

CHAPITRE X

ORGANES ACCESSOIRES DU CYLINDRE

A. — GARNITURES DE TIGES DE PISTON ET DE TIROIR

Les tiges de piston et de tiroir traversent les plateaux des cylindres ou les parois de la boîte à vapeur à travers une garniture qui empêche les fuites de vapeur vers l'extérieur et les guide parfois dans leur mouvement.

Le but que l'on doit se proposer dans la constitution d'un presse-garniture est donc d'assurer l'étanchéité, tout en permettant à l'organe mobile de se mouvoir avec le minimum de frottement. Pour arriver à ce résultat, on emploie des garnitures de nature et de formes variables suivant la température de la vapeur.

D'une façon générale, le centre du plateau du cylindre ou de la boîte à vapeur porte une saillie dans laquelle est ménagée la boîte garniture dont le fond reçoit une bague en bronze appelée bague de fond (*fig. 163 bis*). La garniture, qui assure l'étanchéité, est comprimée dans la boîte au moyen d'un presse-garniture en fonte ou en acier moulé que l'on peut serrer à volonté au moyen de goujons. Il existe en outre un dispositif de graissage.

1° Garnitures pour la vapeur saturée.

Elles étaient autrefois constituées par des tresses de chanvre imprégnées de suif, qui carbonisaient à la longue et ne pouvaient résister aux températures élevées de la vapeur à haute pression. Les garnitures en tresses d'amiante, quoique convenablement graissées avaient l'inconvénient d'user les tiges et on leur a préféré les garnitures en métal blanc spécial, appelé métal à garnitures. La composition du métal utilisé pour les locomotives à vapeur saturée, qui porte le nom de métal AF² est la suivante :

Plomb	85
Antimoine	10
Étain	5

La garniture se compose en principe de demi-bagues de fond en bronze, alésées à un diamètre supérieur de quelques dixièmes de m/m à celui de la tige et d'anneaux en métal blanc de formes diverses en deux parties dont les coupes doivent être alternées pour contrarier les fuites.

Les garnitures les plus anciennes employées à la Région sont :

a) **Garniture Duterne, type Ouest** (fig. 164 a).

L'usure est compensée automatiquement par le serrage du ressort, ayant sa tension maximum lorsque la garniture est aux dimensions d'origine : dès que le ressort est complètement détendu, ce que l'on entend bien en service par un claquement particulier de la garniture, il est nécessaire de lui donner de la bande par l'addition de fragments de garnitures (fig. 164 b). Pour donner du serrage à la garniture, il faut enlever une certaine quantité de métal sur la coupe des deux parties la constituant, en conservant la forme spéciale des surfaces qui doivent rester bien ajustées l'une sur l'autre si on veut conserver l'étanchéité (fig. 164 c).

b) **Garniture Duterne, type PLM** (fig. 165).

L'usure est rattrapée par le serrage du presse-garniture. L'exagération de ce serrage nuit au

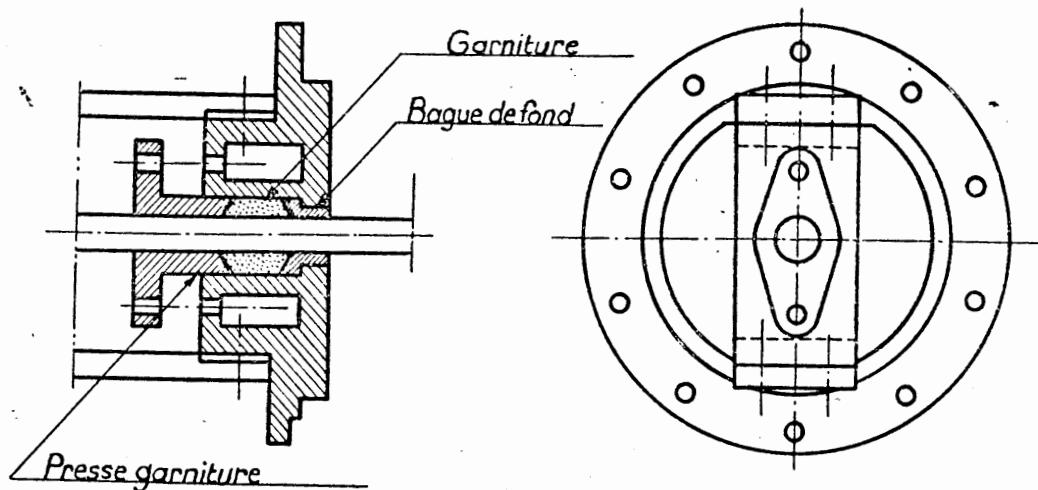


FIG. 163 bis

bon fonctionnement et rend difficile le démontage de la garniture. Lorsque le presse-garniture est arrivé à fond de course, on rapporte des culots sur la garniture.

La bague garniture est quelquefois évidée intérieurement sur presque toute sa longueur, sauf aux extrémités, pour diminuer la surface de frottement sur la tige, le contact n'ayant lieu que dans le voisinage des cônes dont le rabattement sur la tige, provoqué à la fois par le serrage du chapeau et par le mouvement alternatif de la tige assure l'étanchéité (l'inclinaison des cônes de la garniture est différente de celle des cônes des bagues de serrage).

Pour éviter les inconvénients dus à l'exagération du serrage, cette disposition a été modifiée, sur certaines machines, par application d'un ressort analogue à celui utilisé pour la garniture type Ouest.

c) **Garniture système Kübler** (fig. 166).

La garniture est composée d'une série de couples de bagues à section triangulaire ou trapézoïdale, serrées entre une bague de fond et le grain du chapeau. Les bagues sont en deux parties, fendues comme l'indique la figure 164 c, laissant entre elles un jeu de 2 m/m pour les bagues en métal blanc et 0,5 m/m pour les bagues en bronze. Ces bagues se déplacent l'une sur l'autre sous l'effort de serrage, les bagues en métal blanc venant frotter sur la tige du piston, tandis que celles en bronze s'appuient sur les parois de la boîte à garniture. La lubrification des surfaces coniques

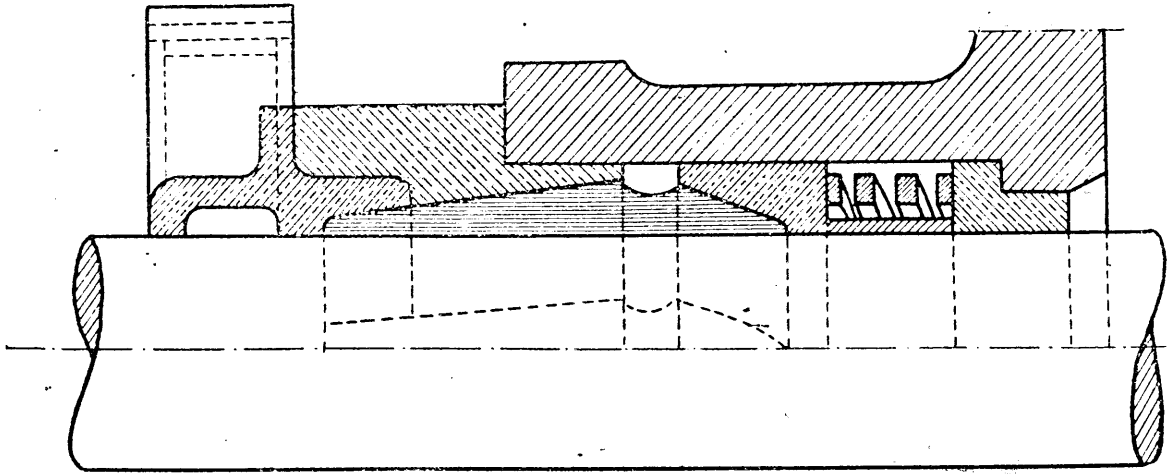


FIG. 164 a

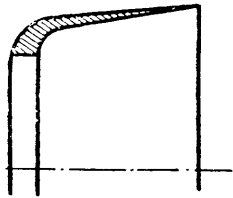


FIG. 164 b

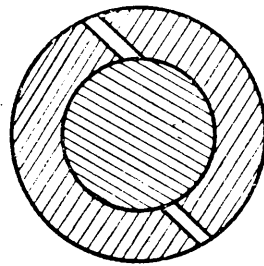


FIG. 164 c

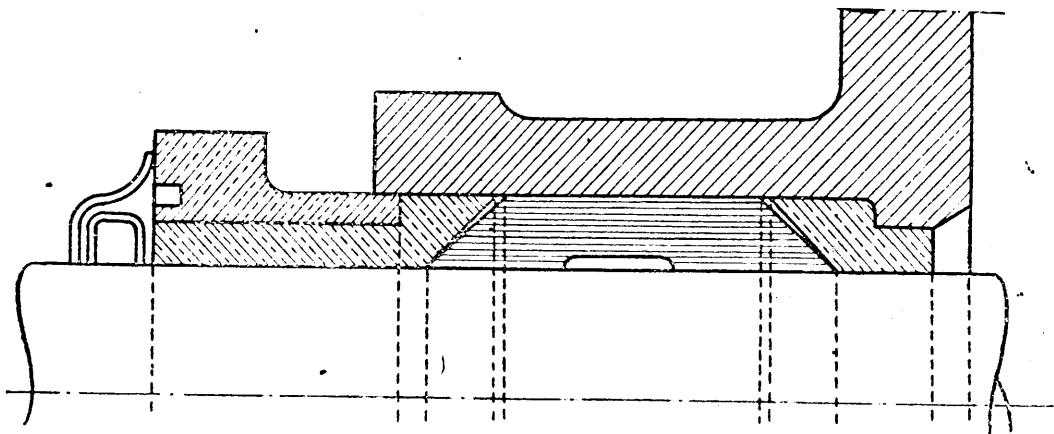


FIG. 165

en facilitant le glissement de ces bagues, améliore l'étanchéité. Une tresse d'amiante, interposée entre la dernière bague et le presse-garniture, permet un serrage élastique et rend uniforme la pression. Ce type de presse-garniture convient aux pistons à vapeur saturée et d'une façon générale à tous les distributeurs qui admettent par les arêtes intérieures, les garnitures n'y sont en effet soumises qu'à la pression de la vapeur d'échappement, la *figure 166* en schématise le montage sur les tiges des tiroirs HP des machines 231-500.

Ces trois types de garnitures jouent également le rôle de guide, grâce à la longueur d'appui suffisante que la bague de fond ou le presse-garniture présente avec la tige du piston.

Leur graisseur venu avec le chapeau amène l'huile sur une tresse spongieuse logée dans la partie avant du chapeau.

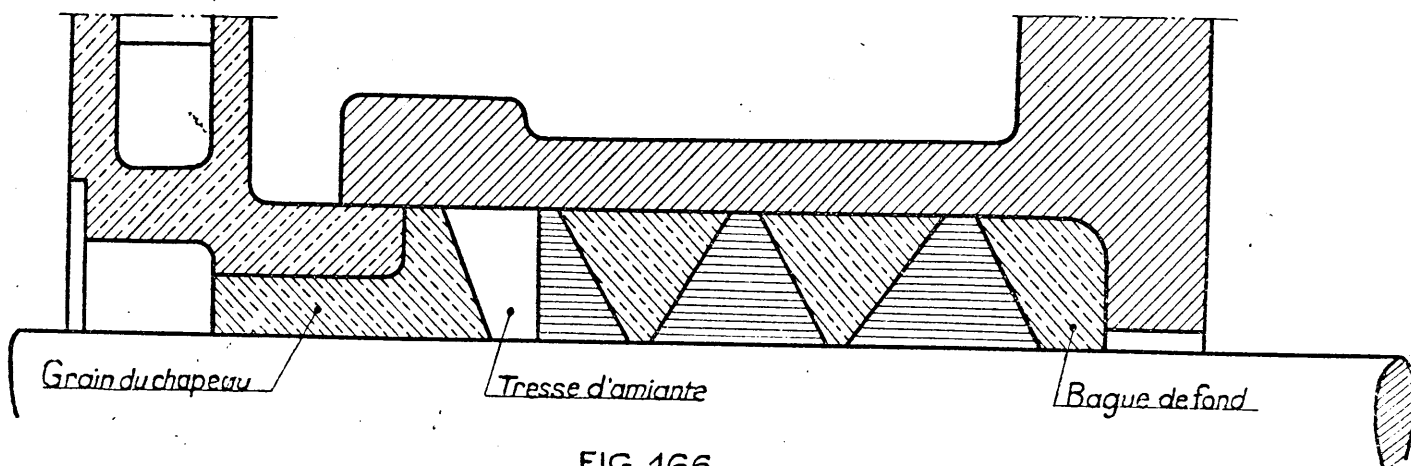


FIG. 166

2° Garnitures pour la vapeur surchauffée (température moyenne).

La température de la vapeur surchauffée dépasse couramment 300° et atteint sur les locomotives à haute surchauffe 400° à 420°. Les difficultés du graissage à ces températures ont conduit à certaines dispositions spéciales :

— Pour les surchauffes moyennes, on peut employer les garnitures en métal blanc, mais celui-ci ne contient plus d'étain qui fond à 226°. Le métal employé (AP3) se compose de 80 % de plomb et de 20 % d'antimoine.

— Le piston ne repose pas sur le bas du cylindre, il prend appui par sa tige sur la crosse et par sa contre-tige sur un guide formant corps avec le plateau avant du cylindre. Le piston n'est donc guidé qu'en deux points et ses garnitures ne doivent pas supporter le poids du piston et les efforts provenant du jeu des patins de glissières. Pour cela, on a donné à la boîte à garnitures la possibilité de se déplacer perpendiculairement à la tige de piston et obliquement par rapport à l'axe du cylindre, si la tige prend cette position ; la boîte à garniture fait alors joint à ses deux extrémités sur des lentilles dont une ou plusieurs faces sont planées et d'autres sphériques.

— Pour éviter leur chauffage excessif, les garnitures sont éloignées le plus possible de la vapeur et la boîte à garnitures est évidée pour faciliter son refroidissement.

— Le serrage des garnitures, pour éviter qu'il ne soit excessif, est assuré par des ressorts.

Les différents systèmes de garnitures que nous allons examiner remplissent ces conditions générales.

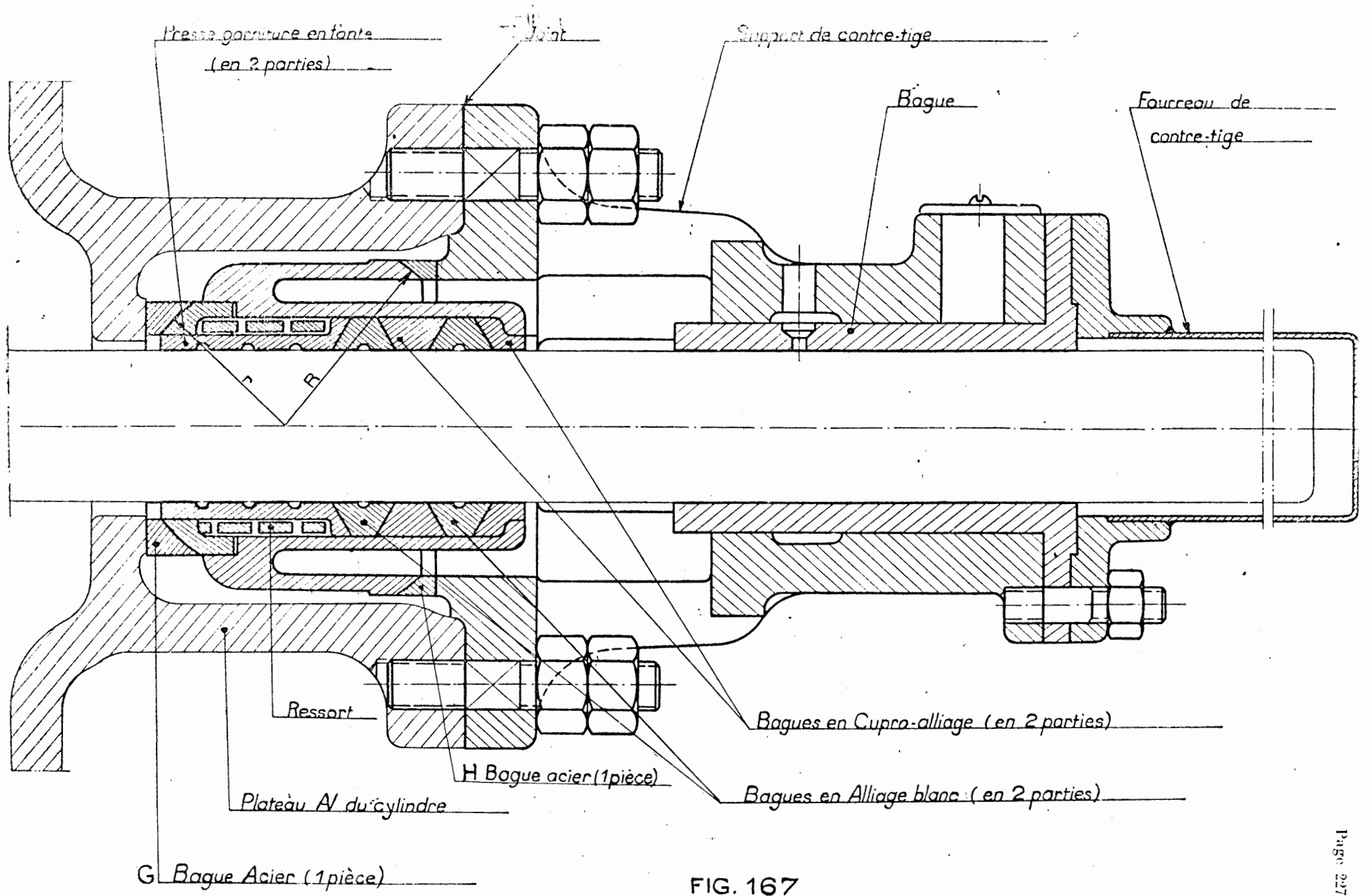


FIG.167

a) **Garniture type Schmidt.**

Ces garnitures se trouvent sur les tiges des pistons HP des machines 231.500 --- 140.101 à 370 --- 230.781 à 800, etc...

On retrouve dans cette garniture (*fig. 167*) les organes de la garniture ordinaire, mais disposés en sens inverse. En effet, les bagues en métal blanc et la bague en bronze sont pressées dans la boîte entre la bague de fond et la fourrure presse-garniture ; sous l'action du ressort, le serrage de la garniture se fait automatiquement. Remarquons les précautions prises pour favoriser le refroidissement des bagues en métal blanc : ensemble des garnitures reporté vers l'extérieur, grande longueur de la fourrure, espace annulaire ménagé autour de la boîte. Les rainures pratiquées sur les bagues en métal blanc et la fourrure recueillant les gouttelettes d'eau ou d'huile entraînées et assurent la lubrification de la tige, elles servent aussi à améliorer l'étanchéité, par la détente de la vapeur provenant de fuites légères.

On remarque aussi que les bagues en acier G et H comportent des parties planes permettant le glissement perpendiculairement à l'axe du cylindre et des parties sphériques concentriques pour les déplacements obliques de la tige.

Les garnitures des contre-tiges sont semblables à celles des tiges, mais elles sont prolongées par un guide en bronzé solidaire du plateau AV (*fig. 167*).

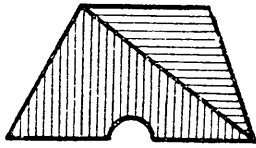


FIG.167 bis

Sur les garnitures des machines 231-500, on a amélioré l'étanchéité en remplaçant chaque bague à section trapézoïdale par deux bagues à section triangulaire, ce qui augmente leur mobilité et en modifiant l'inclinaison des surfaces coniques de glissement augmente la pression des garnitures sur la tige (*fig. 167 bis*).

b) **Garniture type Robinson.**

Cette garniture (*fig. 168 et 168 bis*), est appliquée aux machines 140-171 à 370.

