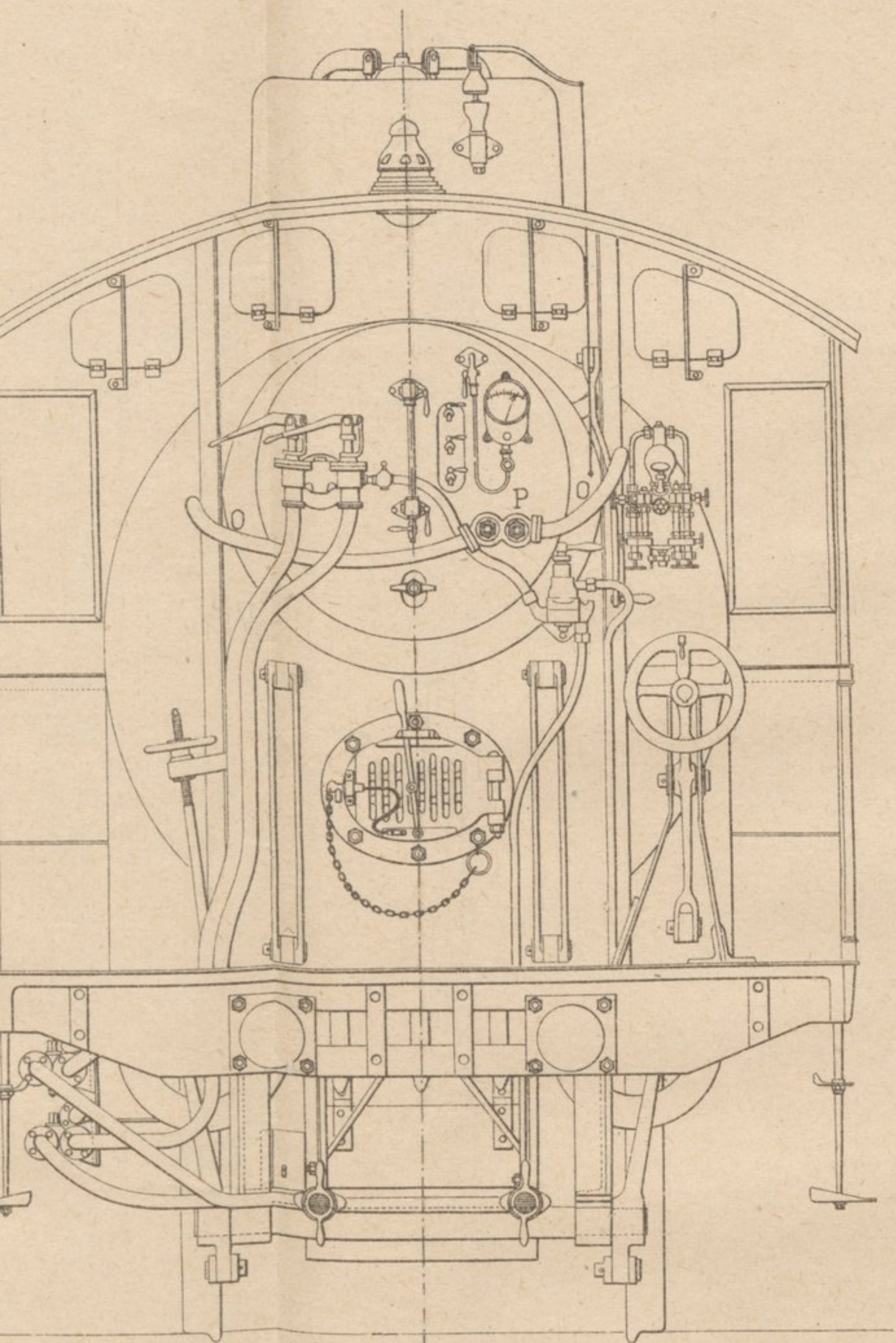


Fig. 3

Appareil à cintrer les tubes à eau

