

86 - Injecteurs . - Ces appareils sont basés sur un principe tout différent de celui des pompes; ils ne contiennent aucune pièce en mouvement et utilisent la force vive d'un jet de vapeur.

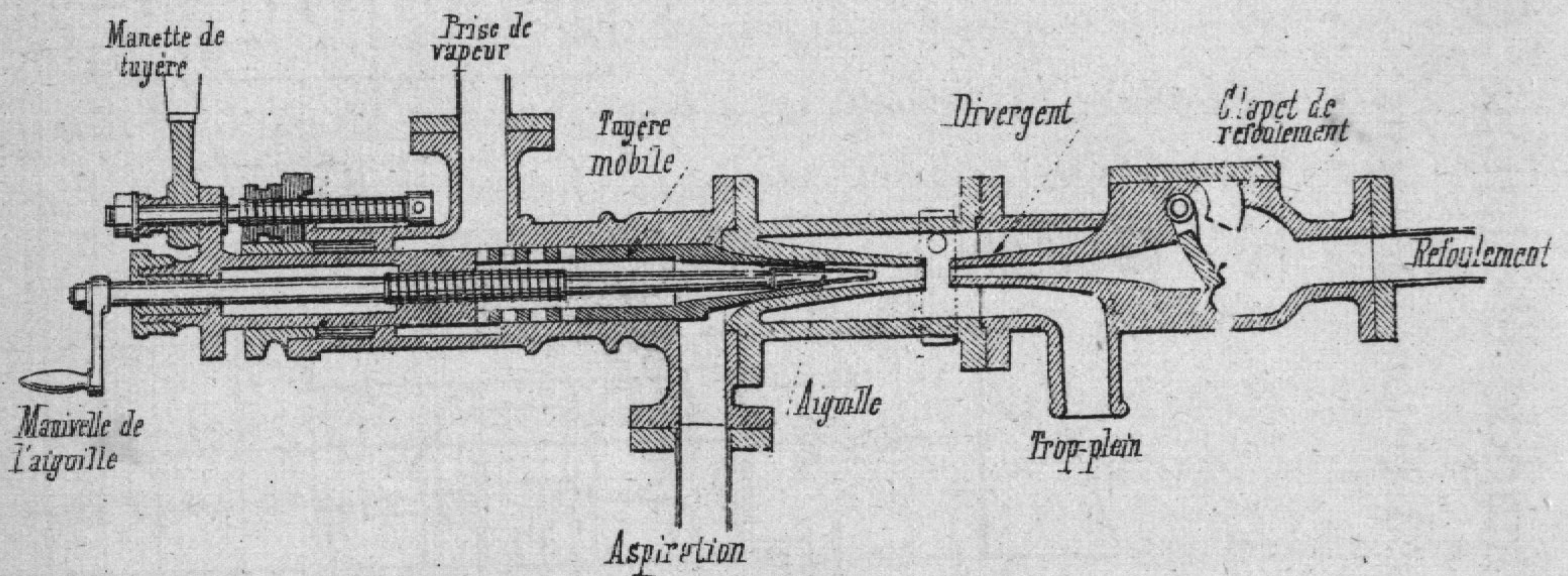


Fig. 109. Injecteur Giffard (Ancien).

Leurs variétés sont très nombreuses, mais leur constitution générale et leur fonctionnement toujours invariables. Ils présentent une tuyère mobile recevant la vapeur de la chaudière et pouvant être obturée par une aiguille intérieure. Cette tuyère se place dans une cheminée conique, prolongée par un tuyau divergent. Ces tuyère, cheminée, et divergent sont disposés suivant un même axe (fig. 109). A la base de la cheminée aboutit un tuyau d'amener d'eau; un intervalle sépare l'extrémité de cette cheminée et l'origine du divergent; une tubulure de trop plein aboutit à ce point. Un tuyau de prise de vapeur amène la vapeur dans la tuyère; un tuyau de refoulement, avec clapet de retenue sur la

chaudière, fait suite au divergent. L'aiguille est commandée par une manivelle à vis; une manette également à vis déplace tuyère et aiguille.

L'aiguille étant dévissée légèrement laisse passer un jet de vapeur dans la tuyère, et celle-ci écartée de la cheminée, un appel d'eau se produit par l'espace annulaire et dans le tuyau d'aspiration; l'eau envahit la cheminée et coule par le trop plein. Si, à ce moment, on ouvre davantage l'arrivée de vapeur en reculant l'aiguille, l'entraînement se produit en grand et la veine fluide (eau et vapeur) pénètre dans le divergent; sa pression augmente avec la section et devient assez forte pour soulever le clapet de retenue et pénétrer dans la chaudière (1). Un sifflement particulier l'indique et le trop plein cesse de donner.

En supposant le divergent parcouru par une veine liquide s'écoulant d'un mouvement continu, la loi de Bernoulli dit que la hauteur due à la vitesse ($\frac{V^2}{2g}$) et la hauteur piézométrique $\frac{p}{\omega}$ due à la pression donnent une somme constante en un point quelconque $\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\omega} = \text{constante}$. L'altitude est ici négligeable; ω est le poids spécifique du liquide).

Mais la vitesse v varie, diminue dans le divergent à mesure que la section de ce dernier augmente, — la pression p devra donc augmenter avec cette section pour que la relation ci-dessus soit vérifiée. Elle peut devenir suffisante pour soulever le clapet d'introduction si la vitesse à l'entrée du divergent est assez grande. Cette application de la loi de Bernoulli n'est qu'approximative, parce que la veine fluide n'est pas incompressible; c'est un mélange de vapeur et d'eau; de plus les frottements et les chocs dans l'appareil en modifient les résultats.

La vapeur amenée par la tuyère se condense en partie au contact de l'eau et sa vitesse est accélérée; c'est un mélange d'eau et de vapeur qui pénètre dans la chaudière.

Les proportions d'eau et de vapeur ne sont pas quelconques elles varient cependant, mais dans d'assez faibles limites, pour un même injecteur. Lorsque la quantité de vapeur n'est pas suffisante; il y a simplement amorçage mais pas alimentation; cette dernière se produit lorsqu'on donne plus de vapeur. Si, au contraire il y a excès de vapeur, la condensation de celle-ci devient insuffisante dans la cheminée, l'entraînement cesse et la vapeur sort violemment par le trop plein et l'aspiration. Il faut fermer l'aiguille, laisser refroidir l'appareil qui s'est échauffé et recommencer.

Les dimensions des principales organes d'un injecteur sont basées sur la plus petite section du divergent qui commande le débit. Celui-ci est fonction de cette section et de la pression de la vapeur; ce débit varie du simple au double pour le même injecteur.

L'injecteur décrit est celui de l'inventeur Giffard; il est encore pas mal employé, mais présente de petits inconvénients que l'on a atténués dans les nombreux types, souvent plus simples, auxquels il a donné naissance.⁽¹⁾

(1) Giffard a donné pour le débit (en litres par heure) la formule empirique suivante: $Q = 28 d^2 \sqrt{p}$.

d - diamètre minimum du divergent, en millimètres.

p - pression effective, en kilogrammes.

Dans le Giffard, la tuyère mobile coulisse dans son enveloppe et quelquefois à travers une garniture étanche; mais cette garniture, en contact avec la vapeur, se détériore, ou bien celle-ci, quand l'injecteur est mal entretenu, passe autour de la tuyère et en se mêlant à l'eau à la base de la cheminée, la chauffe et la fait désamorcer l'appareil. On a, dans les nouveaux injecteurs, rendu cette tuyère fixe; la cheminée et le divergent, devenus mobiles, n'offrent plus de joints aux fuites de vapeur.