La tige est embrassée par des rondelles en métal blanc, fendues diamétralement et croisées, qui sont pressées vers l'extérieur, au moyen d'un ressort, contre une bague continue et à l'intérieur d'un cône ou d'un alésage cylindrique de forme et de dimension correspondant à celles des rondelles empilées.

Comme dans la garniture Schmidt, le serrage des segments sur la tige est faible à régulateur fermé (tension du ressort en place 30 kg.), mais il devient assez énergique pour empêcher les fuites pendant l'introduction de la vapeur au cylindre qui augmente considérablement leur serrage par sa pression (800 kg. environ horizontalement).

La garniture Robinson paraît plus mobile que la garniture Schmidt puisqu'elle n'a qu'une bague de frottement à double surface sphérique et plane.

c) **Garniture type King.**

Cette garniture est appliquée aux tiges B. P. des machines 231-500. L'ensemble représenté *figure 169* montre que l'étanchéité est obtenue par la seule bague C en métal AP³. Les deux demi-parties de cette bague s'ajustent par deux joints curvilignes sur l'épaisseur de la bague obtenus à la coulée (*fig. 169 bis*). Cette disposition nécessite de faire glisser les deux demi-bagues sur la tige pour la monter, la bague fermée ne peut plus s'ouvrir. Dans ces déplacements transversaux anormaux, la tige du piston entraîne la bague de portée A, le presse-garniture B, la garniture C, la bague de fond et la boîte G, cet ensemble glisse respectivement sur le presse-garniture H et la cage de retenue E.

La cage E, la bague A, la bride-garniture H sont en fonte et d'une seule pièce ; la boîte G est en tôle d'acier d'une seule pièce, la bague de fond D et la bague presse-garniture B sont en fonte et en deux pièces.

Pour ces trois types de garnitures, si la tige présente quelques irrégularités de surface et si sa cylindricité n'est pas parfaite, elle peut venir adhérer fortement en un point donné de la course

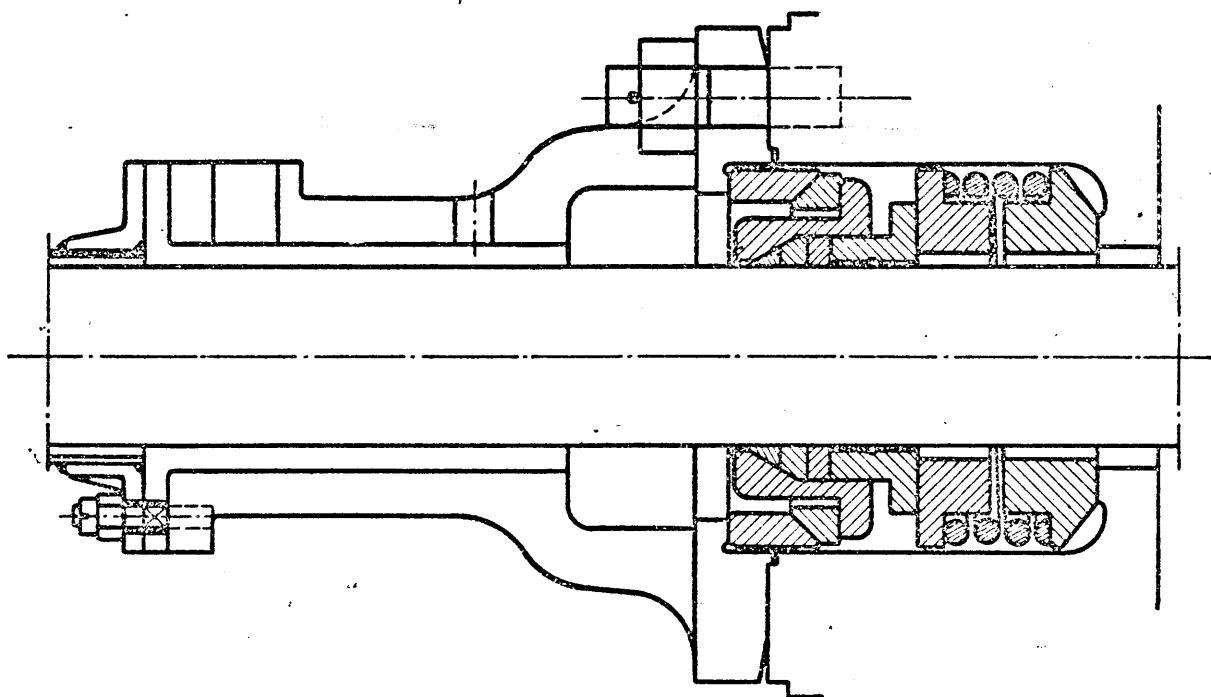


FIG. 168

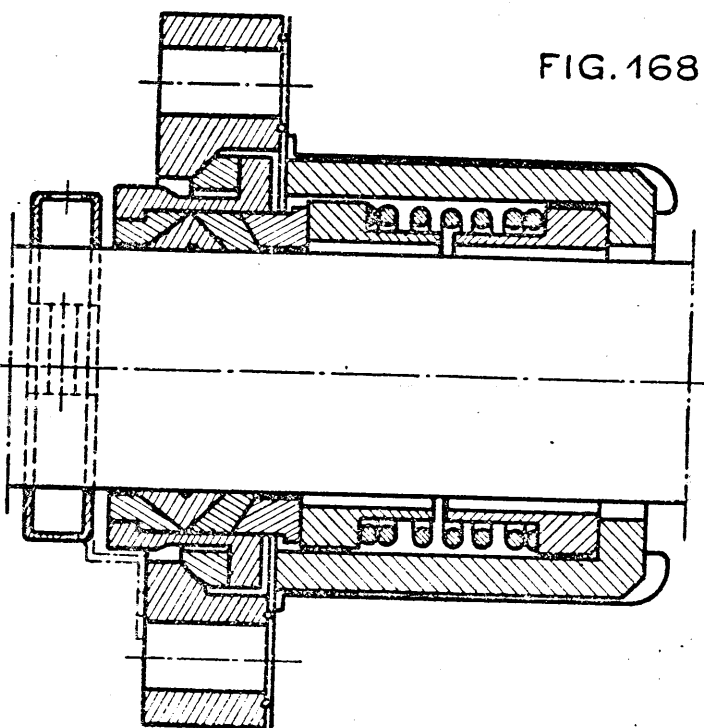
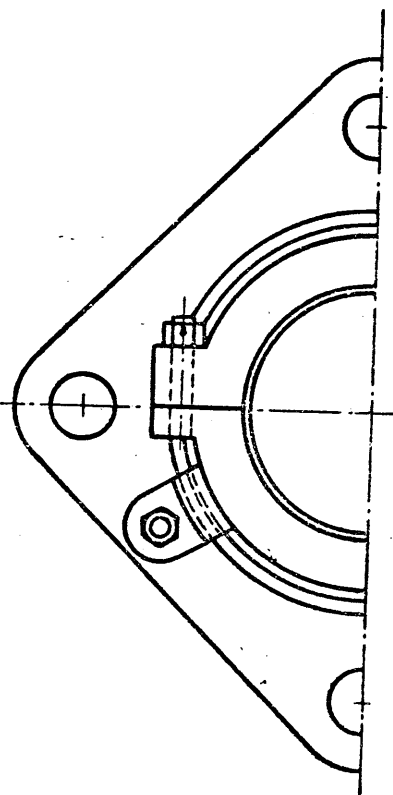


FIG. 168 bis



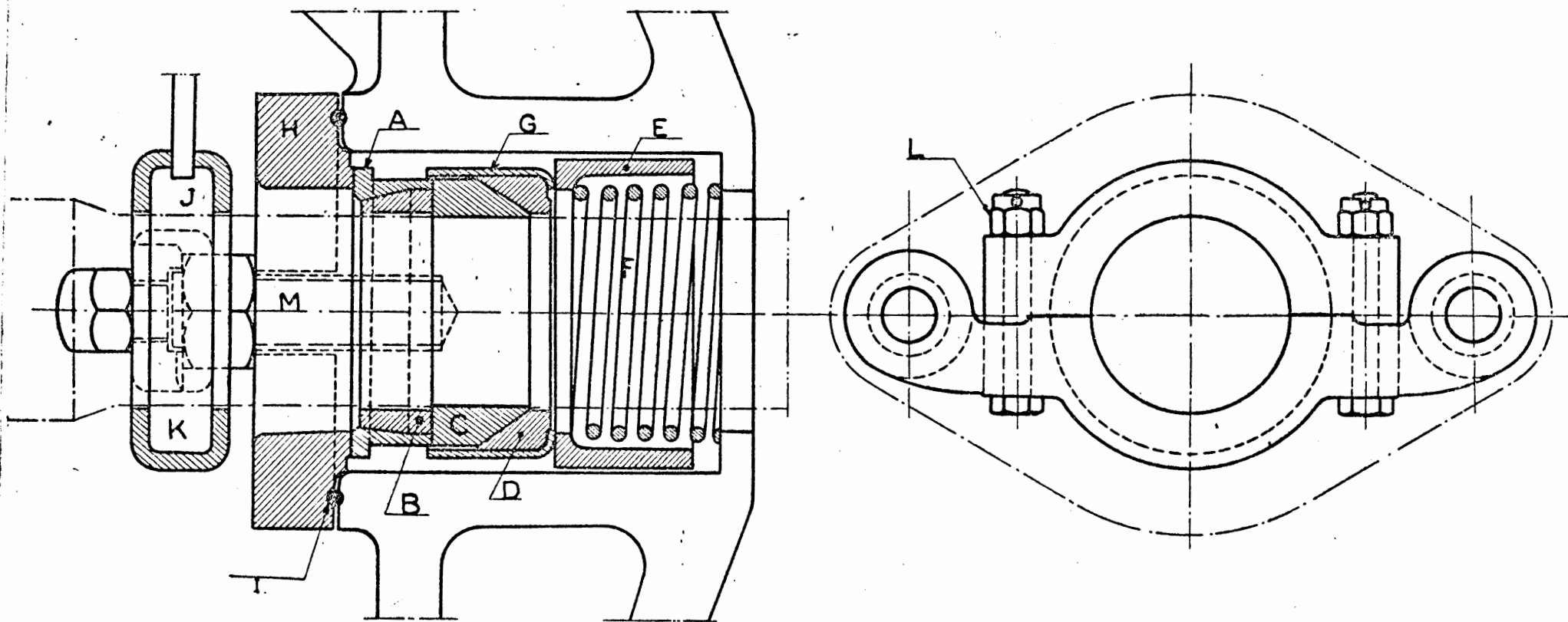


FIG.169

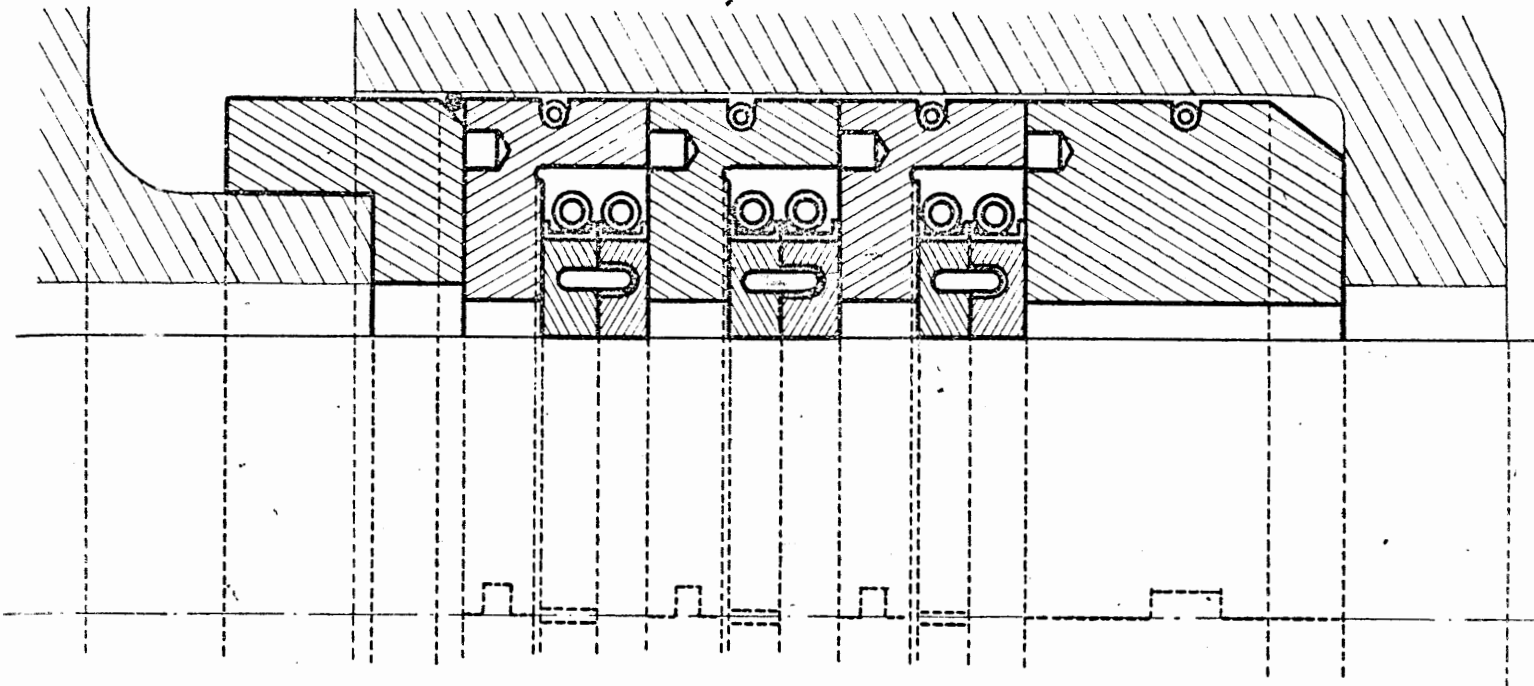


FIG.170 a

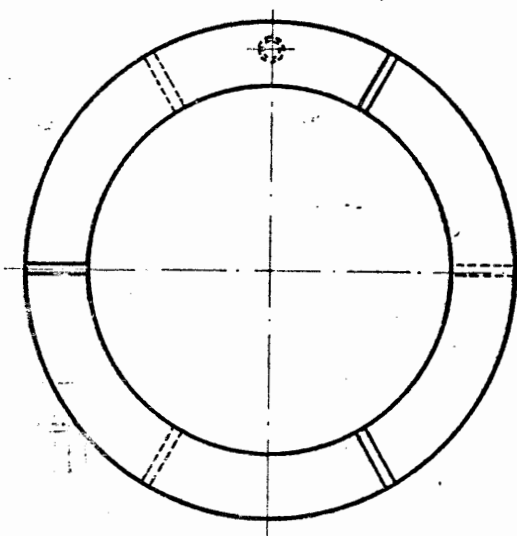


FIG.170 c

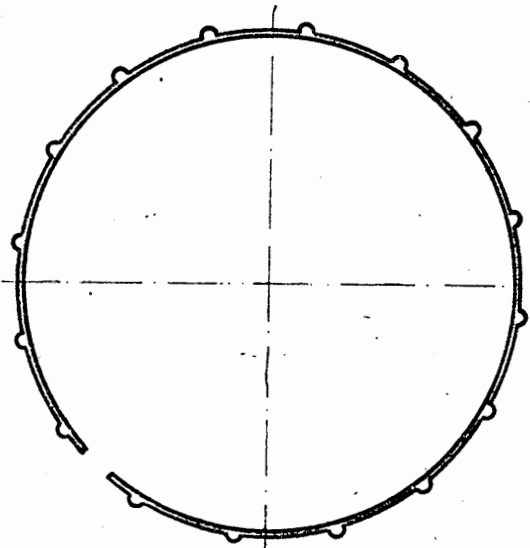
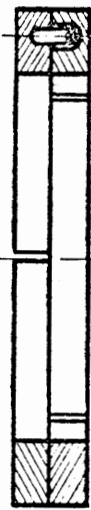


FIG.170 b

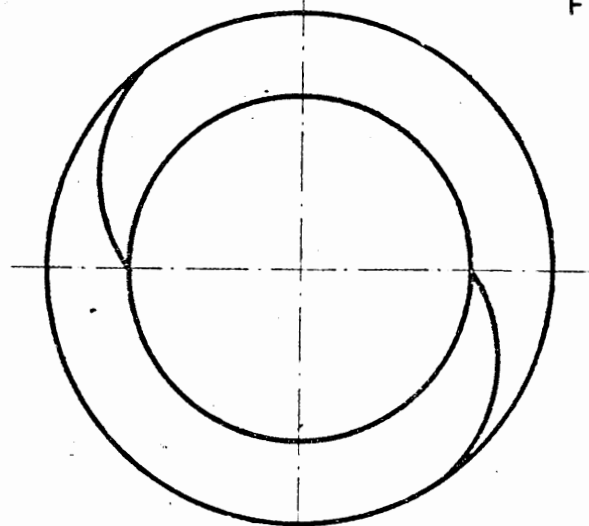


FIG 169 bis

à l'intérieur des segments dans lesquels elle se coince. Dès lors, elle entraîne par adhérence les bagues qui se décollent de leur siège, d'où fuites de vapeur. On limite l'amplitude de ces entraînements à quelques millimètres par la butée de la bague E contre le fond de la boîte (fig. 169) par la butée des deux bagues guides du ressort (fig. 168 bis) ou par l'aplatissement des spires du ressort (fig. 167).

3° Garniture pour la vapeur surchauffée (haute température).