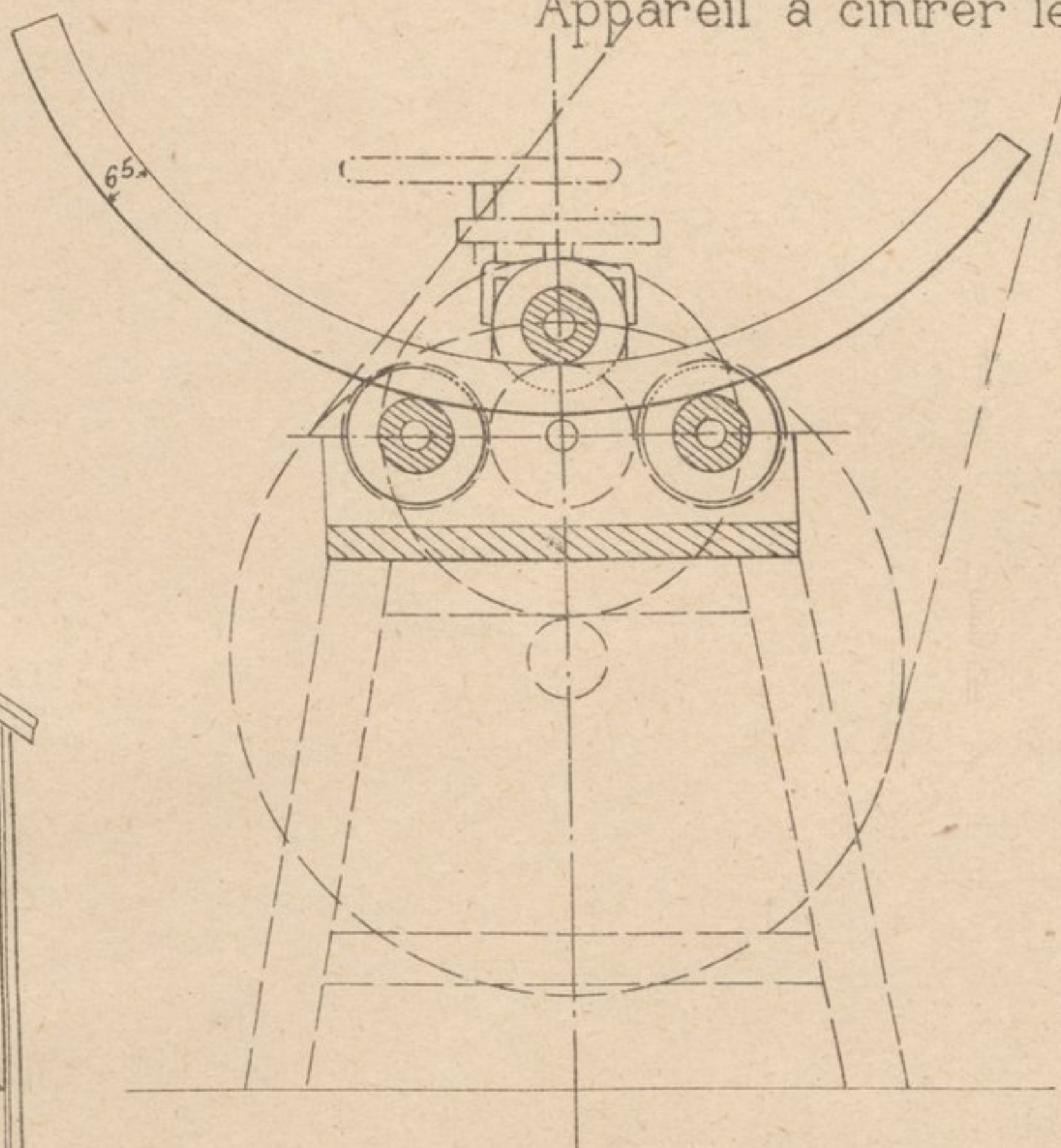


Fig. 4