Le trop plein, placé trop directement entre la cheminée et le divergent, facilitait l'aspiration de l'air;

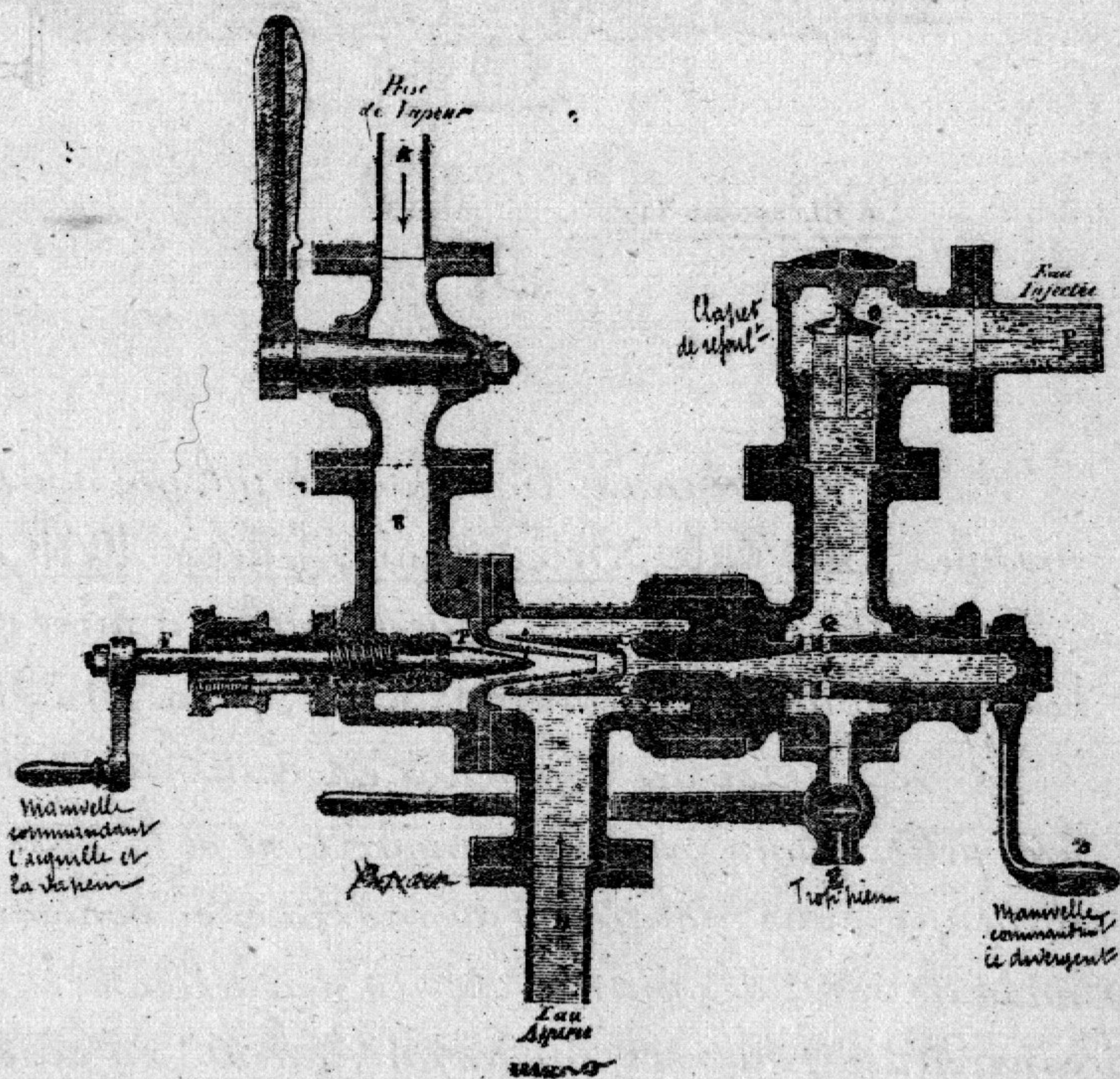


Fig. 110. - Injecteur Giffard (moderne)

on sait que ce dernier, entraîné dans les chaudières ou les réchauffeurs, y provoque des oxydations et corrossions rapides, que, de plus, il gêne le fonctionnement des machines à condensation. Pour les éviter, on munit le trop plein d'une soupape s'ouvrant vers l'extérieur et empêchant toute aspiration, ou bien on dispose ce trop plein au fond du divergent ou encore on le munit d'un robinet que l'on ferme quand l'amorçage est réalisé.

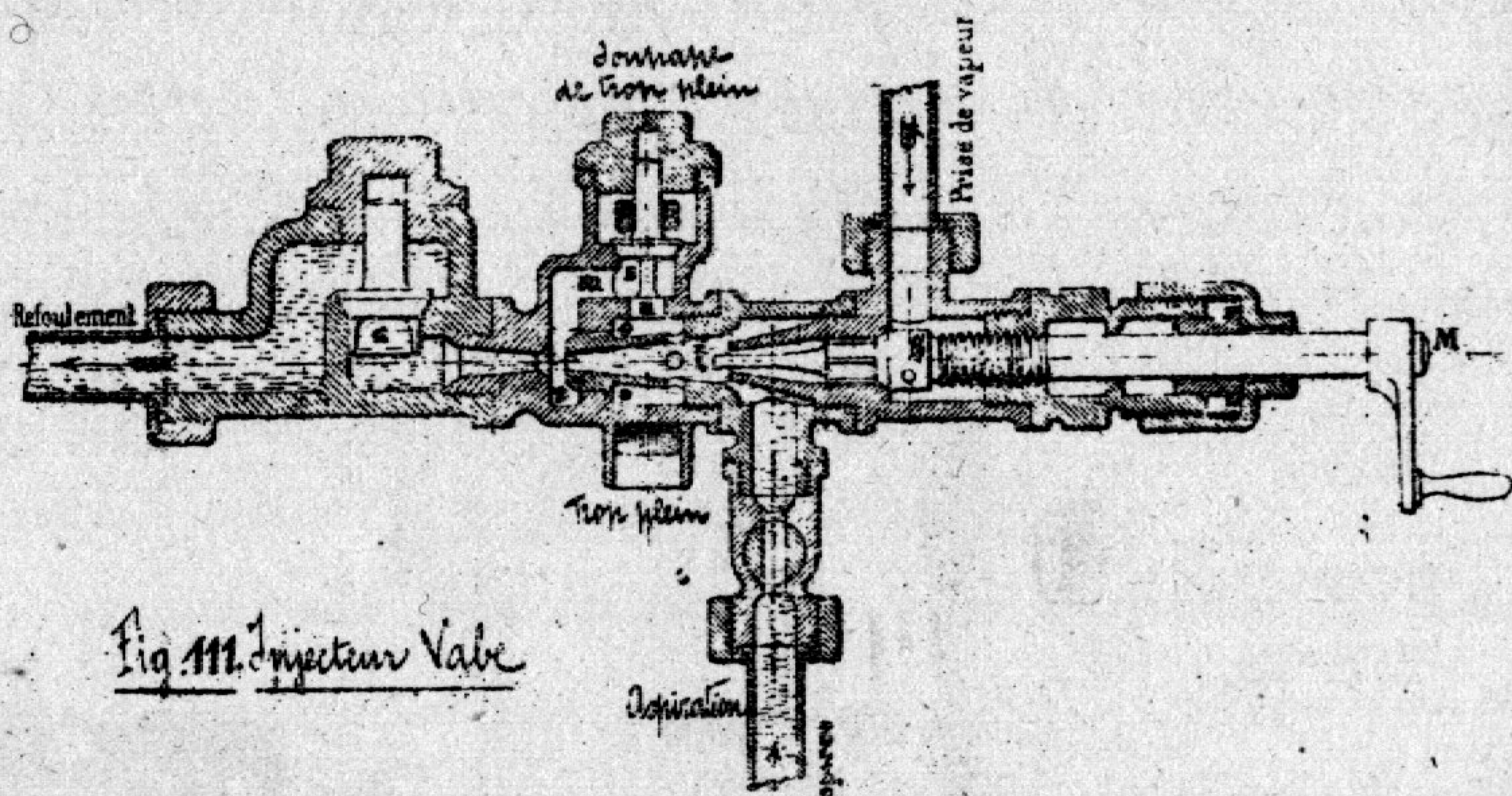


Fig. 111. Injecteur Vabe

Les principaux injecteurs employés sont les Giffard, modifiés, les Vabe, Friedmann, Sellers, Webb, etc.