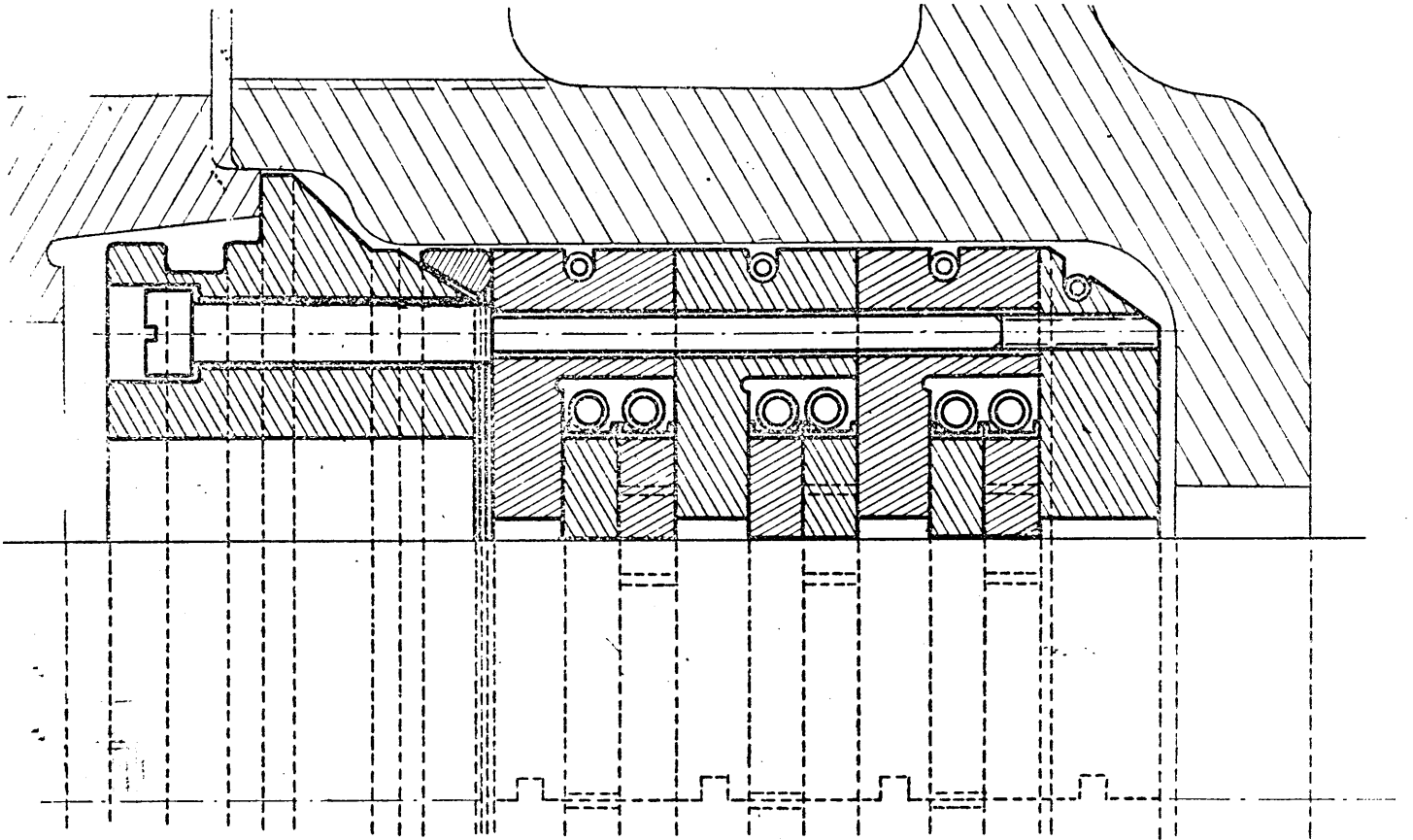


FIG. 170 d

Par suite de la composition du métal AP³, un échauffement un peu accentué peut le ramollir et empêcher les bagues de glisser les unes sur les autres. Pour remédier à cet inconvénient, on a remplacé le métal relativement mou des bagues par un métal plus dur comme le bronze ou la fonte.

D'autre part, la garniture Schmidt, même avec un graissage important sous-pression entraînait une usure importante et rapide de la tige de piston et des bagues à cause de la forte pression exercée par le ressort et la vapeur quand on voulait assurer une étanchéité suffisante.

Les trois premiers types de garnitures décrits ci-après existent encore sur un certain nombre de machines, mais ils sont abandonnés et remplacés par le quatrième type unifié.

a) Garniture type Garex.

Cette garniture comprend une série de cuvettes mobiles en fonte contenant des segments en fonte (éléments d'étanchéité).

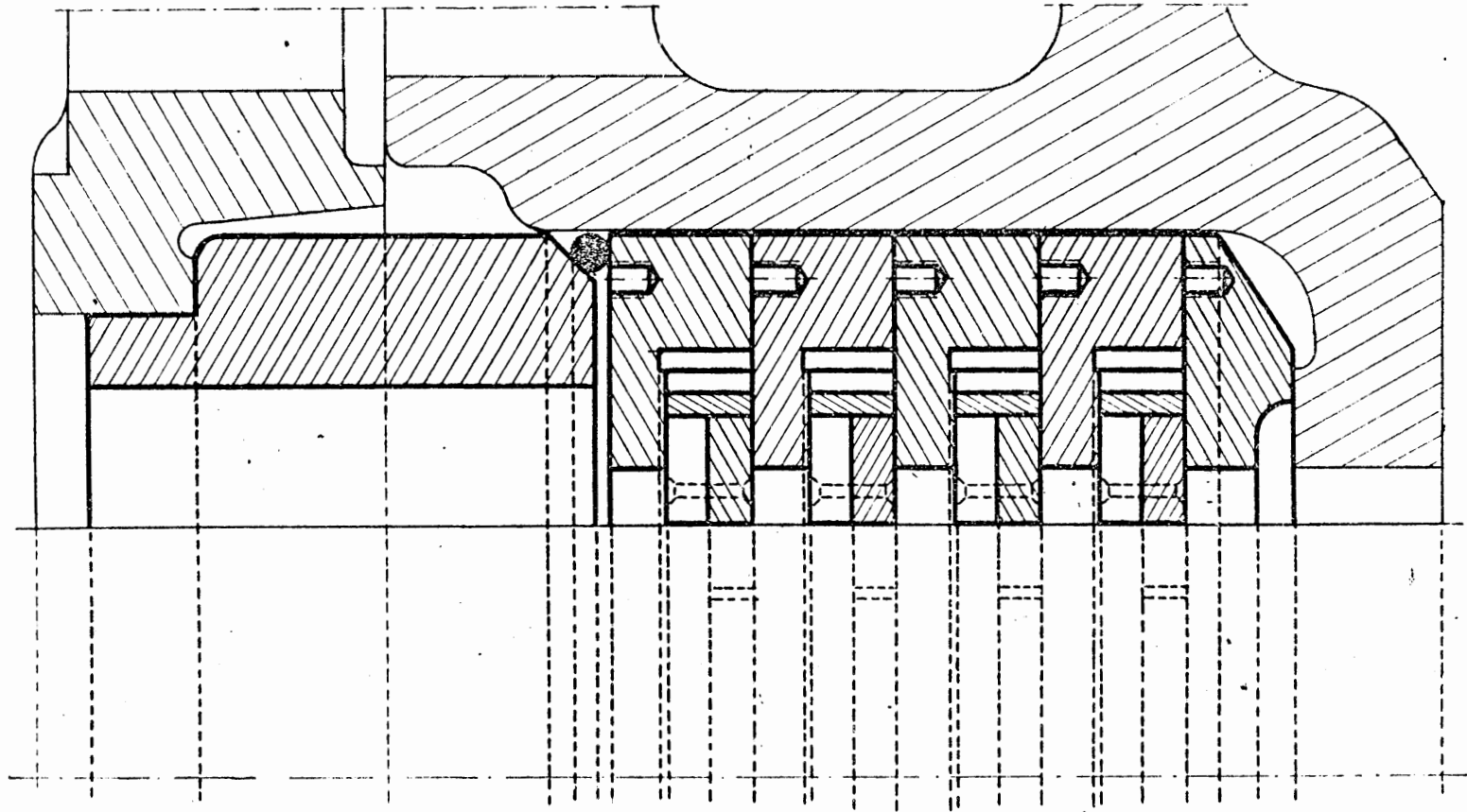


FIG.171 a

Le type « S » (*fig. 170 a*) comprend dans chacune des trois cuvettes deux segments doubles.

Chaque segment (*fig. 170 c*) est composé de deux anneaux, en fonte douce spéciale, alésés au diamètre exact de la tige : ils comportent en un point un ergot en acier destiné à les empêcher de tourner l'un par rapport à l'autre ; en outre, chaque anneau est divisé en trois pièces, par trois traits de scie de 2 m/m de large pratiqués suivant trois rayons distants de 120° ; ces coupes étant au montage, décalées de 60° et maintenues ainsi par l'ergot.

Sur chacun de ces deux anneaux se trouve un contre-segment (*fig. 170 b*) en fonte ou en laiton en deux pièces, muni d'une gorge circulaire, laquelle reçoit un ressort jarretière en fil corde à piano, permettant ainsi d'obtenir plus de souplesse du segment élastique proprement dit et plus de durée du fait que sa cote de limite d'usure est plus élevée. La *figure 170 d*, représente le montage de la garniture Garex, type T qui ne diffère du type S que par le mode d'assemblage et par le remplacement du joint en fil de cuivre entre bague avant, première cuvette extérieure et boîte par un joint extensible.

b) Garniture type Hauber (*fig. 171 a*).

Les garnitures « Hauber » sont composées d'un nombre plus ou moins grand d'éléments étanches, lesquels sont juxtaposés et logés dans la boîte à garnitures.

Chaque élément se compose de deux bagues juxtaposées N (*fig. 171 b*.) dont les faces perpendiculaires à l'axe sont rectifiées. Chacune de ces deux bagues est sectionnée en trois tronçons égaux et on obtient ainsi six parties égales rendues solidaires deux à deux (U et V par exemple), par l'intermédiaire d'un petit axe Z, formant charnière, permettant un mouvement de ciseau des deux tronçons U et V.

Deux segments O^1 et O^2 en fonte (*fig. 171 c*.) dont les sections fendues sont situées à 180° , l'une par rapport à l'autre et montées en augmentant leur diamètre encerclent les bagues N et font pression sur elles afin de les faire adhérer à la tige du piston.

Le tout est logé avec un certain jeu longitudinal et transversal, dans une cage circulaire, également en fonte et à faces rectifiées.

Ces éléments étanches ainsi constitués sont empilés les uns à la suite des autres (*fig. 171 a*) dans la boîte à garnitures, en nombre plus ou moins grand suivant la pression (quatre éléments pour 15 hectopièzes, dix éléments pour 200 hectopièzes). Une bague de butée en fonte et un joint en cuivre complètent la garniture.

Sous l'action des segments O^1 et O^2 , les différents tronçons composant les bagues N adhèrent d'une façon constante et régulière à la tige du piston, sans jamais se coincer, grâce à leur mode d'accouplement par l'intermédiaire des axes Z qui peuvent se déplacer suivant un rayon.

La pression des segments O^1 et O^2 sur les bagues N, et par suite de ces bagues sur la tige du piston, est évidemment faible tout en offrant, grâce aux sections de coupure de ces segments (lesquels sont disposés à 180° l'un par rapport à l'autre) une grande résistance à la contre-pression exercée par le fluide du centre vers l'extérieur.

c) Garniture à labyrinthe type Est (*fig. 172 a*).

Ces garnitures sont en service sur les machines type Est : 150-A, 241-A et 141-TD.

Elles sont constituées par une boîte à garniture en deux parties A et B, assemblées par chacune de leurs extrémités à l'aide de boulons C, deux pattes faisant corps avec les deux parties de la boîte étant prévues à cet effet. A l'intérieur de la boîte des segments en fonte en six parties, assemblées deux à deux par deux rivets. Ces segments doubles ne sont pas articulés.

Les trois parties du segment de petit diamètre se logent dans un évidement du grand segment (*fig. 172 b*), de telle façon que les coupes se chevauchent. La partie supérieure du grand segment est *ab* et celle correspondante du petit segment est *cd*. Les parties *ab* et *cd* sont réunies par les deux rivets *e* et *f* à tête fraisée. Les grands et petits segments ont des épaisseurs respectives de 6 m/m et 3 m/m pour les diamètres de tiges, de 45 à 40 m/m, et de 10 m/m et 4 m/m pour les diamètres de tiges de 60 à 95 m/m.

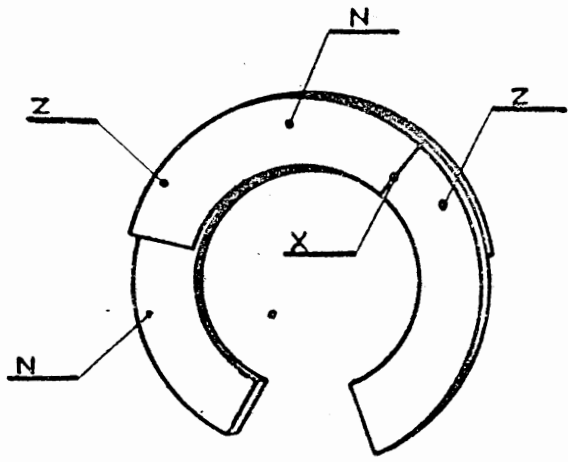


FIG. 171 b

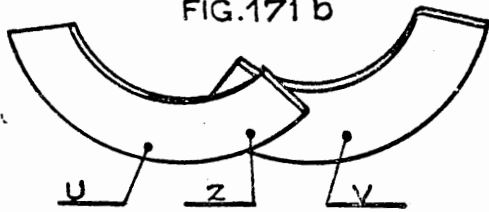


FIG. 171 c

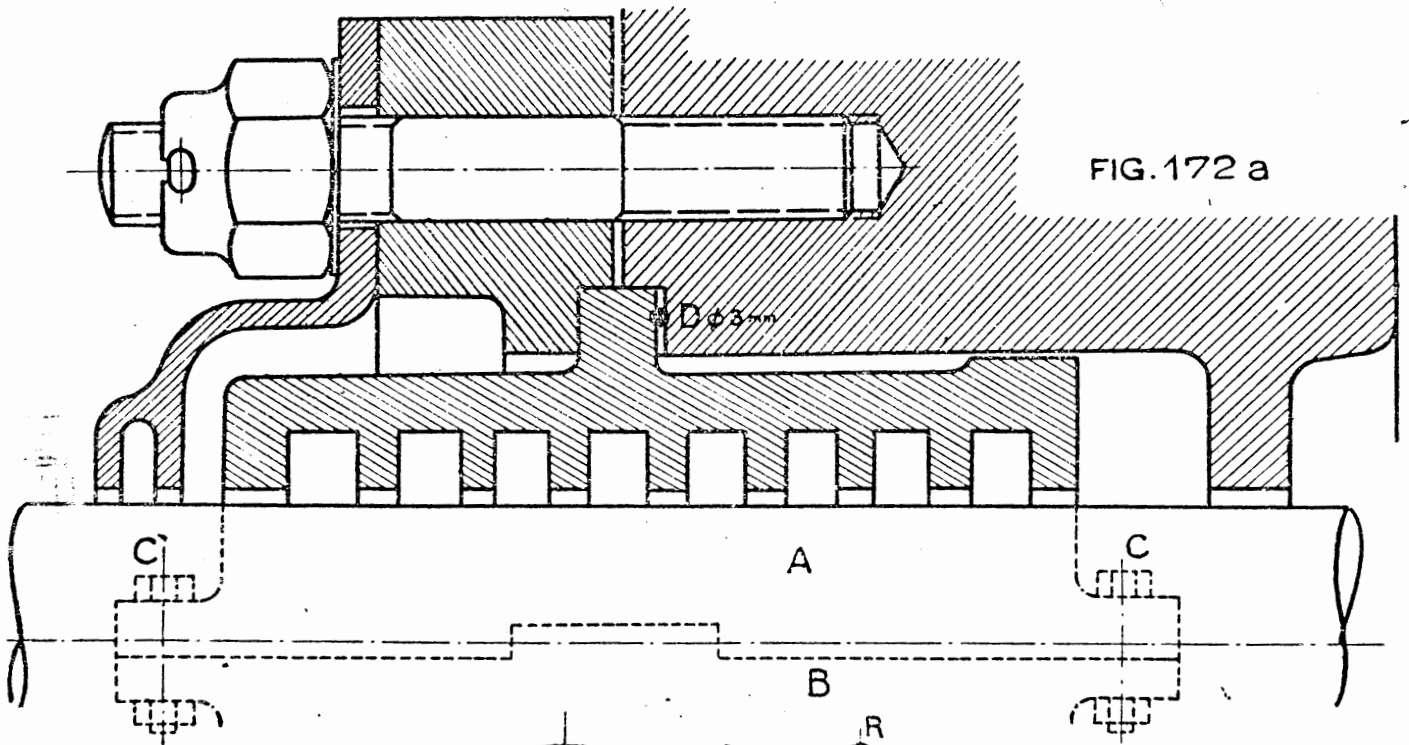


FIG. 172 a

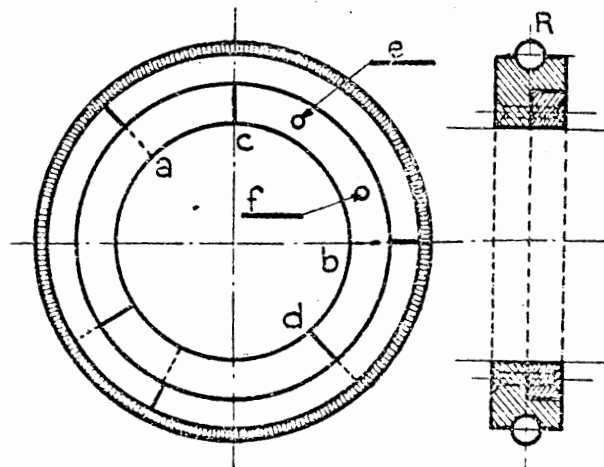


FIG. 172 b

Les segments sont alésés, avec un intervalle de 1 m/m entre les coupes, au diamètre de la tige correspondante. Montés dans la boîte à garniture, les coupes des segments sont masquées. Chaque segment monté doit se déplacer à frottement doux, sans aucun jeu dans son logement de la boîte à garniture. Un ressort jarretière R placé dans une gorge du pourtour du grand segment, assure le contact de l'ensemble avec la tige.

La boîte à garniture fait joint sur le plateau soit par un fil de cuivre de 5 m/m de diamètre placé dans une cannelure (fil dont les extrémités sont soudées ou viennent en contact très exactement), soit encore par les surfaces D ajustées sans joint de la boîte et du plateau. Elle est placée avec un jeu suffisant dans l'ouverture du fond de cylindre (pour éviter les adhérences par incrustations), les faces de contact des deux demi-boîtes étant polies. La vapeur qui entoure les deux

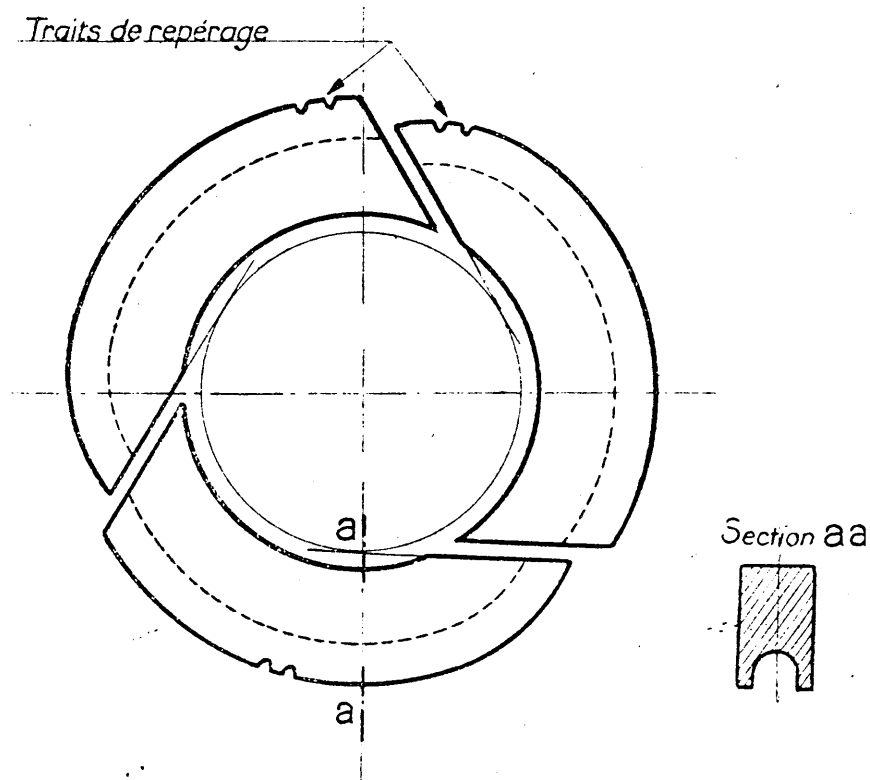


FIG. 173

demi-boîtes les appuie l'une sur l'autre car, grâce à l'étanchéité des bagues, sa pression est supérieure à celle qui règne à l'intérieur de la boîte.