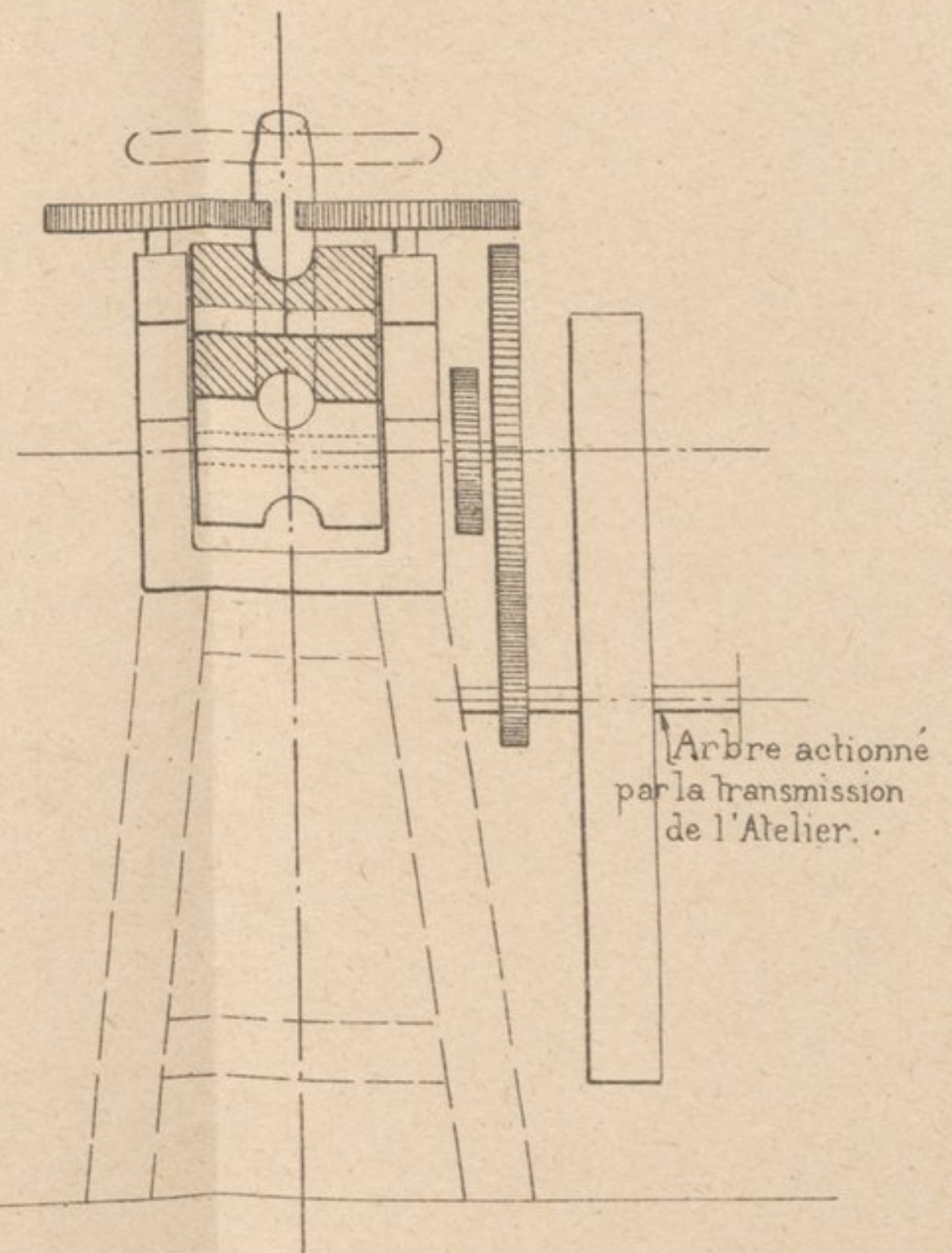


Fig. 9

Profil en long d'Alger à Affreville.