L'inspection des figures suffit à faire comprendre leur fonctionnement (fig. 110 à 114, pages 211 à 215).

L'emploi des injecteurs est commode, en raison de leur petit volume, de leur simplicité et de la possibilité d'alimenter sans moteur ou quand ceux-ci sont au repos, mais ils sont de manœuvre un peu délicate et souvent capricieuse; diverses causes empêchent ou gênent leur fonctionnement et notamment :

Les tuyauteries de refoulement ou d'aspiration doivent être aussi courtes que possible, sans coudes brusques ni étranglements.

Les joints ou garnitures ne doivent donner lieu à aucune fuite permettant des entrées d'air.

La vapeur employée doit être aussi sèche que possible et l'eau à basse température (inférieure à 30°); une eau plus chaude rend l'amorçage difficile ou même impossible, par suite du défaut de condensation de vapeur, pour les injecteurs aspirants notamment.

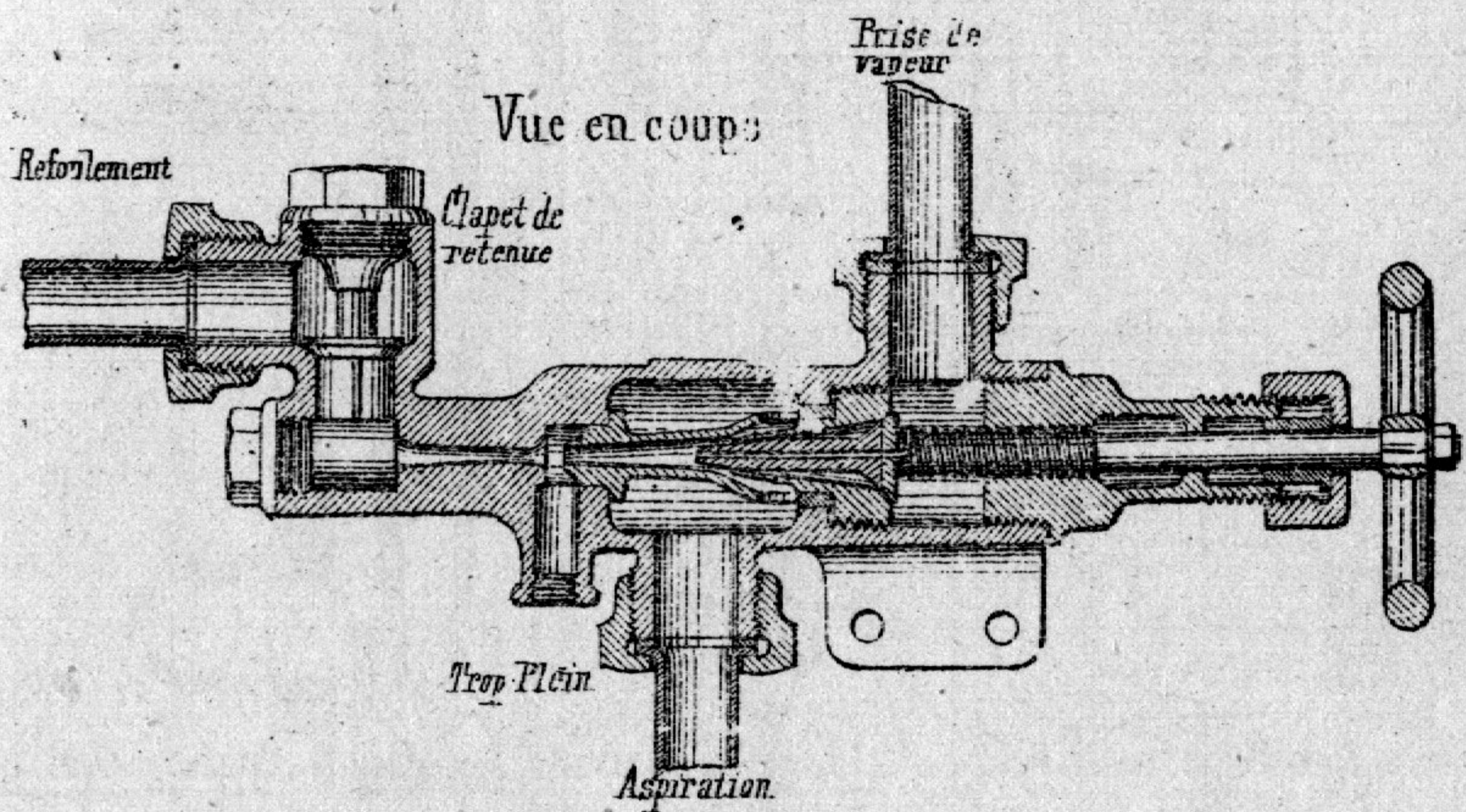


Fig. 112. Injecteur aspirant Guyenet

On nomme ainsi des injecteurs dans lesquels l'eau est aspirée dans un réservoir inférieur à l'injecteur, tandis que, dans d'autres, ce réservoir, en contre-haut, amène l'eau en charge dans ce dernier.