Ce montage permet, sans décroiser, d'enlever l'ensemble de la boîte, même chaude, désassembler les deux demi-boîtes, enlever les incrustations d'huile carbonisée avec du pétrole et remonter ensuite très rapidement.

d) Garniture à labyrinthe unifiée type S.E.

Cette garniture ne diffère de la précédente que par les bagues-garnitures (fig. 173) en trois parties en bronze ou en fonte serrées également sur la tige par ressort-jarretière.

Pour obtenir de bons résultats avec ces différents types de garnitures avec bagues en fonte, certaines prescriptions sont indispensables :

- la tige de piston doit être rodée et parfaitement cylindrique (tolérance de 1/100 de m/m).
- les bagues doivent être parfaitement rodées.

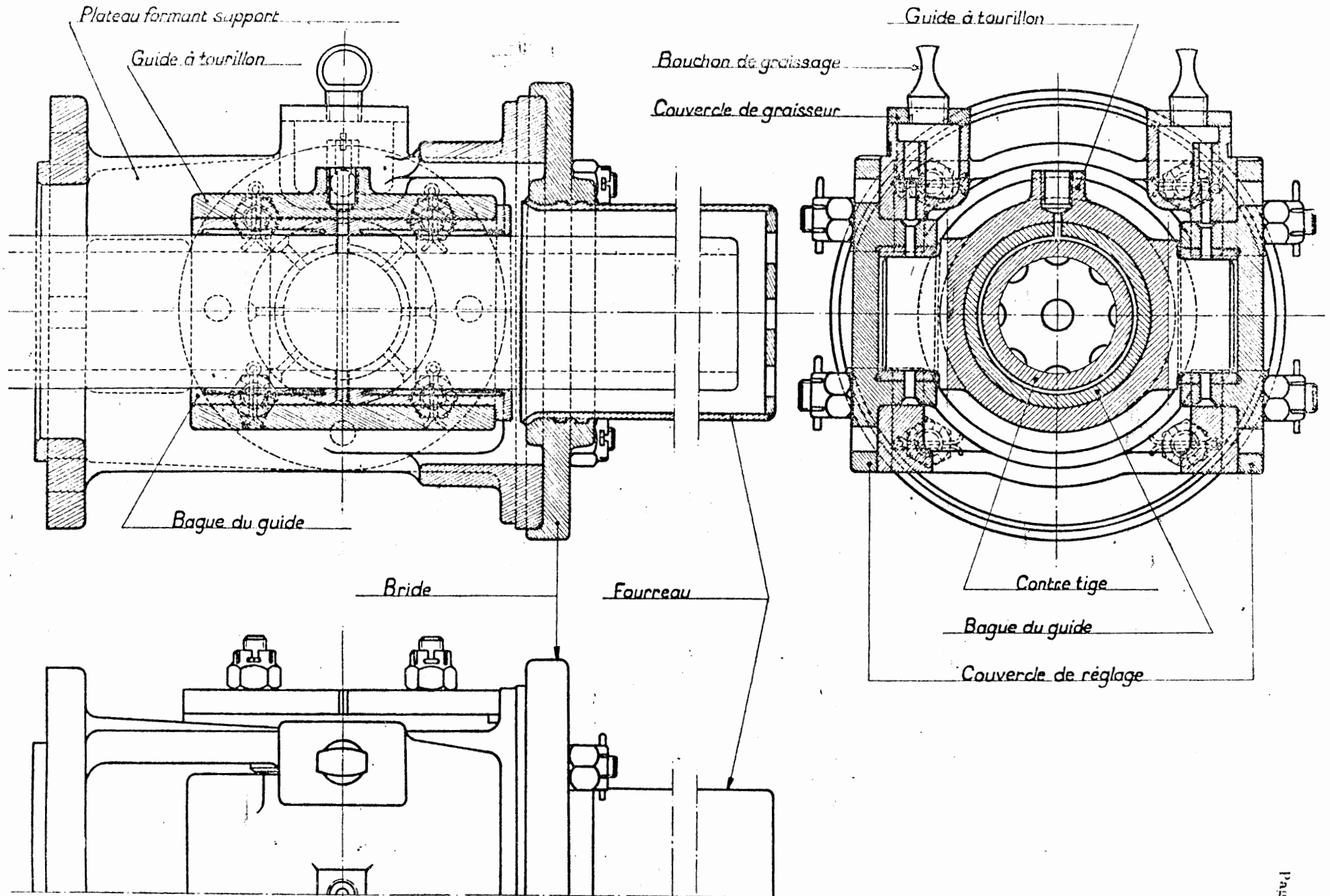


FIG. 174.

— la fonte des bagues doit être compacte, homogène, non poreuse, présenter une certaine dureté.

e) **Garniture américaine des 141 R** (fig. 173 bis).

Elle comprend deux segments, chacun en deux parties maintenues à l'intérieur d'une bague de retenue et appuyées contre la tige par un ressort et la pression de la vapeur. Alors que dans les garnitures précédentes il est indispensable que l'épaisseur des éléments de la garniture soit rigoureusement égale à la profondeur des cuvettes, si elles sont trop épaisses (garnitures Garex et Hauber) le serrage à l'empilage les empêche de jouer, si elles ne le sont pas assez (garnitures Garex, Hauber et type Est) la vapeur les contourne, cet inconvénient n'est pas à craindre avec la garniture américaine.

f) **Guides de contre-tiges de piston.**

Le dispositif le plus simple est celui représenté figure 167, mais on constate généralement des

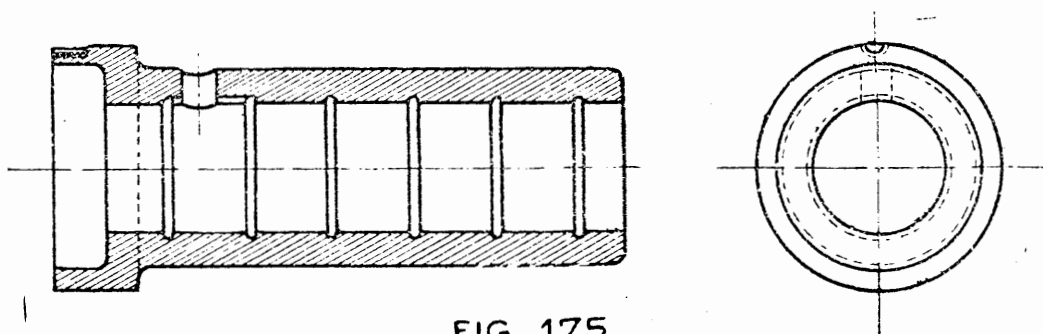


FIG. 175

usures importantes, desquelles résulte rapidement le frottement du piston sur la paroi inférieure du cylindre. Pour réduire ce risque, on a adopté sur les 141 P une disposition qui existe sur les locomotives allemandes (fig. 174). Le guide est constitué par un support réglé qui peut tourner dans un plan vertical autour de deux tourillons à la manière d'un canon sur son affût. Il s'adapte par suite à toutes les flexions possibles de la tige. On peut rattraper l'usure de ce guide en faisant tourner les plateaux porte-tourillons qui sont excentrés.

4° **Garnitures de tiges de distributeurs.**

Les garnitures de tiges de tiroirs ou de distributeurs présentent dans l'ensemble les mêmes caractéristiques que les garnitures de tiges de piston.

Avec les machines à vapeur surchauffée, dont les distributeurs admettent généralement par les arêtes intérieures, les garnitures des tiroirs, ne sont soumises qu'à la pression de la vapeur d'échappement. On peut, dans ce cas, simplifier la garniture, quand la machine est à simple expansion (fig. 166). La figure 175 représente la garniture des distributeurs des machines 230-781 à 800, 230-371 à 385, constituées par un simple fourreau alésé intérieurement au diamètre de la tige avec cannelures de détente de la vapeur.

Sur les machines compound et à surchauffe on utilise des garnitures métalliques mobiles qui n'assurent que l'étanchéité. La tige de distributeur qui comporte un coulisseau en bronze est guidée extérieurement soit par le fond arrière de la boîte à tiroir, prolongé en forme de coulisse cylindrique (150 A), soit par une coulisse rectangulaire en acier fixée à l'avant sur une patte d'attache portée par le fond arrière de la boîte à tiroir et à l'arrière sur un support en acier monté fixé sur le longeron (241-A).

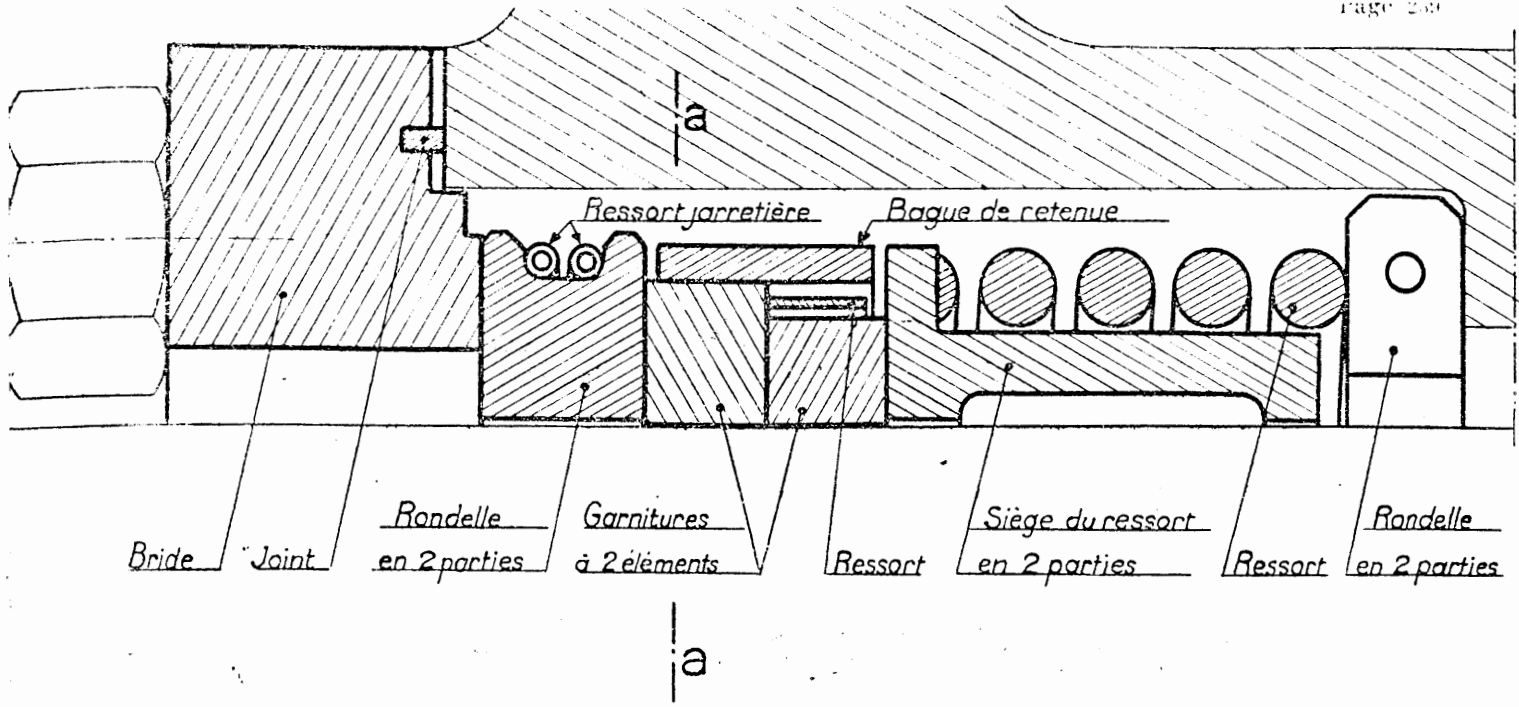
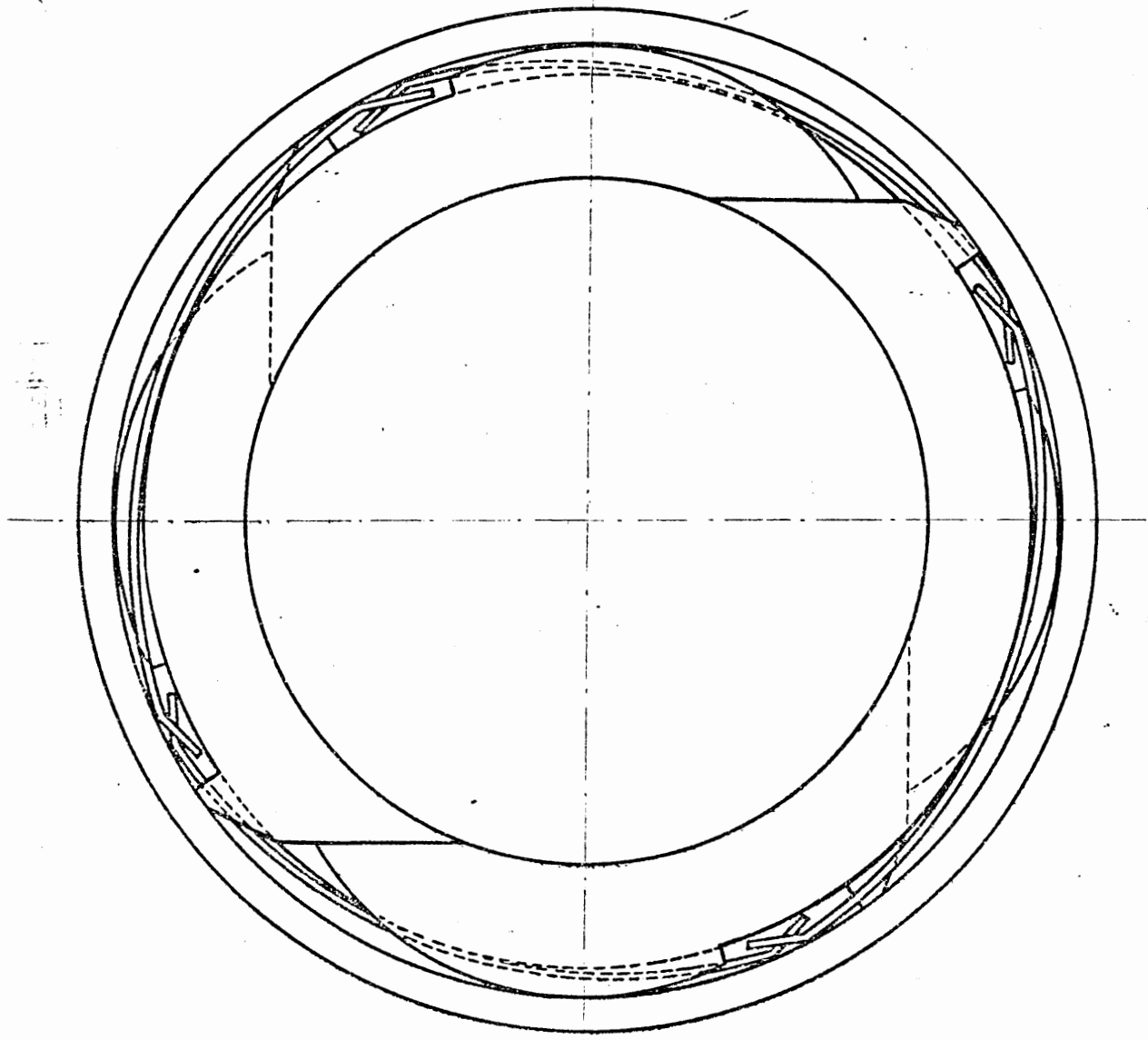


FIG. 173 bis

Coupe aa



B. — SOUPAPES DE RENTRÉE D'AIR ET BY-PASS

Nous avons vu précédemment que lorsqu'une machine marche à régulateur fermé, le vide tend à se produire :

- dans le tuyau d'admission et dans le côté du cylindre d'où le piston s'éloigne, pendant la période prévue pour l'admission ;
- dans le cylindre pendant la période de détente. Mais, lorsque commence l'échappement

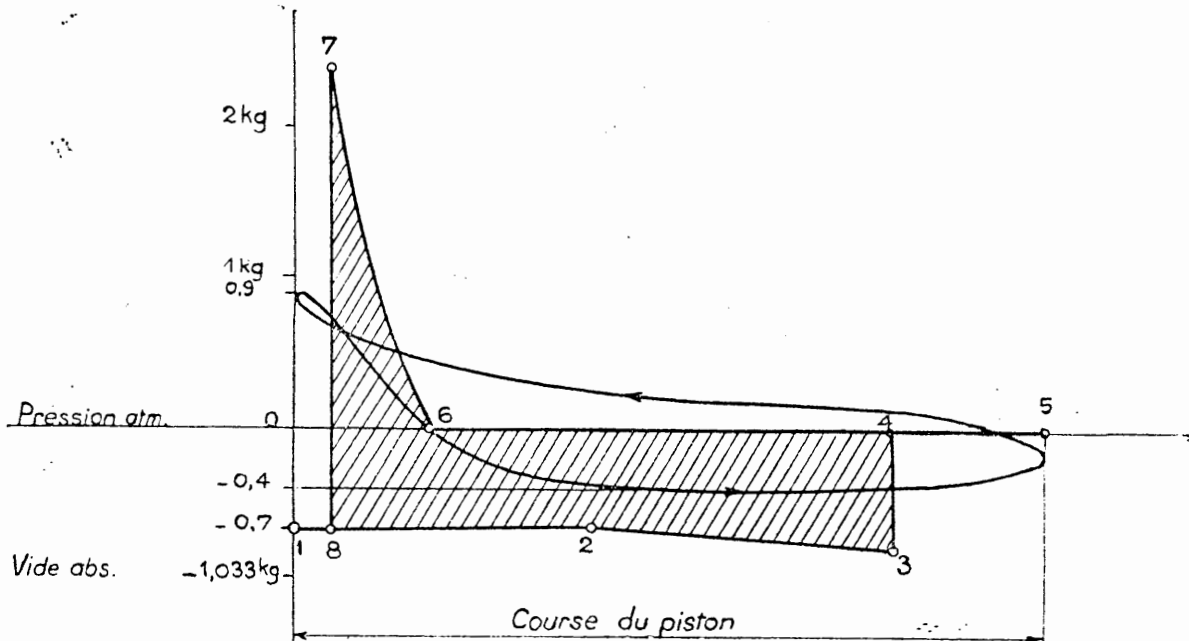


FIG. 175^{bis}

anticipé, cette partie du cylindre où un vide partiel s'est produit est mise brusquement en communication avec l'échappement et les gaz chauds de la boîte à fumée y sont aspirés. Quand le piston, arrivé à fond de course, change de sens, il refoule ces gaz pendant la période d'échappement, puis les comprime pendant la période de compression et les refoule dans le tuyau d'admission pendant la période d'admission anticipée.