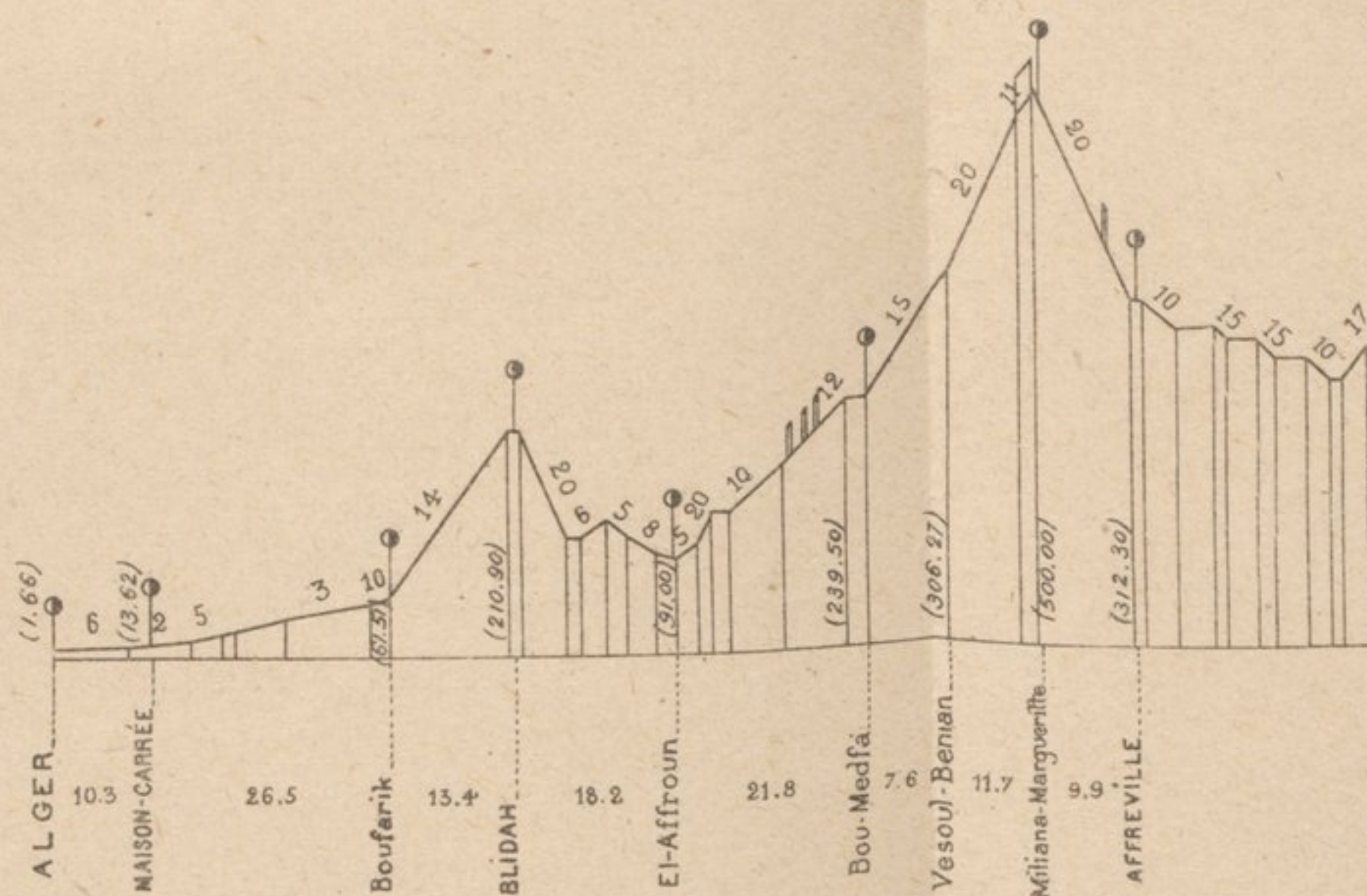


Fig. 7

Fig. 8

Coupes par le cadre