Les tuyères, cheminées, divergents doivent, ainsi

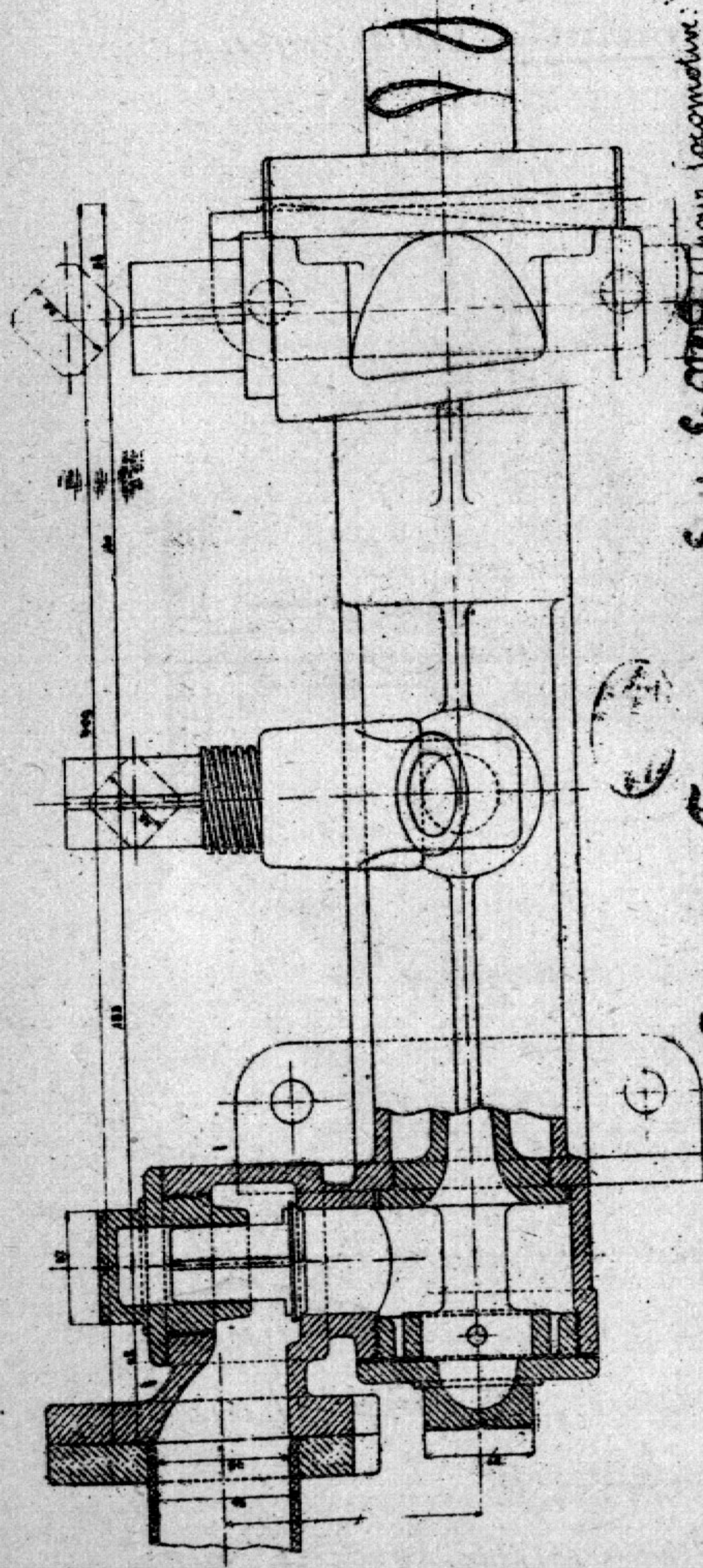
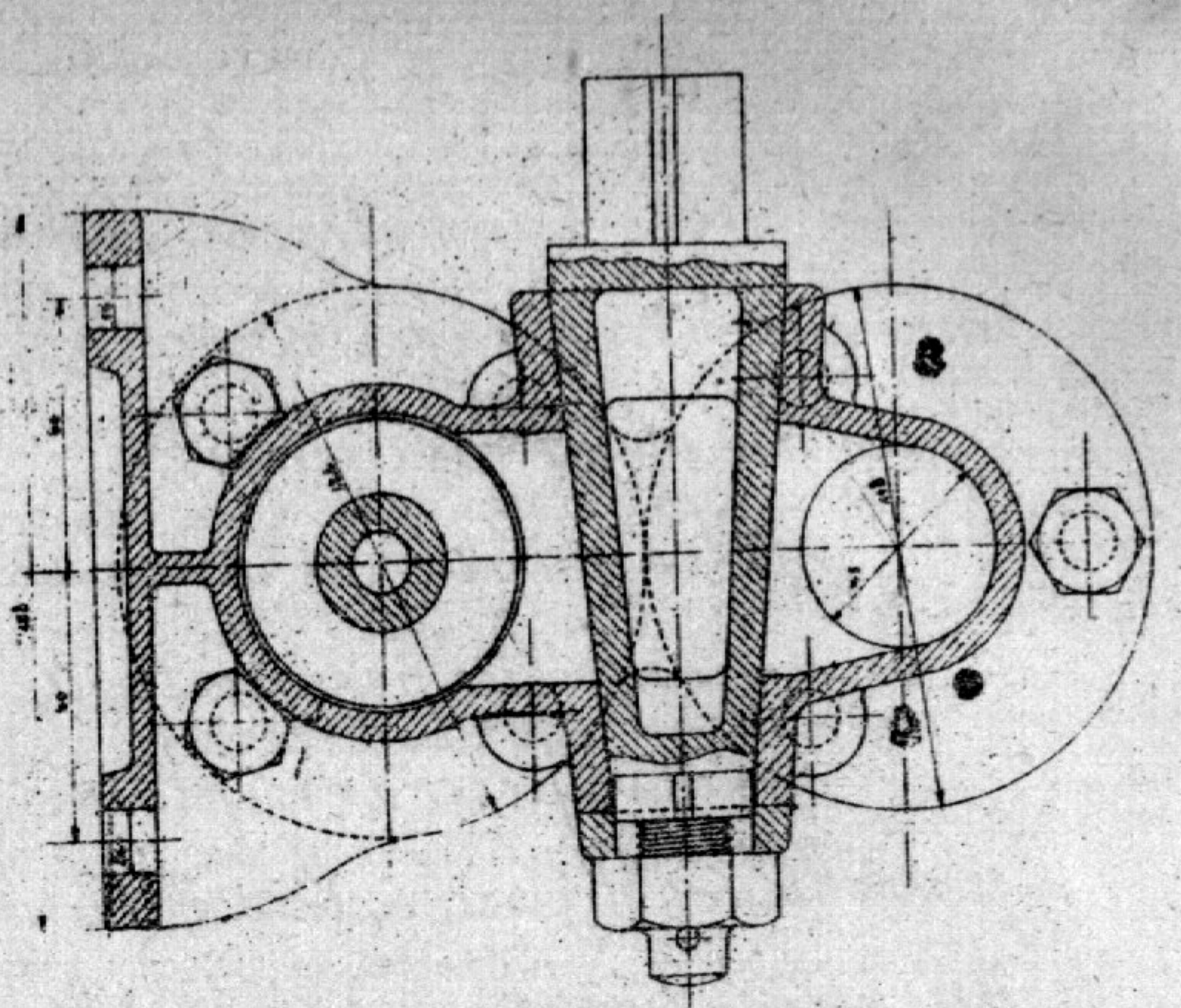