Le piston, pendant une partie de sa course, a aspiré dans le tuyau d'admission en même temps qu'il comprimait dans le cylindre les gaz venus de la boîte à fumée. Un vide partiel s'est produit dans la boîte à vapeur (1). Si le tiroir est plan, les gaz sont comprimés au-dessous. Ce tiroir, qui a en dessus un vide partiel, se soulève quand la pression des gaz comprimés au-dessus devient trop importante. Il met alors l'avant et l'arrière du piston en communication entre eux et avec l'échap-

(1) La figure 175 bis représente le diagramme théorique 1, 2, 3..... 8 de l'air évoluant dans un cylindre à distributeur cylindrique sans by-pass ni soupape de rentrée d'air. La dépression limite de régime dans la boîte à vapeur qui dépend du cran de marche, du volume des conduits d'admission et des espaces morts y est par exemple de $-0,7$ kg. Le diagramme réel affecte la forme superposée au diagramme théorique ci-dessus et se trouve compris entre des pressions moins extrêmes, de $+0,9$ kg et moins $0,4$ kg par exemple. Si la machine est munie d'une soupape de rentrée d'air le diagramme réel affecte une forme beaucoup plus aplatie mais il subsiste un travail résistant. Si la machine est munie d'un by-pass de large section le diagramme réel se confond avec l'horizontale de la pression atmosphérique.

pement, ce qui redonne à la machine sa liberté d'allure. Si le tiroir est cylindrique, il ne peut se soulever comme le tiroir plan ; comme pendant une course aller et retour du piston le volume aspiré dans la boîte à vapeur est toujours supérieur au volume refoulé la locomotive fonctionne finalement comme une pompe pneumatique faisant le vide dans les conduits d'admission, elle est freinée énergiquement (dans la marche à contre-vapeur la locomotive fonctionne au contraire comme une pompe de compression refoulant l'air à la chaudière). Les gaz aspirés à la boîte à fumée sont chauds, la compression élève encore leur température, ils brûlent les matières de graissage ou provoquent la fusion des garnitures. Ils entraînent avec eux des cendres qui s'interposent entre les différents organes, détériorent le poli des surfaces et provoquent leur usure.

1 Soupapes de rentrée d'air.

a) Rôle et emploi.

Pour éviter ces inconvénients, le tiroir cylindrique ne fut à l'origine employé qu'avec la soupape de rentrée d'air. Cette soupape montée sur la partie de la boîte à vapeur en communication avec le tuyau d'admission met ce dernier en communication avec l'atmosphère dès que le vide s'y produit ou même généralement dès que le régulateur est fermé. Mais le vide continue à se produire dans le cylindre pendant la période correspondant à la détente et l'aspiration se produit encore dans l'échappement dès la période d'échappement anticipé. On a donc intérêt dans la marche à régulateur fermé à réduire le plus possible ces deux périodes en prolongeant l'admission, c'est-à-dire en allongeant la marche. Néanmoins, la marche ne doit pas être allongée dès la fermeture du régulateur, avec les distributions à tiroirs cylindriques et principalement avec les machines à surchauffe. En effet, la température élevée de la vapeur qui est admise entre les deux pistons des distributeurs dilate les faces et segments intérieurs de ces derniers. Au contraire les parties extrêmes des chemises baignées par la vapeur d'échappement sont à température beaucoup plus basse. Il s'ensuit que si on allonge brusquement la marche, les segments intérieurs se coincent dans les extrémités des chemises, provoquant l'avarie des distributeurs et même la rupture de pièces du mécanisme. Des avaries de cette nature sont surtout enregistrées quand les machines sortent de réparation, les segments de distributeurs ayant été montés trop justes. La soupape de rentrée d'air requiert dans la marche à régulateur fermé comme dans la marche à contre-vapeur l'injection d'eau à la colonne d'échappement, c'est alors de la vapeur au lieu d'air qui est aspirée et comprimée et sa température ne dépasse pas celle constatée en marche normale.

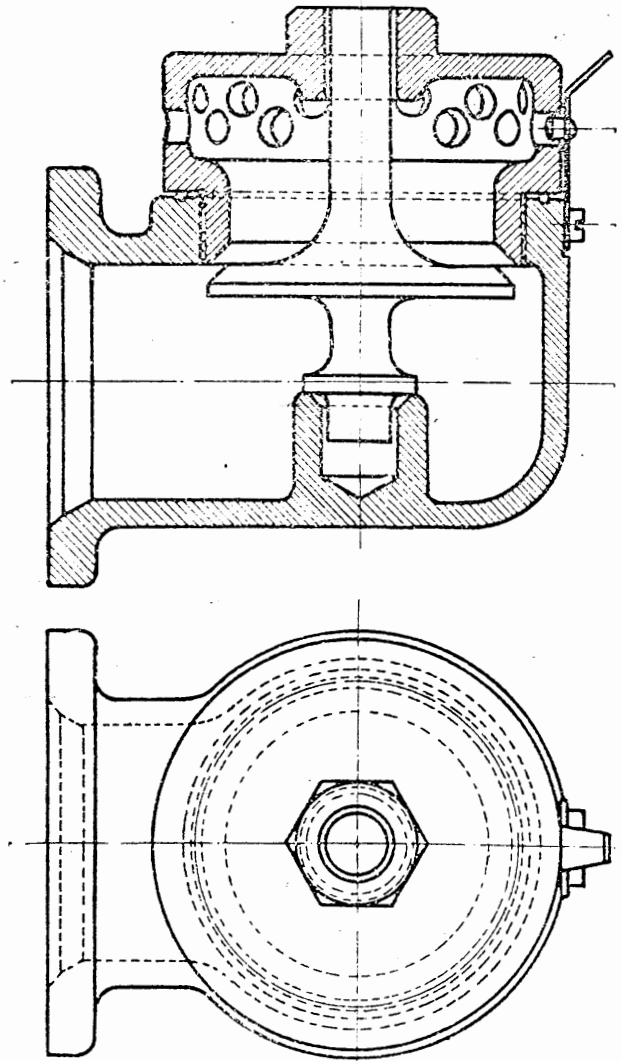


FIG. 176

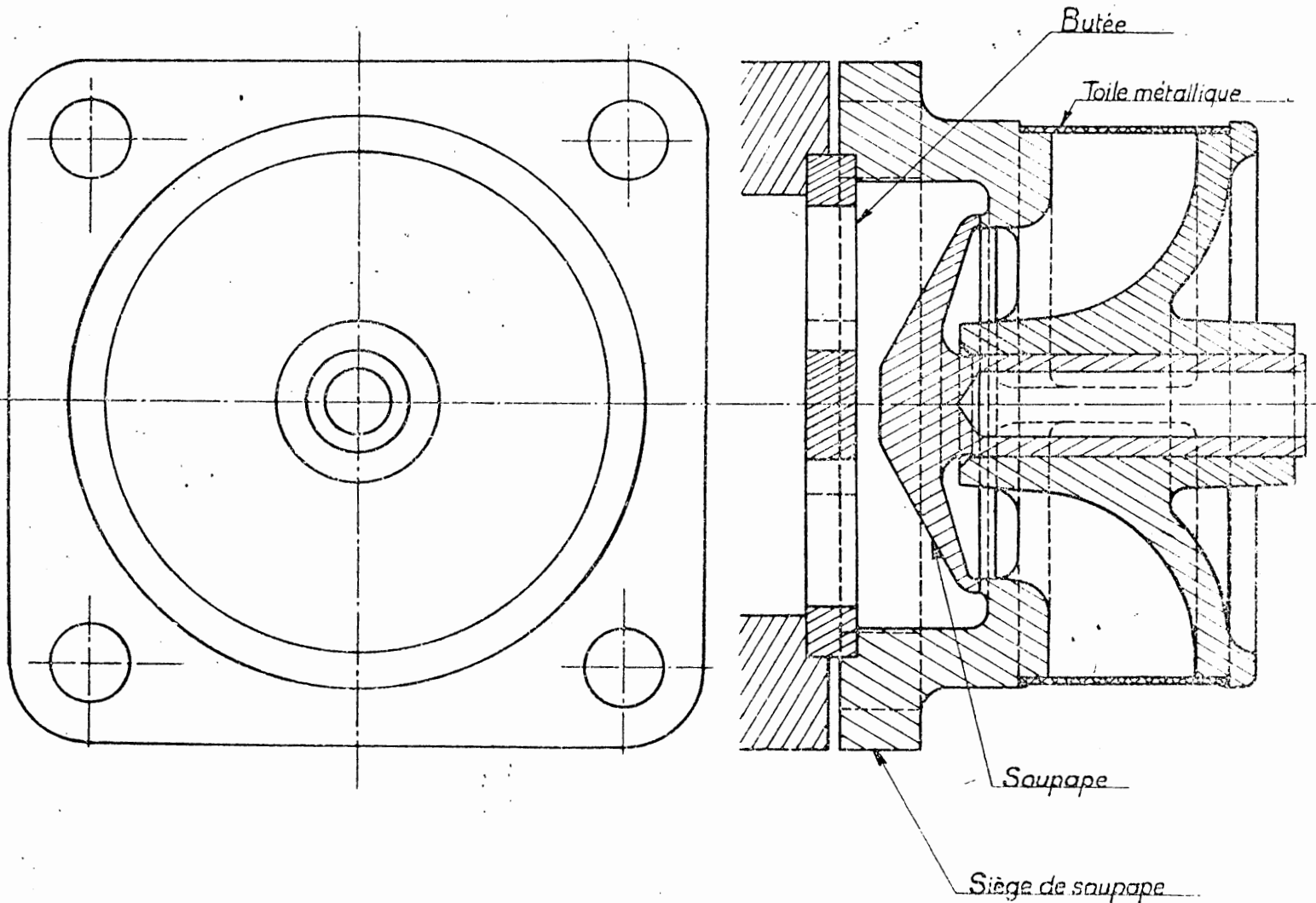


FIG. 176 bis

1
16
72

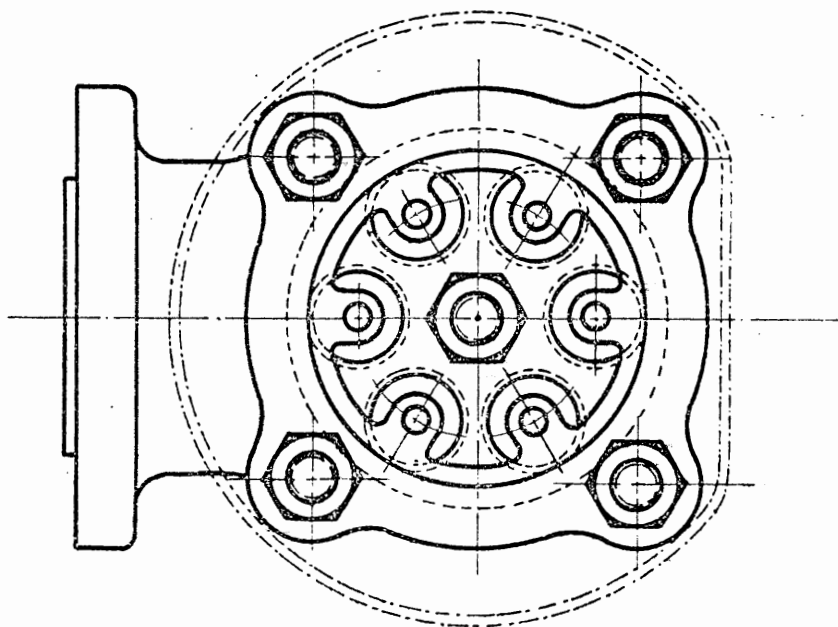
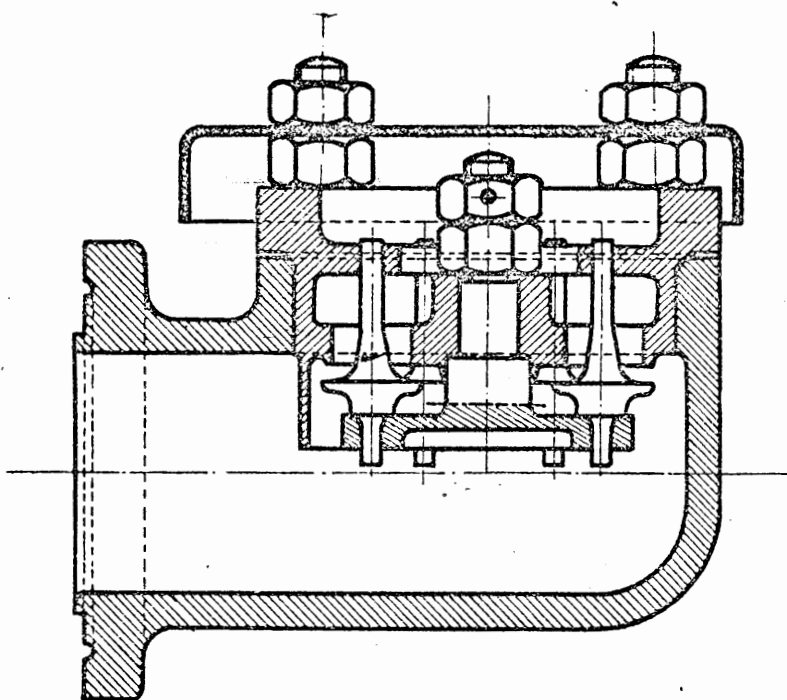


FIG. 177

b) **Soupape simple.**

La soupape généralement employée s'ouvre par son propre poids dès que le régulateur est fermé comme le montre la *figure 176*. Cette disposition n'est pas sans présenter des inconvénients, au double point de vue de l'ébranlement du siège et de la solidité du clapet en raison des chocs répétés qu'il subit. Aussi a-t-il été nécessaire de modifier les soupapes d'origine sur plusieurs séries de machines. La tige supérieure du clapet en bronze des machines 230-500 et 600 HP et BP a été renforcée à un diamètre légèrement inférieur à celui de l'autre extrémité et la hauteur de levée a été réduite à 6 m/m. La tige du clapet en acier forgé des machines américaines a été raccordée au disque par un arrondi de 13 m/m minimum. La *figure 176 bis* représente le type de soupape dont sont munis les cylindres BP des 141 P (on n'a pu faute de place prévoir un by-pass).

c) **Soupape à clapets multiples (fig. 177).**

Pour réduire l'importance des chocs et ses effets néfastes, on a imaginé des soupapes à clapets multiples dont la section totale est supérieure à celle d'un clapet simple, mais dont le poids de chaque clapet est relativement peu élevé. Si l'un de ces clapets se rompt néanmoins (défauts d'usinage angles vifs) ; ce n'est pas un obstacle à la continuation du train. Cette soupape est montée sur les machines 141-TD et 241 A. La *figure 177 bis* donne l'application à ce type de soupape d'un clapet simple de compresseur « Crépelle ». A égalité des sections de passage de la soupape annulaire double (clapet Crépelle) et de la soupape pleine (clapets multiples ordinaires), la levée du premier est environ trois fois plus faible que celle des seconds.

2° By-pass.

Le problème de la marche à régulateur fermé a reçu une solution plus satisfaisante que celle de l'emploi de la soupape de rentrée d'air, c'est celle consistant à faire communiquer de façon permanente à régulateur fermé, les deux extrémités du cylindre. Le canal d'équilibre s'appelle by-pass. En principe, le by-pass est pourvu en son milieu d'un robinet fermé pendant la marche normale (*fig. 178*).

Dans le by-pass, l'air passant librement d'un côté à l'autre du cylindre n'oppose plus de résistance au mouvement du piston.

a) **By-pass des 140-100 et 231-500.**

La *figure 179* représente le schéma du dispositif de commande des 140-100. Les clés des obturateurs sont accouplées par manchons d'entraînement à un arbre de commande D dont la rotation s'obtient par l'un des deux leviers de commande C ou E clavetés sur lui. L'ouverture des obturateurs (régulateur fermé) est obtenue par une bielle de commande A articulée d'une part au levier C et d'autre part par une chape au piston du servo-moteur à air. La fermeture des obturateurs (régulateur ouvert) est obtenue par un ressort de rappel attaché d'une part à un point fixe du chassis et d'autre part à l'extrémité du levier E. Ce dispositif mécanique de commande est doublé d'une commande manuelle extérieure par tringle T et levier B verrouillable dans trois positions. Il permet, soit d'ouvrir les obturateurs pour manœuvrer la machine froide (manque d'air pour faire fonctionner le servo-moteur), soit de les fermer (dans le cas de ressort cassé) pour continuer la remorque du train, soit le fonctionnement normal du dispositif.

La manœuvre normale du servo-moteur est conjuguée avec celle du régulateur (*fig. 180*). Le robinet à clé établit la communication du réservoir principal de la machine avec le servo-moteur de by-pass tout le temps que le régulateur reste fermé ou la supprime en évacuant simultanément à l'atmosphère l'air restant dans le cylindre par l'orifice *m*.

Le ressort de rappel est très puissant de manière à ce que le by-pass se ferme rapidement avant l'évacuation complète de l'air du servo-moteur et s'ouvre au contraire avec un léger retard afin d'éviter l'échappement brutal à l'atmosphère de toute la vapeur contenue dans la boîte à vapeur.