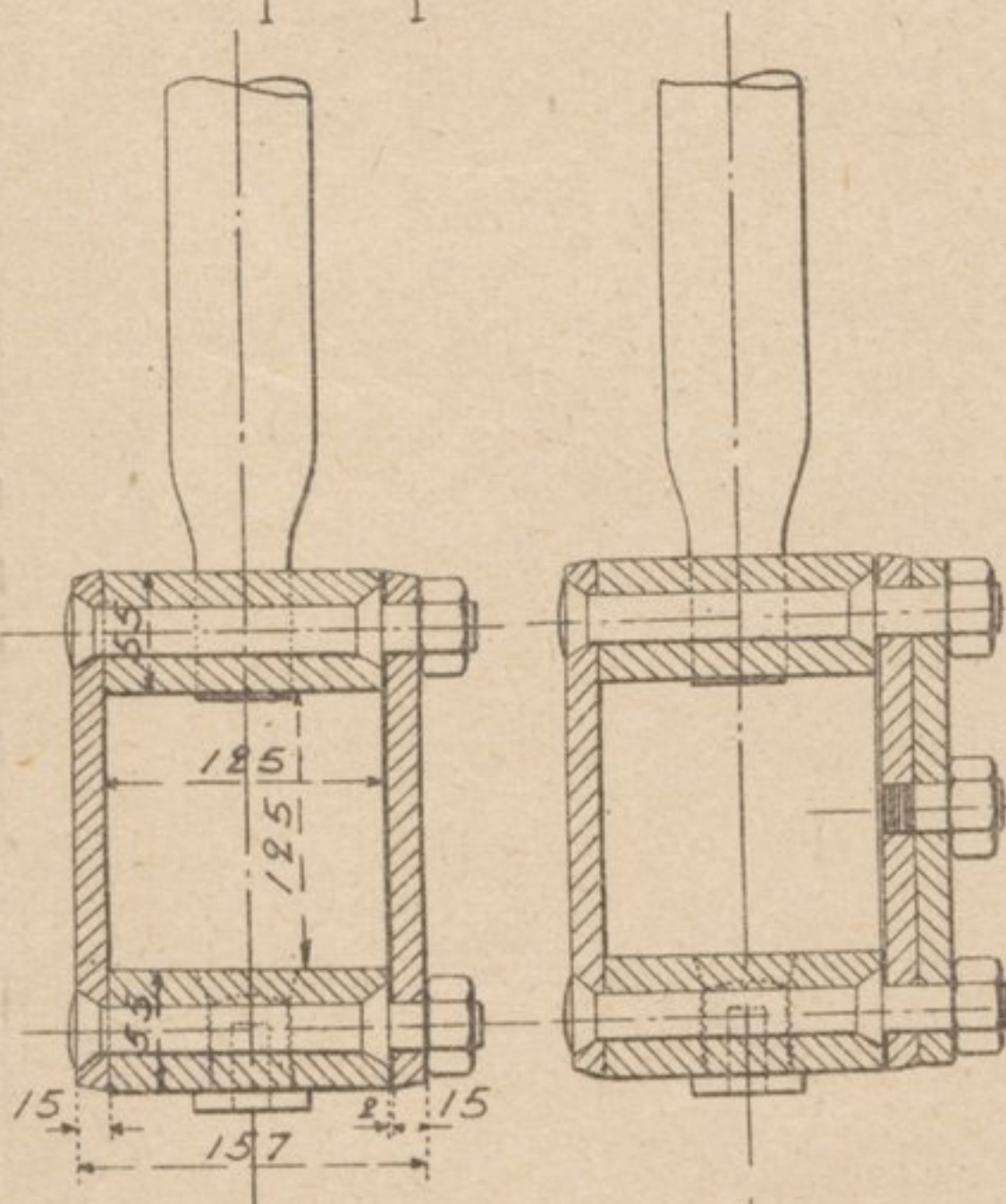


Fig. 10

Graphique des trains 45 & 52 d'Alger à Affreville