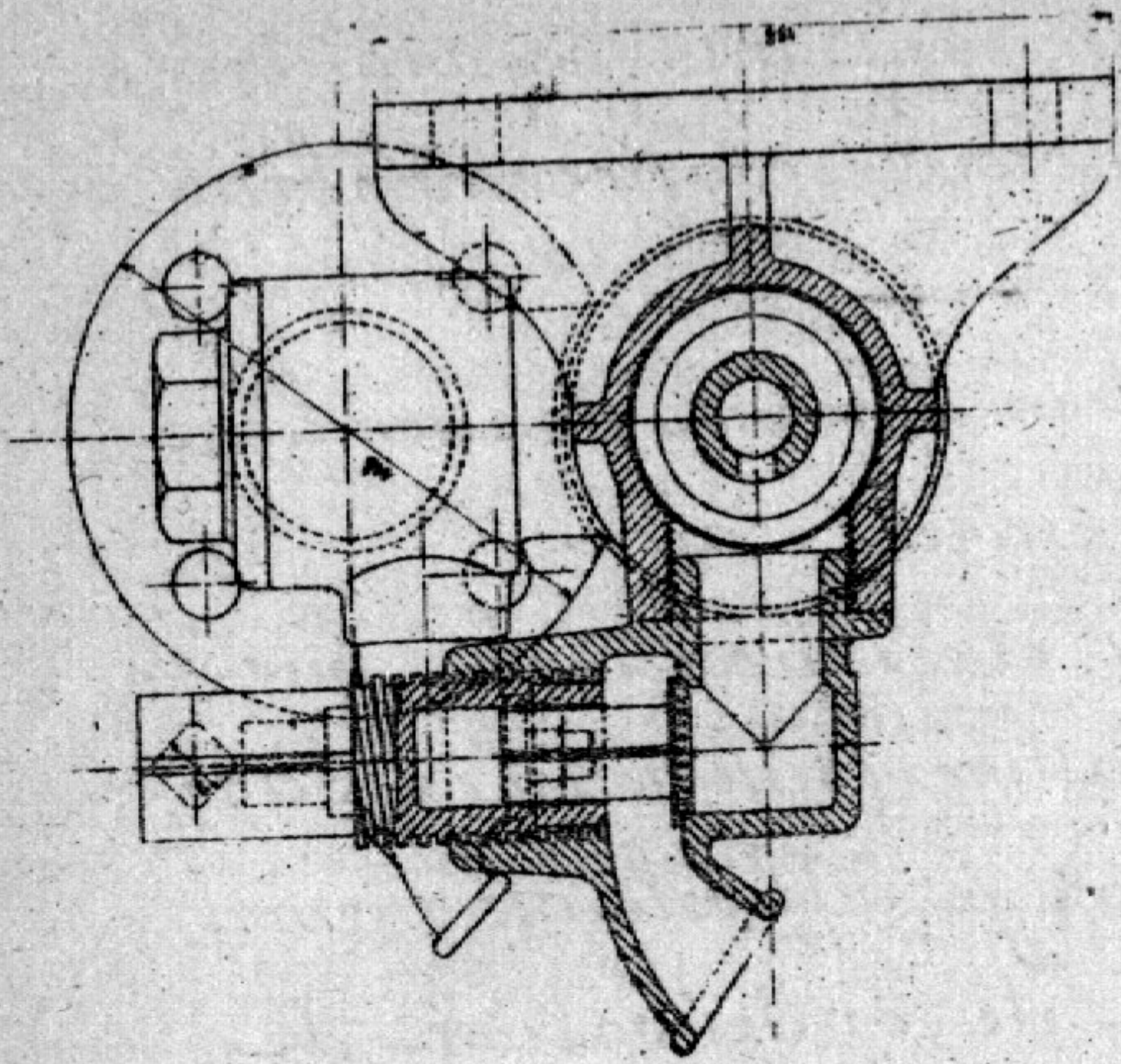
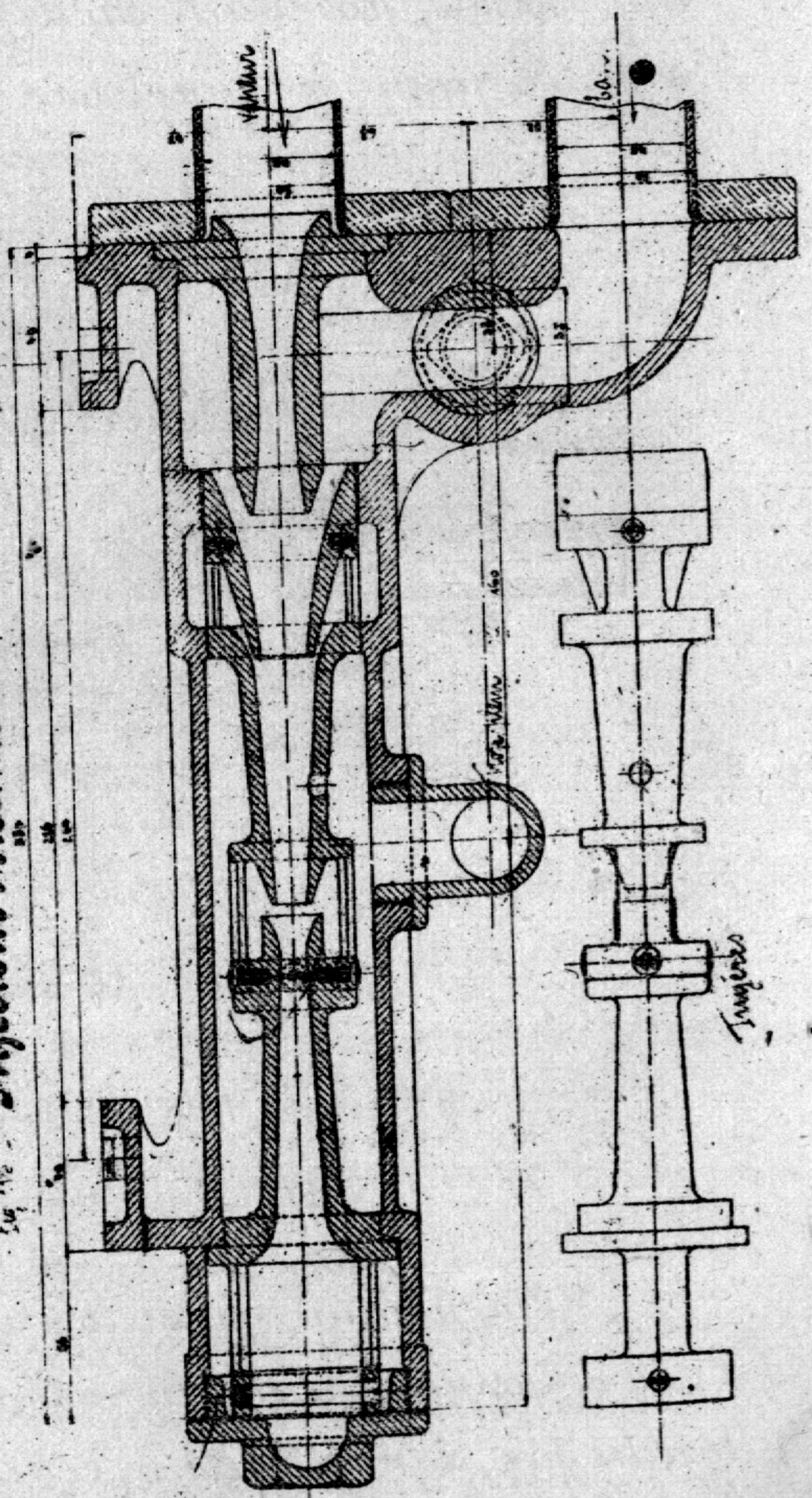
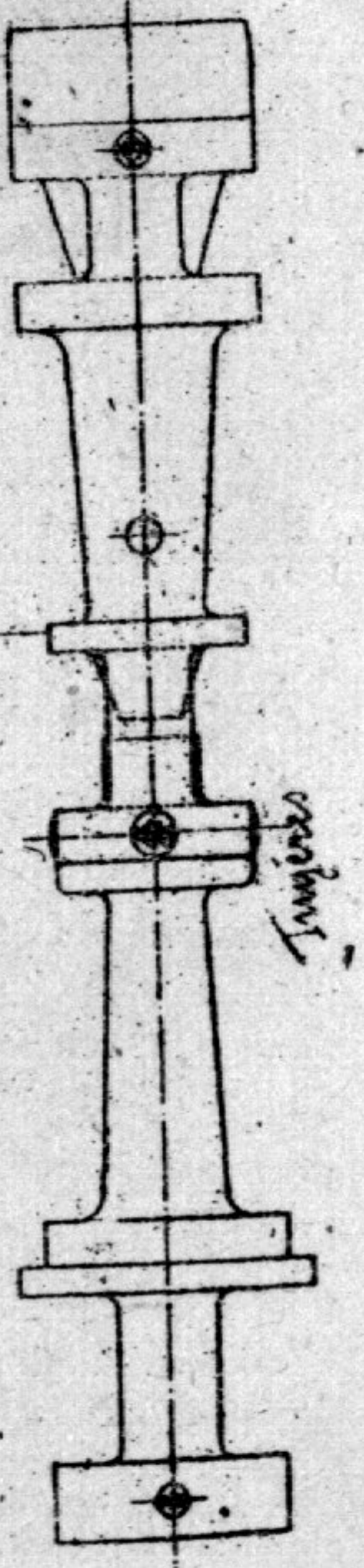