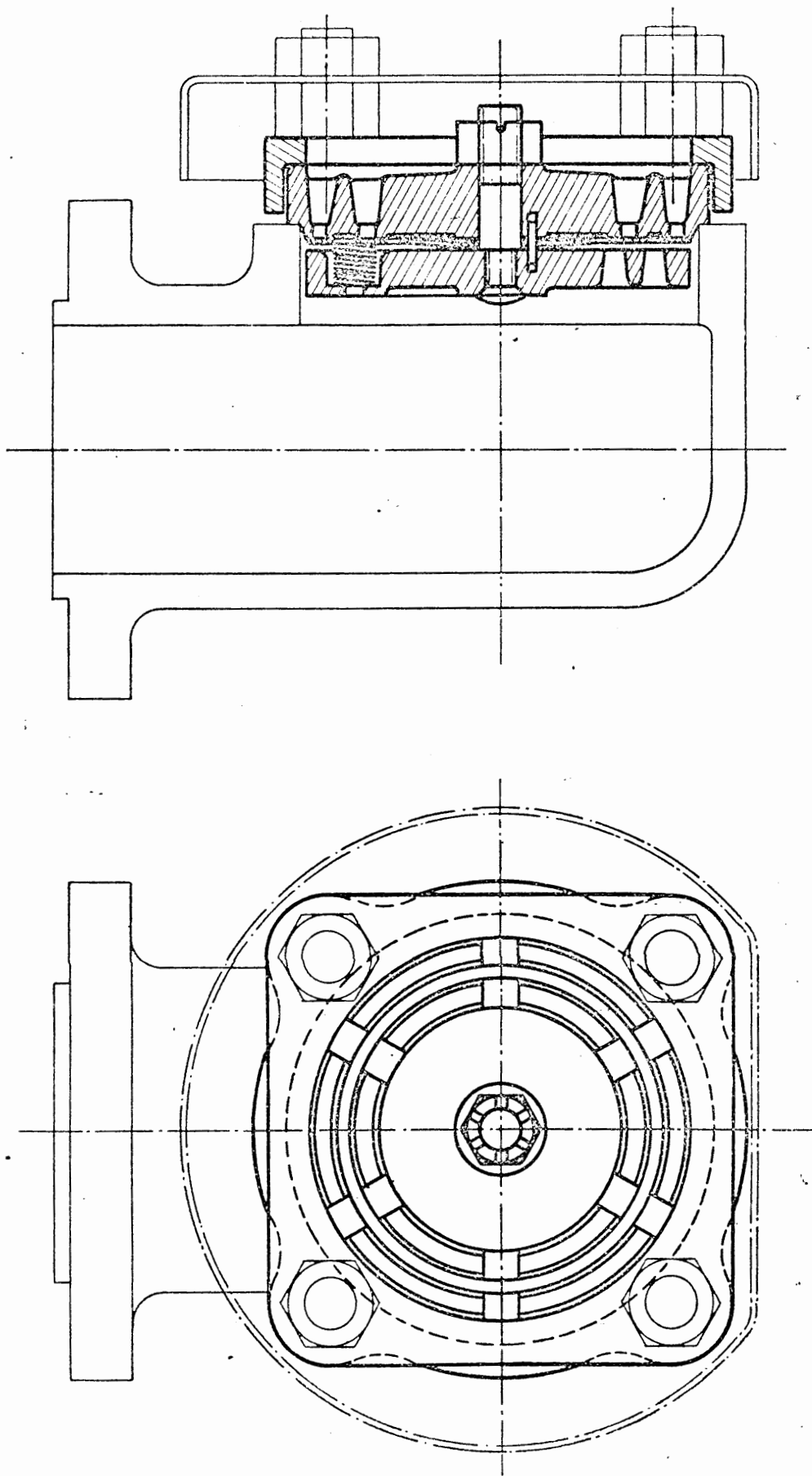


FIG. 177 bis

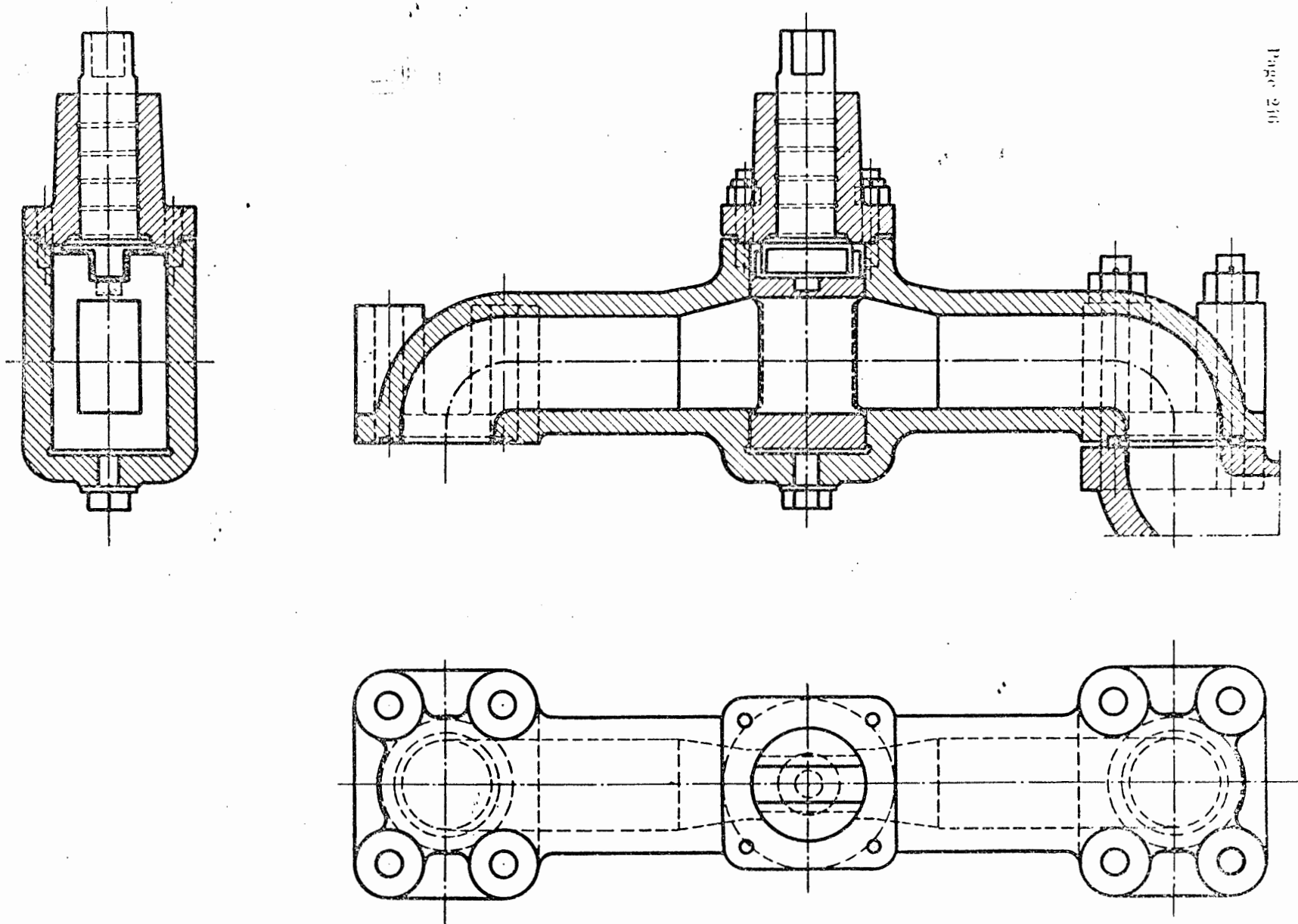


FIG. 178

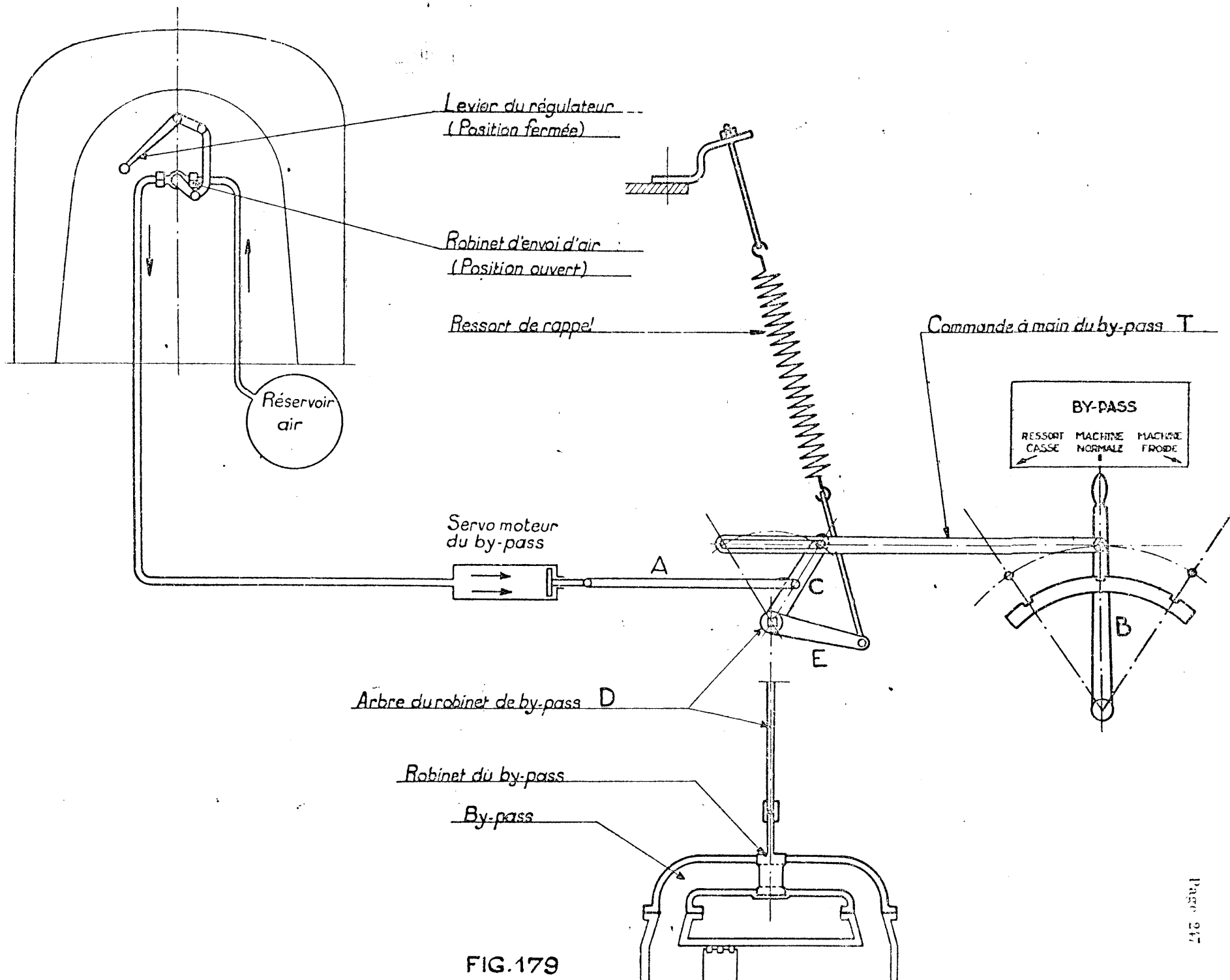
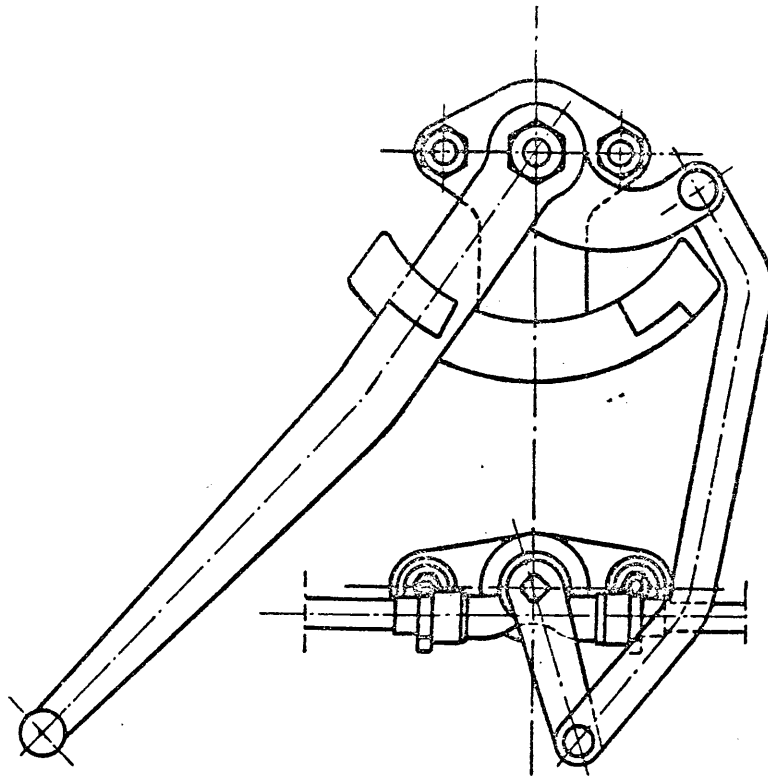


FIG. 179



Position : Régulateur fermé

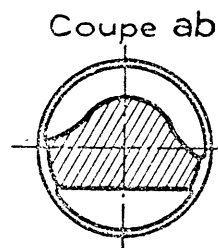
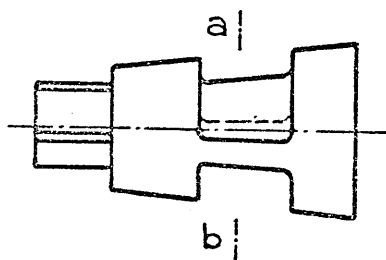
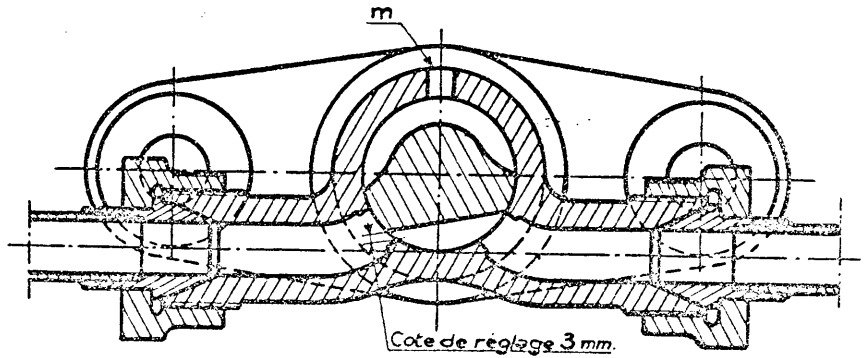
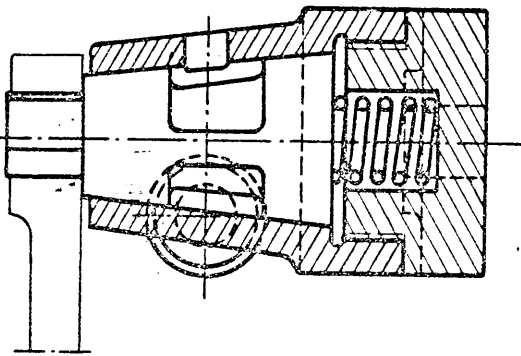


FIG. 180

La figure 182 représente le schéma du dispositif de commande du by-pass des 231-500 dont le fonctionnement est en tous points analogues à celui des 140-100.

On a préféré dans ce type de dispositif de commande automatique à air la solution dans laquelle, c'est la fermeture du régulateur qui entraîne l'envoi d'air au servo-moteur et l'ouverture

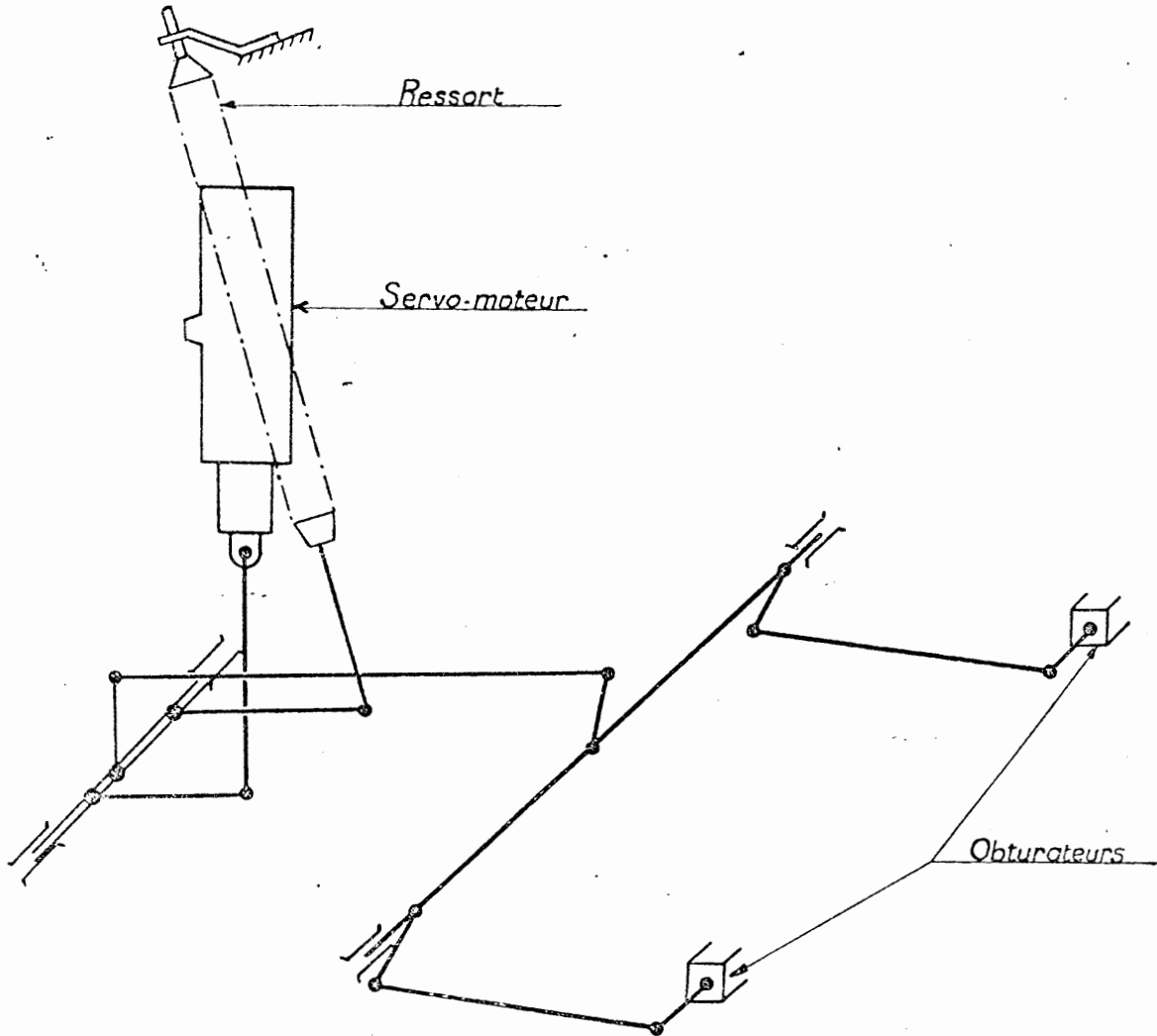


FIG. 182

des obturateurs à la solution inverse dans laquelle, c'est l'ouverture du régulateur qui entraîne l'envoi d'air et la fermeture des obturateurs, pour les raisons suivantes :

— En cas d'arrêt de la pompe à air à l'insu du mécanicien, le ressort maintient le by-pass fermé et il est possible de battre contre-vapeur pour obtenir l'arrêt du train.

— En cas de manque d'air (incident vraisemblablement plus fréquent que celui de rupture du ressort), il est possible de continuer la remorque du train sans placement préalable des robinets dans leur position de fermeture, ce qui nécessite parfois (dans le cas des 231-500 où il n'y a pas de commande manuelle) des démontages assez longs.

— La commande du robinet de prise d'air est plus facilement réglable puisque ce réglage

dépend de la position du levier du régulateur pour laquelle ce dernier est fermé et qu'elle est bien déterminée par la butée du levier.

— Le régulateur peut être facilement réglé à une ouverture très petite pour la descente des pentes car les robinets de by-pass se ferment avant que le régulateur soit ouvert. Dans la disposition inverse la commande du robinet de prise d'air qui dépendrait de la position assez variable du levier du régulateur pour laquelle ce dernier s'ouvre serait plus délicate. Trop en deçà de cette position on risquerait de maintenir le by-pass fermé à régulateur fermé, trop au-delà on risquerait de n'ouvrir le by-pass qu'en retard par rapport au régulateur.

La *figure 178* représente l'appareil d'équilibrage de pression monté sur chaque cylindre. Ce dispositif est d'ailleurs commun aux 140 A, 141-B et C, 231-500 et 230 J-781 à 800 (cylindres extérieurs). Pour qu'il n'y ait aucune erreur de montage, le carré des clés des obturateurs comporte à la place de l'une des faces une partie cylindrique ; les manivelles de commandes sont ajustées en correspondance.

La clé doit être ajustée au montage dans le boisseau de manière qu'en marche normale, à la température correspondante, elle puisse être mue très facilement. Néanmoins, à régulateur ouvert, la clé est alternativement poussée par la pression contre l'avant et l'arrière du corps de robinet, il arrive qu'elle prenne du jeu et qu'elle ne fasse plus joint contre l'orifice central de la lumière, d'où fuite de vapeur.

b) Obturateur d'équilibrage des cylindres intérieurs des 230-781 à 800 (fig. 181).

La vapeur vient du tuyau d'admission dans le conduit cylindrique C dans lequel sont montés les obturateurs à tuilots et les applique sur les orifices en communication avec les quatre extrémités des deux cylindres. Ces tuilots peuvent être tout à fait étanches, contrairement aux obturateurs à boisseaux précédents, s'ils sont au montage dressés au grattoir.