Fig. 118 - Injector Friedmann, Serie 6, 1879 pour locomotive.



Boulton
à la manufacture
de la machine à vapeur
de la Compagnie
des Indes



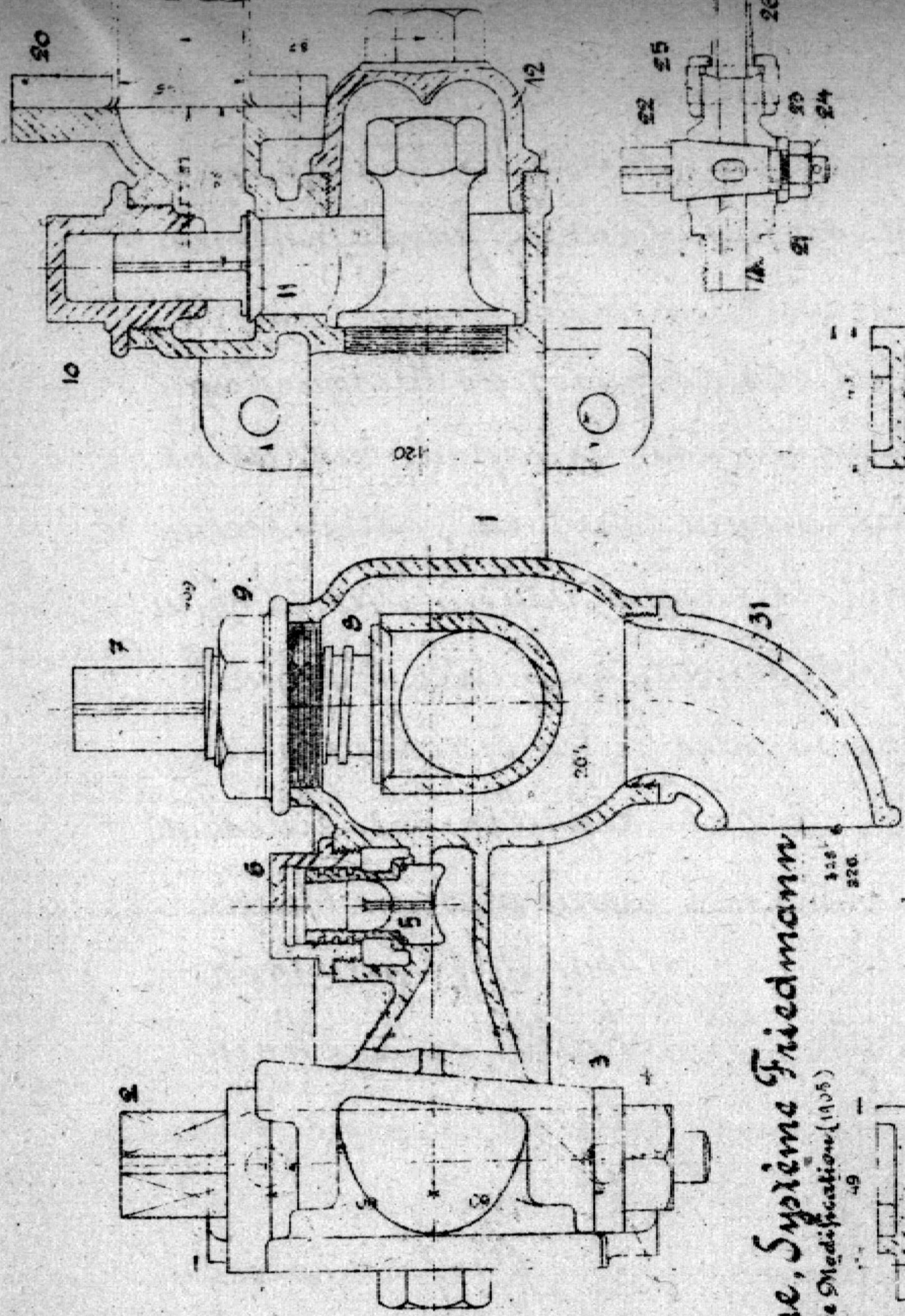
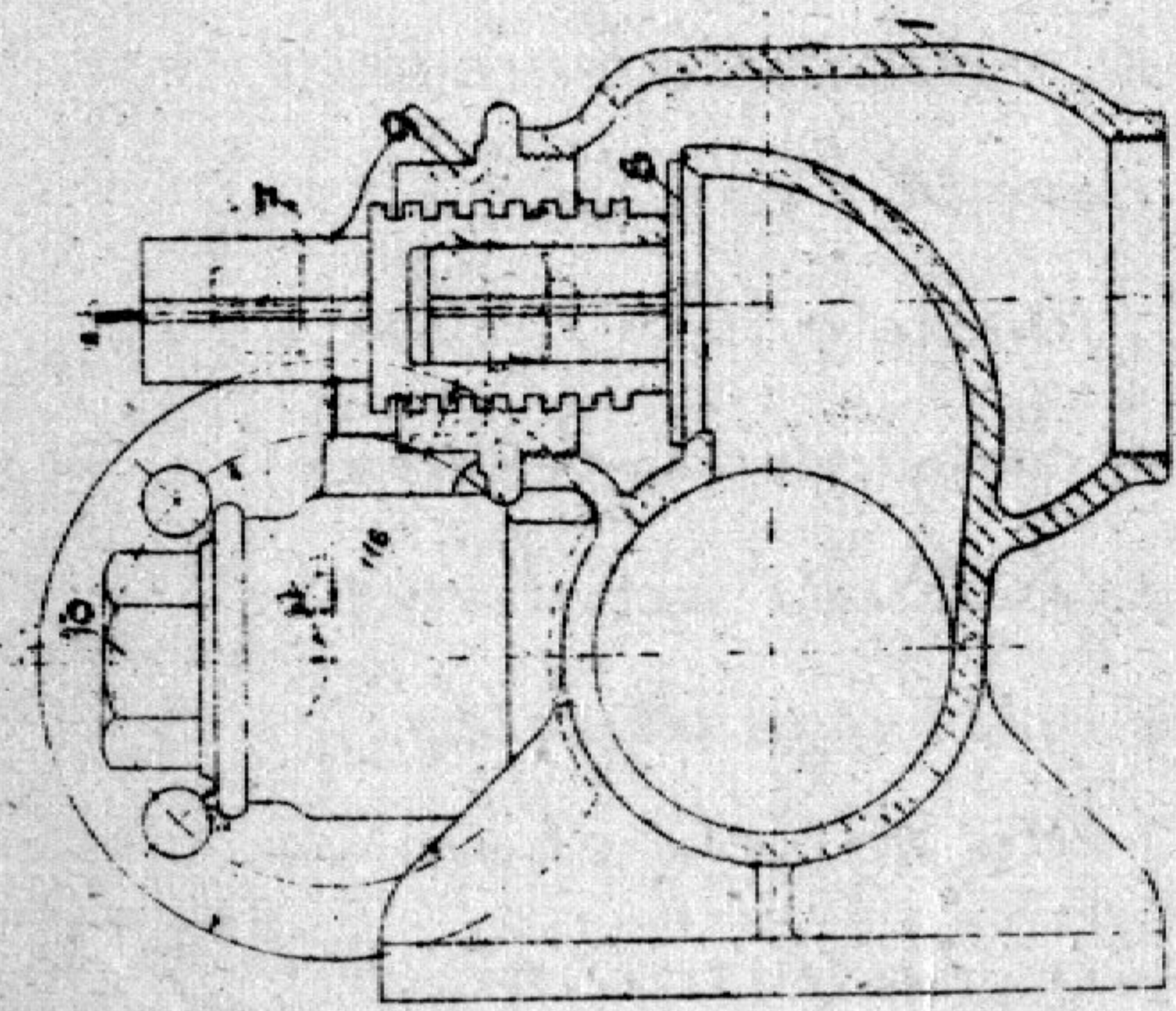
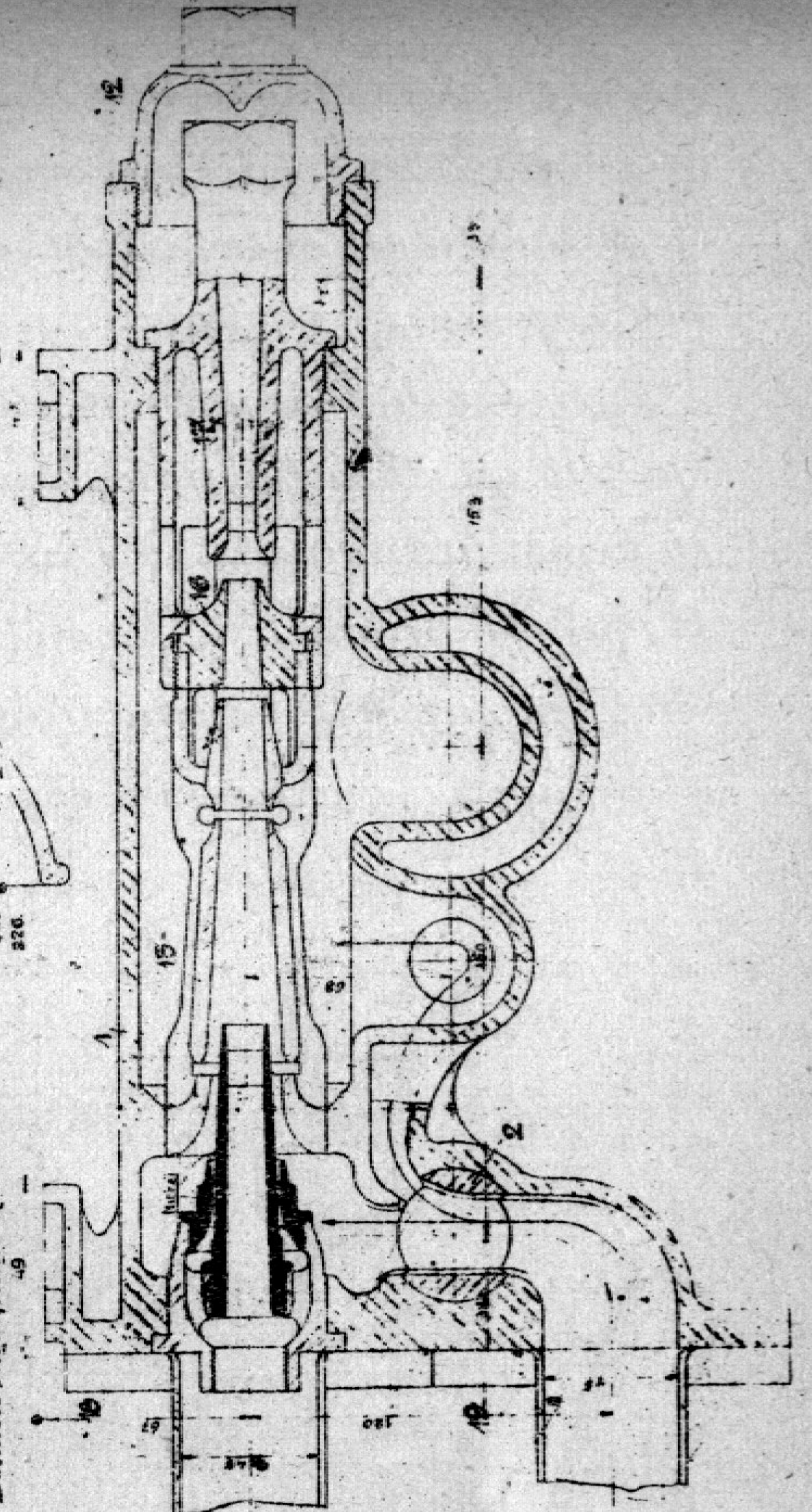
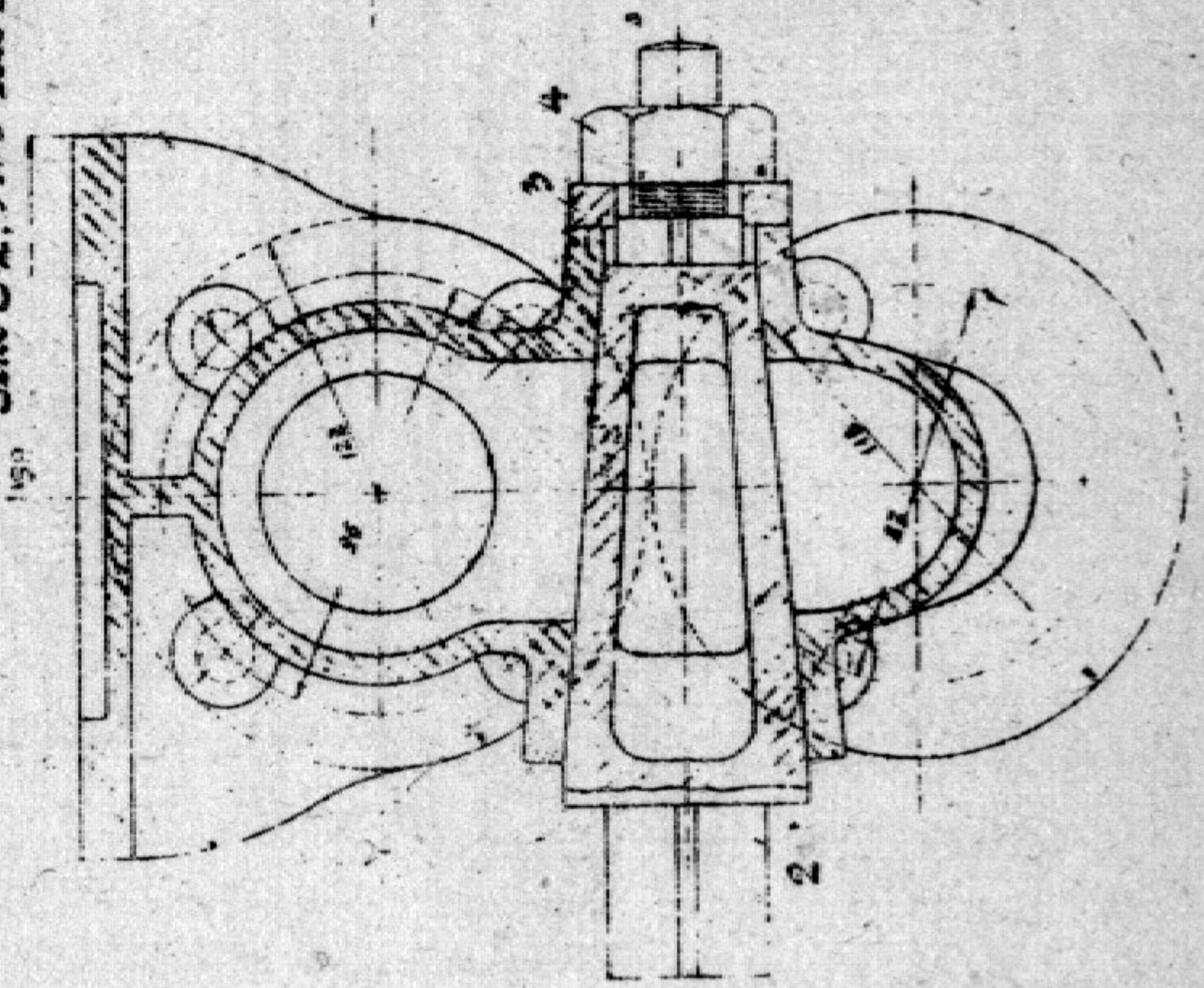