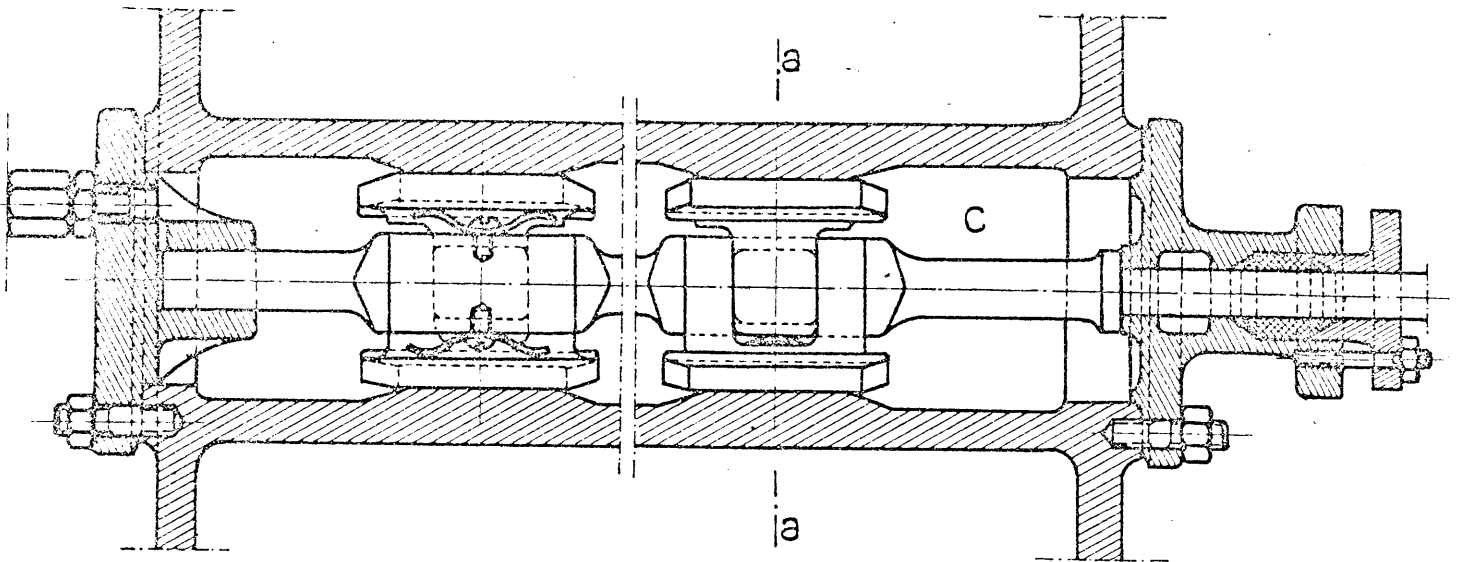
c) By-pass des 141-1 à 250.

La *figure 183* représente le schéma du dispositif automatique de commande. Dès l'ouverture du régulateur la vapeur venant par un petit tuyau du collecteur de surechauffe pousse le piston du servo-moteur. Le rappel d'origine par contre poids a été remplacé par un rappel à ressort. Ce dispositif est doublé d'une commande à main pour la fermeture du by-pass : une tringle manœuvrée de l'abri entraîne la tige de piston du servo-moteur au moyen d'une clavette emmanchée à force dans la tringle et s'engageant dans une mortaise de la tige. Comme la fermeture automatique est assez paresseuse, les dépôts ont lié ensemble les deux commandes automatiques et à main en supprimant tout jeu longitudinal de la clavette dans la mortaise de la tige. La fermeture du by-pass devenue encore un peu plus difficile nécessite généralement l'emploi de la commande à main, mais son ouverture par le rappel du ressort reste automatique.

d) By-pass des 141-P (fig. 184).

Ce système encore dénommé soupape automatique Del Papa consiste essentiellement en deux soupapes équilibrées à double siège fermant la communication entre les deux extrémités du cylindre quand la vapeur venant des boîtes à vapeur au centre de la tubulure de communication les applique sur leurs sièges. La portée contre le siège supérieur empêche une fuite par l'orifice du chapeau qui fait régner la pression atmosphérique sur la portion de la soupape ainsi isolée par ce siège supérieur. Les soupapes descendent au contraire sous la seule action de leur poids et établissent la communication quand il n'y a plus de pression dans la boîte à vapeur. Ces soupapes offrent les avantages que possèdent les tiroirs plans, elles garantissent contre les coups d'eau ou les trop fortes compressions. Leur forme particulière et leur mode de guidage rendent leur fonctionnement compatible avec l'emploi de la vapeur à haute température. Elles se laissent facilement roder et sont supérieures au point de vue étanchéité aux robinets à boisseau, à tuilots (qui sont des obturateurs à glissement) et à toute soupape à guidage horizontal. Une vis de blocage permet de paralyser rapidement les soupapes en position de fermeture s'il est nécessaire.

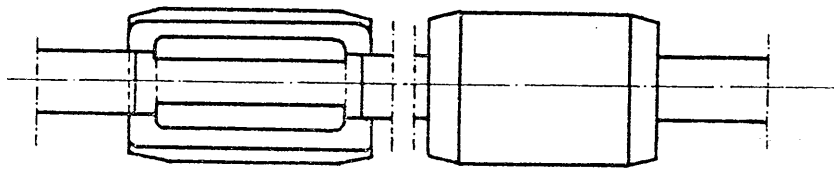
L'inconvénient de ce type de by-pass est qu'il gêne pour les manœuvres qui exigent de la précision ; dans une position défavorable de la manivelle, il faut parfois pour fermer le by-pass, une



Lumières

Libre

obturée



Coupe aa (Lumières obturées)

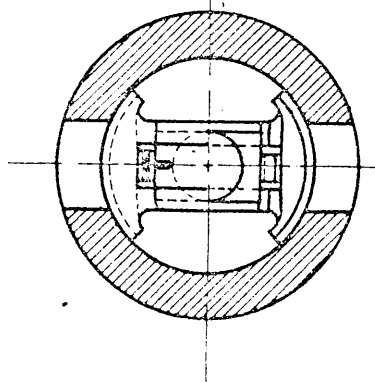
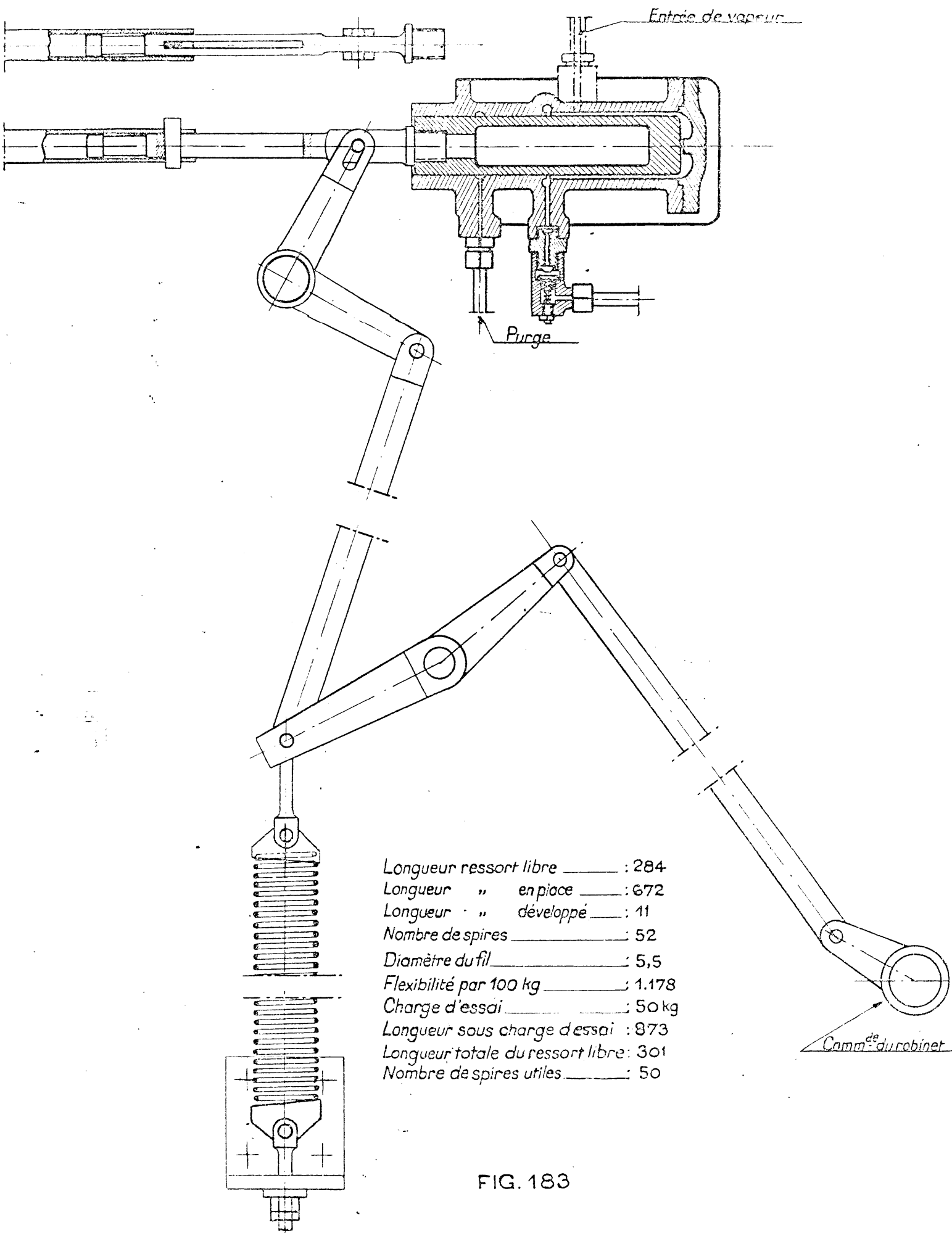


FIG. 181



- Longueur ressort libre _____ : 284
- Longueur " en pièce _____ : 672
- Longueur " développé _____ : 11
- Nombre de spires _____ : 52
- Diamètre du fil _____ : 5,5
- Flexibilité par 100 kg _____ : 1.178
- Charge d'essai _____ : 50 kg
- Longueur sous charge d'essai : 873
- Longueur totale du ressort libre : 301
- Nombre de spires utiles _____ : 50

FIG. 183

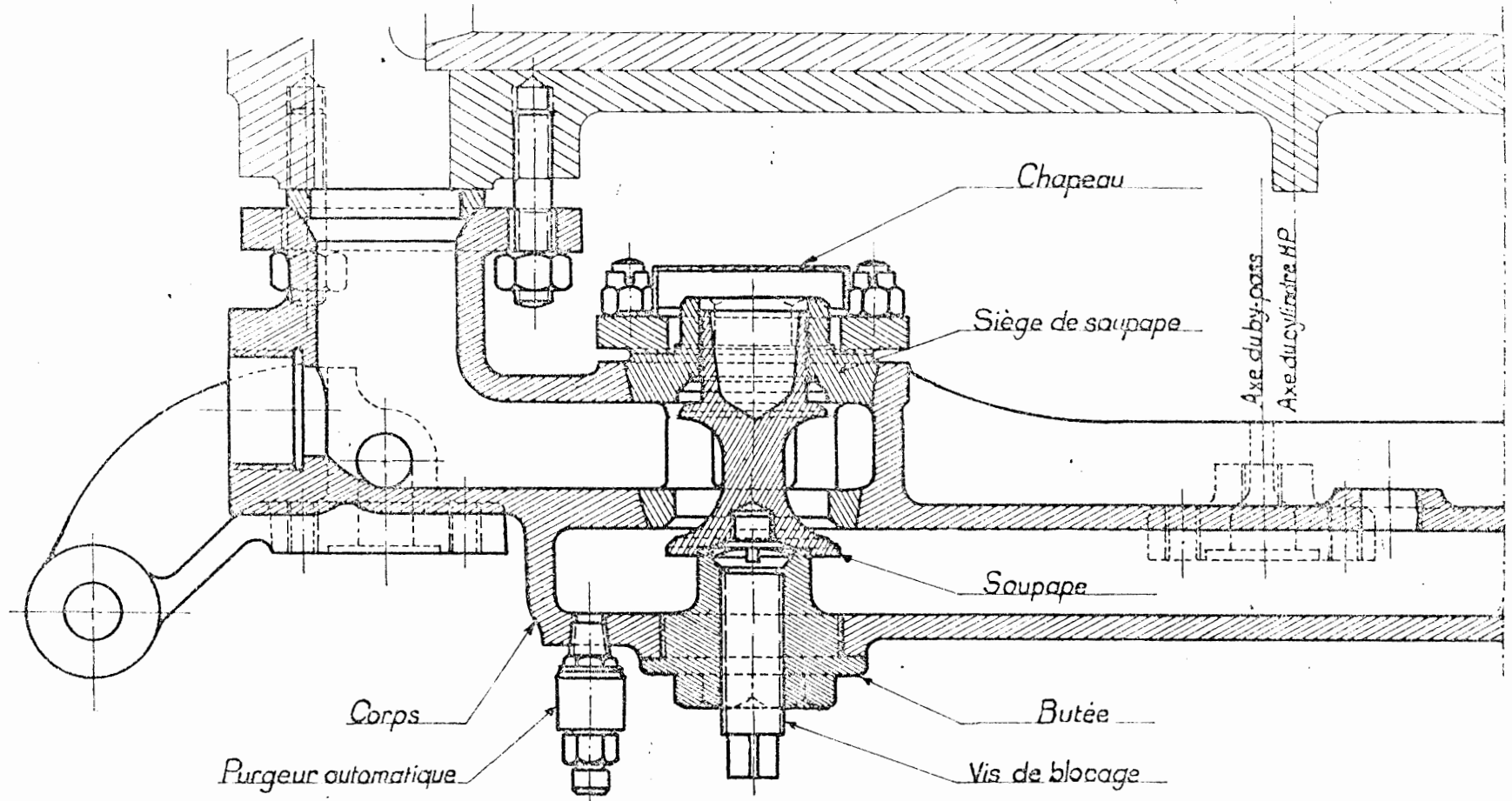


FIG. 184

pression de vapeur assez forte et souvent supérieure à celle nécessaire pour le démarrage, il en résulte que la machine dépasse le point où on voudrait l'arrêter, il faut alors fermer le régulateur et attendre que la pression s'abaisse entre le régulateur et les cylindres. D'autre part, avec une faible pression dans les boîtes à vapeur et aux petites admissions, il peut se produire des battements nuisibles à la bonne tenue en service des soupapes.

e) **By-pass des 050 TX** (fig. 185).

Ce système analogue au précédent ne comporte qu'une soupape fermant la communication entre les deux conduits d'admission et par suite entre les deux extrémités du cylindre.

La forme particulière de la soupape et son guidage paraissent être encore plus favorables que les précédents au point de vue facilité de rodage, étanchéité et risques de battement.

f) **By-pass des 141-R.**

Il comporte deux soupapes équilibrées fermant automatiquement la communication entre les deux conduits d'admission lorsqu'il y a de la vapeur dans les boîtes à vapeur. Le tuyau de communication est toujours ouvert à l'atmosphère. Cette dernière disposition présente les deux avantages suivants :

— Les soupapes jouent en même temps le rôle d'obturateurs de by-pass et de soupape de rentrée d'air. Dans la marche à régulateur fermé et à grande vitesse, du fait de la faible section de passage de l'air à travers le by-pass relativement à la section du cylindre, il se produit dans les appareils d'équilibrage déjà décrits un laminage, une différence de pression sur les deux faces du piston et par suite une faible aspiration des gaz de boîte à fumée pendant la phase d'échappement anticipé ; d'autre part, l'air contraint de passer alternativement à grande vitesse par une section réduite d'un côté à l'autre du cylindre s'échauffe. La position des soupapes sur les conduits d'admission évite au mieux l'aspiration des gaz à l'échappement et la mise à l'atmosphère du tuyau de communication permet l'aspiration directe d'air frais pour le refroidissement du cylindre.

A défaut de cette aspiration possible d'air frais, l'injection de vapeur à la colonne d'échappement resterait donc justifiée avec tout autre type de by-pass bien qu'avec une nécessité moindre que dans l'emploi de soupape de rentrée d'air.

— A régulateur ouvert, tout défaut d'étanchéité des soupapes attire immédiatement l'attention du mécanicien par une fuite de vapeur au tuyau de communication.

g) **By-pass des 231-G** (fig. 185 a et b).

Le by-pass est assuré par les soupapes de distribution. Un dispositif spécial permet, pendant la marche à régulateur fermé de maintenir ouvertes les soupapes d'échappement HP et d'admission BP. La circulation des gaz et de la vapeur de l'eau d'injection qui s'établit entre les deux groupes de cylindres supprime toute résistance à la marche. L'ouverture du by-pass HP s'effectue automatiquement à la fermeture du régulateur, celle du by-pass BP par un robinet de commande à air comprimé manœuvré par le mécanicien.

La figure 185 a. représente l'ensemble distributeur muni du dispositif formant by-pass. A cet effet, les leviers intermédiaires oscillent, en marche normale, autour d'arbres cannelés 2 et 2', ils ne sont pas ajustés dans les rainures de ces arbres et leur alésage lisse leur permet de tourner librement autour. Par contre, sur chaque arbre cannelé est calé un doigt 3 susceptible de repousser le levier intermédiaire, ce qui provoque l'ouverture de la soupape correspondante. Les deux arbres cannelés sont solidaires l'un de l'autre par les secteurs dentés 4 et 4'.

Dans la position de la figure, les soupapes fonctionnant normalement, les leviers intermédiaires ne sont influencés que par l'oscillation des cames : c'est la marche à régulateur ouvert. La position des secteurs 4 et 4' est telle que les doigts 3 ne touchent pas aux leviers intermédiaires porte-galets. Le système de by-pass fonctionne lorsque, à l'aide du levier 5 commandé par le servomoteur (fig. 185 b) dont le fonctionnement est conjugué avec la manœuvre du régulateur, les deux secteurs sont enclenchés à fond ; les doigts poussent alors les leviers et provoquent l'ouverture des soupapes correspondantes.