Fig. 114

Nouvel Injecteur à remise en marche automatique, Système Friedmann

Série S.Z. N. 9 série droit. Dernière Modification (1908)



que les divers clapets de refoulement, être constamment tenus propres et débarrassés des matières tartreuses qui les encombre et arrêtent ou modifient le fonctionnement de l'injecteur.

Enfin, l'amorçage ne se produit pas lorsque l'appareil est chauffé, notamment par la vapeur arrivant en excès au moment de l'amorçage, ou bien, avant celui-ci, quand on omet de fermer la prise de vapeur sur la chaudière et que cette vapeur reste en contact avec l'aiguille et la tuyère, ou bien encore par des fuites des clapets de refoulement laissant arriver dans l'injecteur de l'eau très chaude de la chaudière.

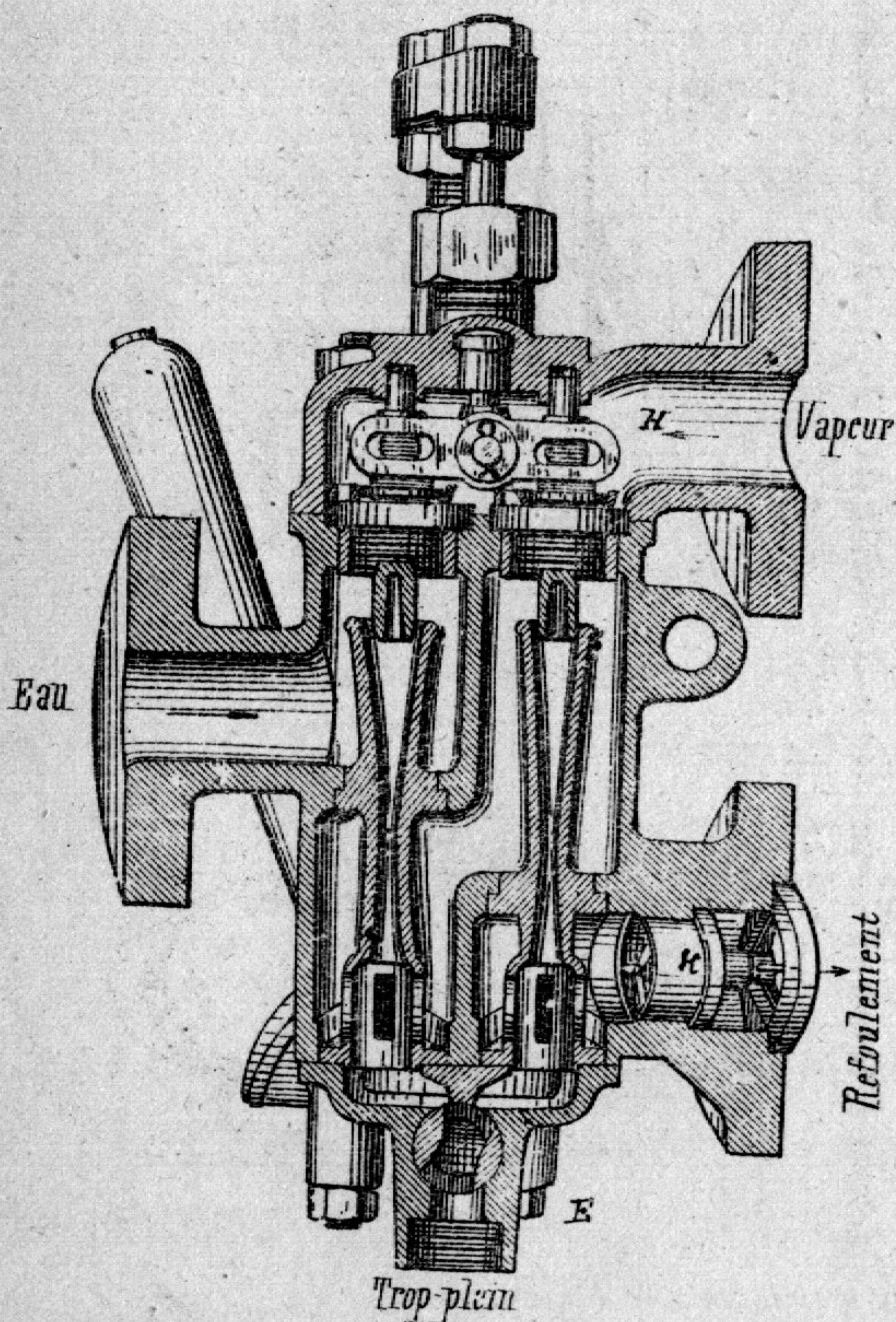


Fig. 115 Injecteur double Koerting

On fait encore usage d'injecteurs doubles, moins sensibles que les autres et pouvant alimenter avec de l'eau tiède (jusqu'à 60°). Ils se composent de deux injecteurs accolés, dont l'un injecte l'eau dans la chambre d'aspiration du deuxième (fig. 115). La vapeur arrive

en H dans une chambre commune d'où deux clapets, commandent leur-entrée dans les cheminées continuées, sans solution, par les divergents. L'eau arrive, par la tubulure de gauche, dans le premier injecteur, passe par le divergent et, si le trop plein E est fermé, pénètre dans la chambre du deuxième injecteur ou elle est reprise par la vapeur et injectée dans la chaudière à travers le clapet K.

Les deux injecteurs ont un trop plein inférieur commun fermé par un robinet E. La manœuvre de ce dernier est liée avec celle des clapets de vapeur par une manette avec levier de connexion.

Les injecteurs réchauffent l'eau d'alimentation qu'ils doivent prendre froide pour pouvoir fonctionner. Cette circonstance rend leur-emploi sans inconvénient, avantageux même pour les chaudières ordinaires sans réchauffeur, mais le bénéfice de ce dernier devient sans objet s'il reçoit de l'eau déjà chaude.

On construit aussi des injecteurs fonctionnant avec la vapeur d'échappement; ils peuvent alimenter des chaudières à moyenne pression (4 et 5 K). Ils ne sont guère répandus à cause de l'usage de pressions généralement plus élevées que ces limites et aussi à cause des matières lubrifiantes grasses du moteur que l'échappement peut entraîner et introduire ensuite dans les chaudières.

Les constructeurs livrent au commerce les injecteurs sous divers numéros correspondant, d'ordinaire,

au diamètre minimum de leur divergent. La puissance d'un injecteur doit être supérieure à la demande du générateur qu'il alimente, deux à trois fois, comme pour les autres appareils. Ils sont, bien souvent, employés concurremment avec une pompe, ou au nombre de deux comme dans les locomotives; l'un fonctionnant constamment, l'autre doublant le premier quand la vaporisation devient plus active.

87 - Tuyauterie, accessoires et débouché de l'alimentation - La puissance nécessaire pour assurer l'alimentation est assez faible et dépend d'ailleurs de la pression dans la chaudière.

Pour introduire 1 m^3 d'eau dans un générateur dont la pression est p^k par cm^2 il faut :

$$10.000 \text{ cm}^2 \times p^k \times 1 \text{ m} = p \times 10.000 \text{ Kgm}$$

et, pour 1 kg. d'eau :

$$\frac{p \times 10.000}{1000} = 10 p,$$

ou, en tenant compte du rendement ρ de l'appareil :

$$\frac{10 p}{\rho}$$

Si $\rho = 0,50$, $p = 10^k$ et si le cheval-heure consomme 8^k de vapeur, il faudra, pour alimenter ce cheval-heure :

$$\frac{8 \times 10^k}{0,50} = 1.600 \text{ Kgm.}$$

Or, le cheval-heure = $75 \times 3.600 = 270.000 \text{ kgm. sou.}$

$$\frac{1600}{270.000} = 0,006, \quad \frac{6}{1000^e}$$