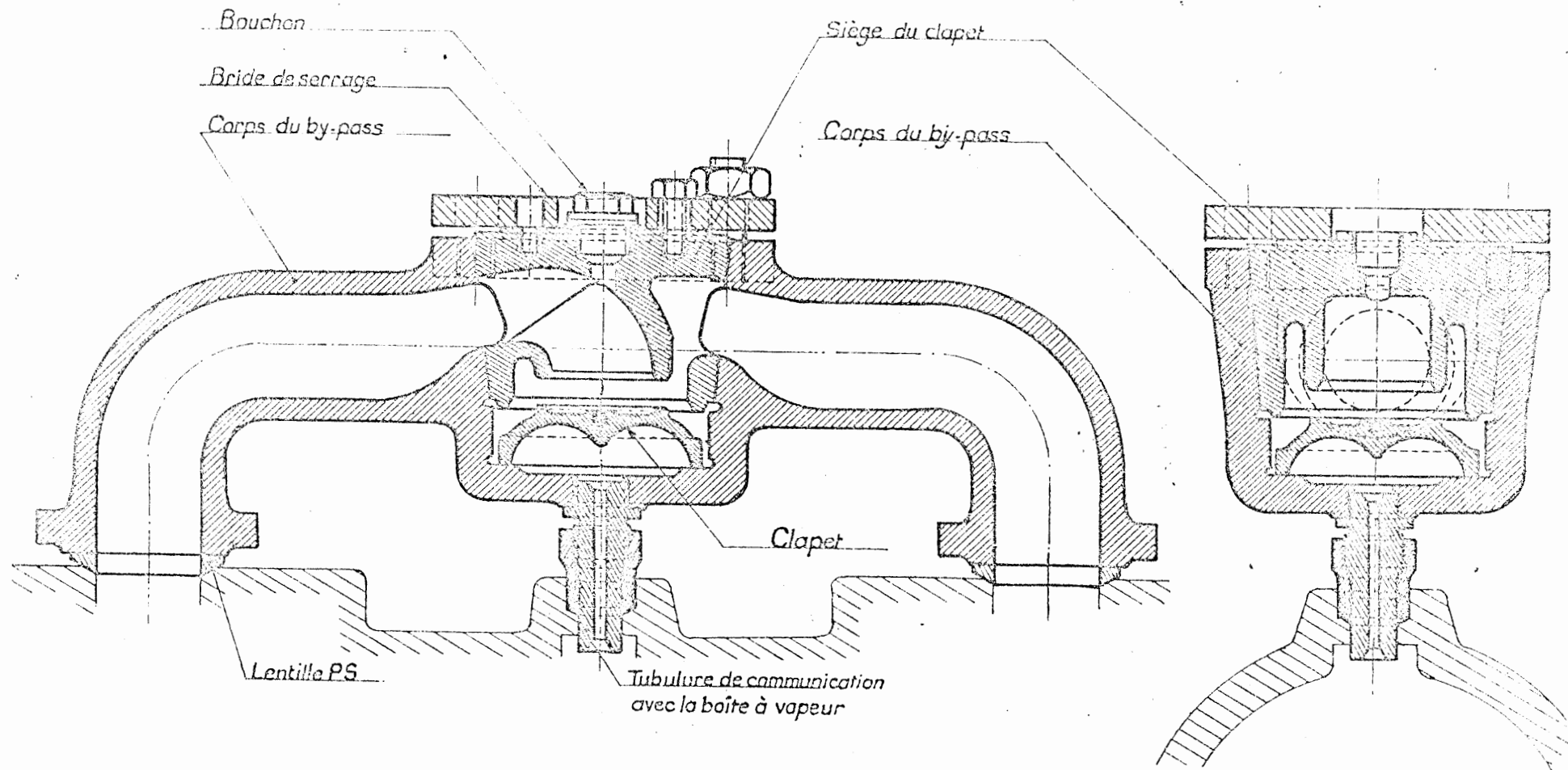


FIG. 185

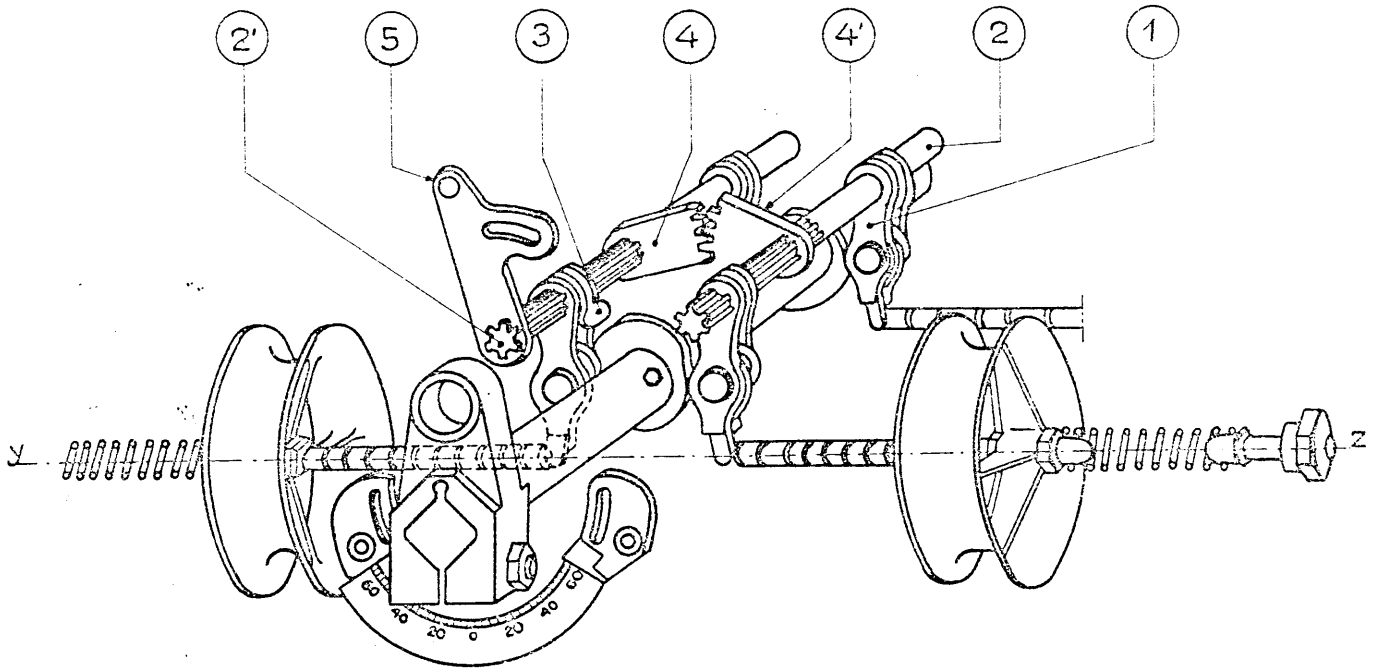


FIG. 185 a

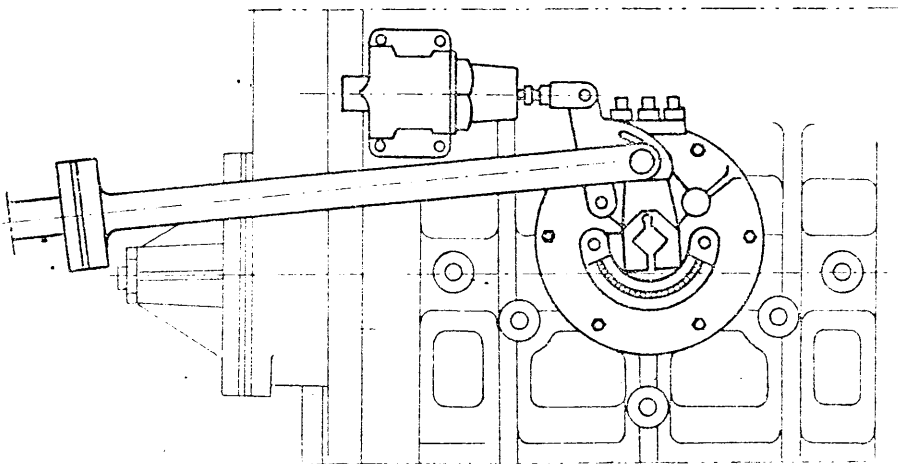
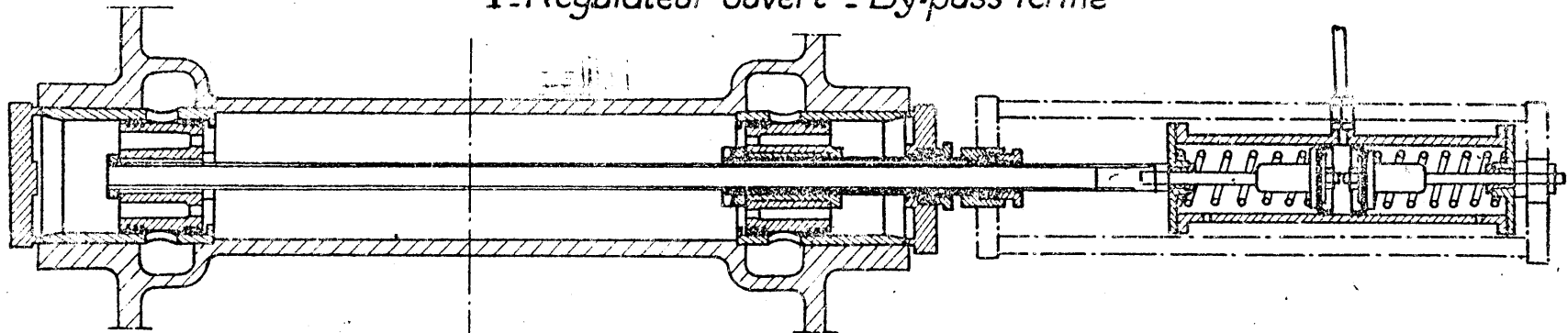


FIG. 185 b

I. Régulateur ouvert - By-pass fermé



II. Régulateur fermé - By-pass ouvert

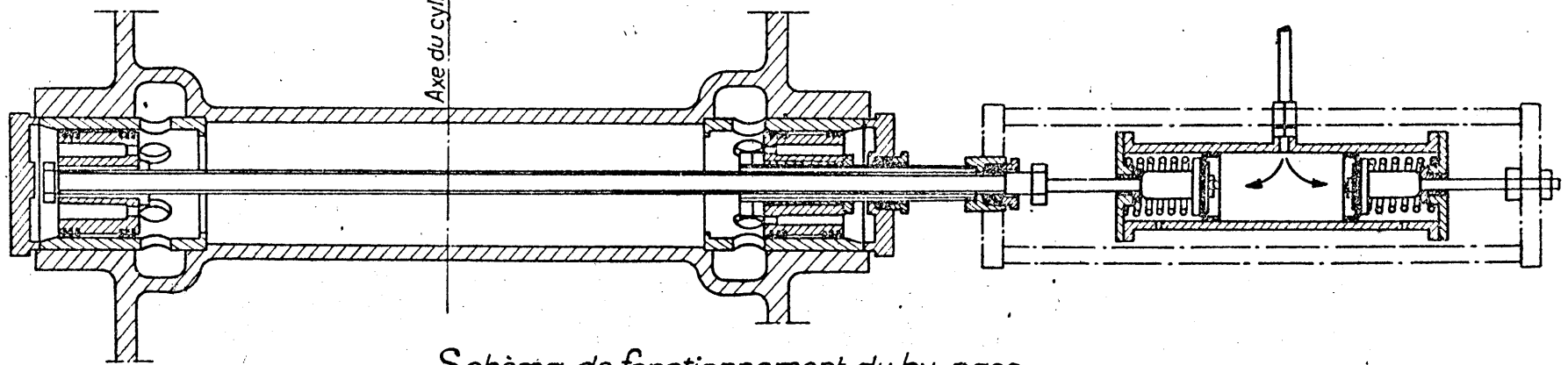


Schéma de fonctionnement du by-pass
(Régulateur fermé - By-pass ouvert)

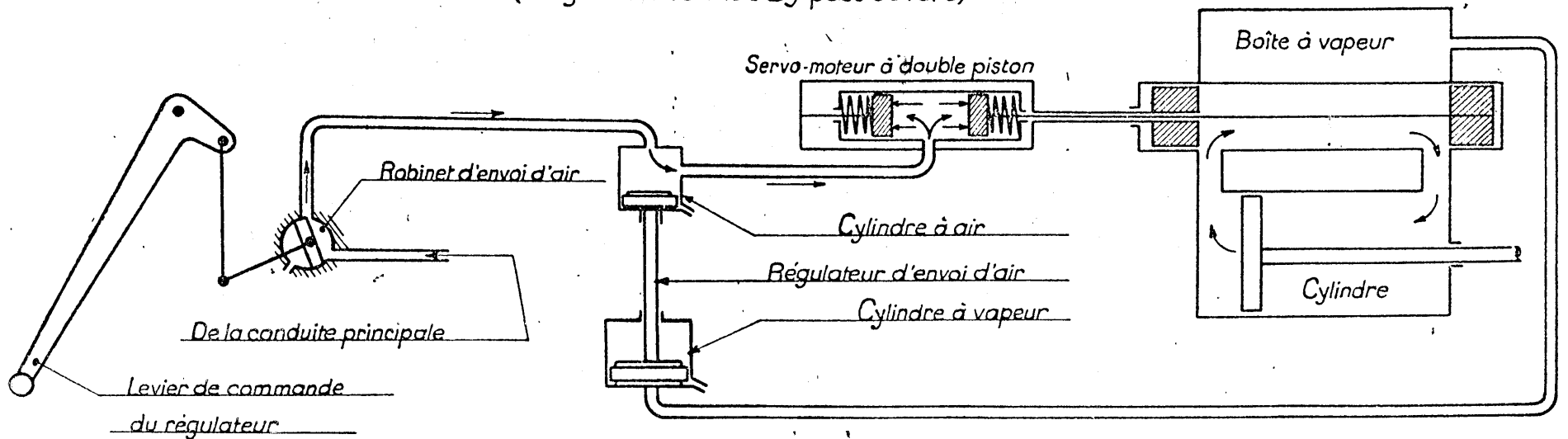


FIG. 186 a

Il y a deux avantages à utiliser les soupapes de distribution comme by-pass : d'une part, elles évitent la construction d'un conduit spécial ce qui réduit le volume de l'espace mort, d'autre part, elles établissent une beaucoup plus grande section de passage : 400 cm² contre 25 à 35 cm² dans les by-pass à robinets.

Cette dernière section qui correspond à des cylindres de 400 à 450 m/m de diamètre paraît cependant suffisante (à la vitesse maximum du piston d'environ 9 m. sec. la vitesse de l'air dans le by-pass approche alors de celle du son), puisque sur des diagrammes relevés à grande vitesse et à régulateur fermé la différence de pression sur les deux faces de piston n'est que 2 à 300 grammes aux fonds de course. La résistance à l'avancement qui subsiste est insignifiante ; par contre, la suppression totale de toute compression a l'inconvénient de ne plus atténuer les chocs dus à l'inertie des pièces non équilibrées et au développement des jeux.

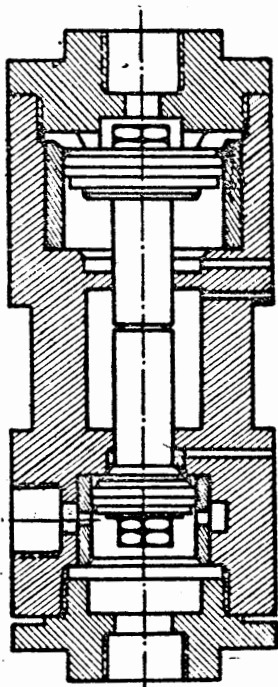


FIG. 186 c

h) By-pass de la 141 E 113.

La figure 186 a. représente le schéma général de l'installation. Le robinet de prise d'air du servo-moteur de commande est analogue à celui décrit § a. Le servo-moteur proprement dit est spécial. Afin d'éviter l'ouverture trop rapide du by-pass à la fermeture du régulateur, ce qui a l'inconvénient d'échapper rapidement à l'atmosphère toute la vapeur contenue dans la boîte à vapeur et d'arracher le feu, le fonctionnement du servo-moteur est ralenti par un régulateur d'envoi d'air. En ouvrant le régulateur le robinet d'envoi d'air se ferme. La pression qui existe dans la boîte à vapeur maintient le piston du régulateur d'envoi d'air en position supérieure. L'action du ressort du servo-moteur maintient le by-pass fermé. En fermant le régulateur le robinet d'envoi d'air s'ouvre, mais le régulateur d'envoi d'air ne libère le passage de l'air vers le servo-moteur que lorsque la pression dans la boîte à vapeur est descendue à 3,5 kg.cm². A ce moment, le piston du régulateur d'envoi d'air descend, l'effort sur le piston à air ($s \times 7$) devenant supérieur à l'effort sous le piston vapeur ($S \times 3,5$). L'air s'achemine vers le servo-moteur et comprimant le ressort ouvre le by-pass. Le régulateur d'envoi d'air (fig. 186 c) est placé sous l'abri et peut être isolé.

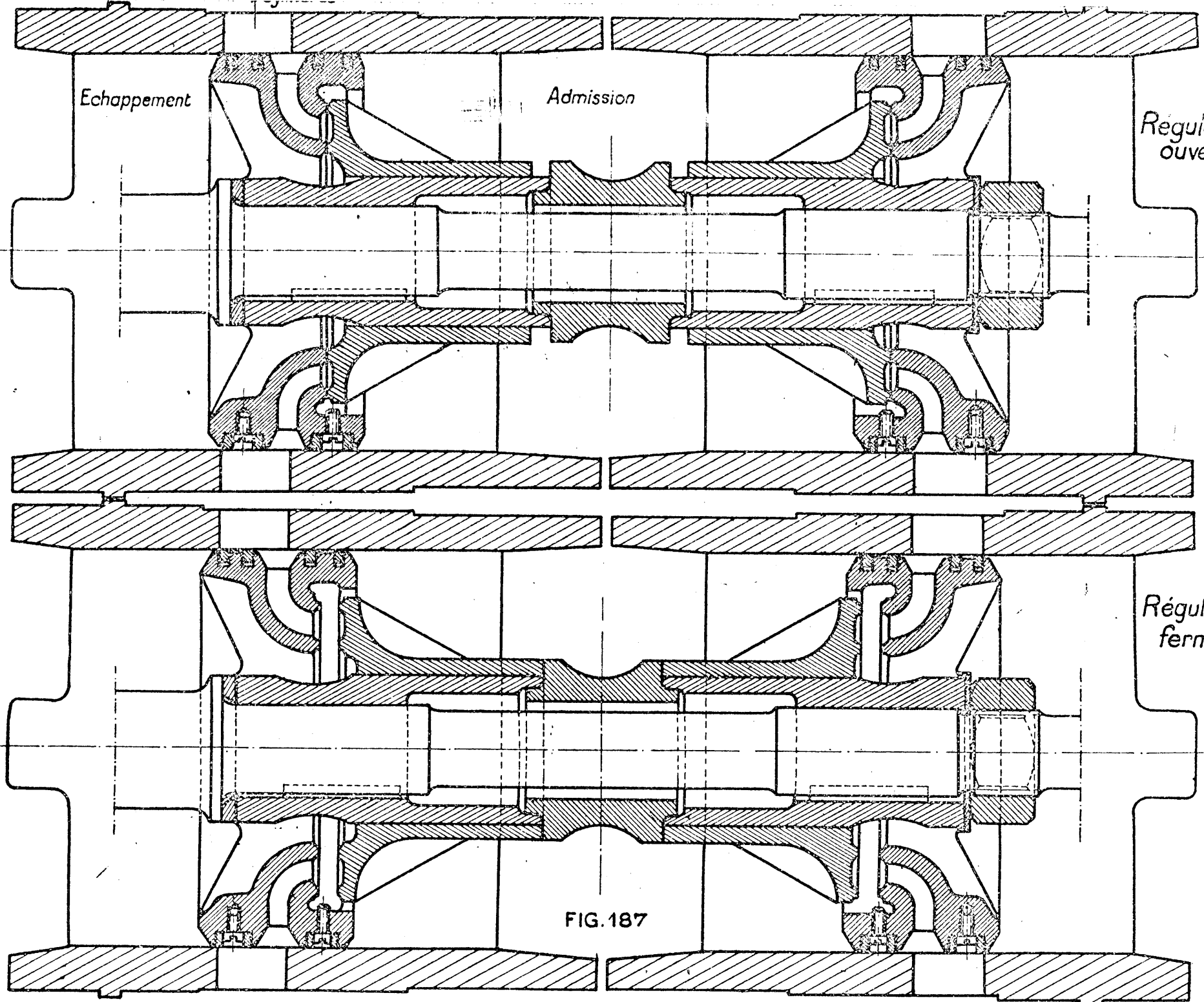
Les deux pistons du servo-moteur entraînent chacun un piston-valve venant assurer l'intercommunication des conduits d'admission avant et arrière du cylindre (by-pass ouvert) ou la supprimer.

i) By-pass des 040 TX.

La figure 187 représente le distributeur cylindrique constitué des deux souches et d'une virole intermédiaire, le tout étant monté par empilage sur la tige. Sur la partie cylindrique centrale de chaque corps de souche peut coulisser sur 11 m/m une douille ajustée de faible poids ; ces douilles viennent buter soit contre la virole intermédiaire soit contre les souches, en faisant joint étanche sur ces dernières.

A régulateur ouvert, la vapeur d'admission maintient les douilles appliquées contre les souches à segments. Le distributeur fonctionne alors comme un distributeur classique.

A régulateur fermé, les douilles ne sont plus soumises à la pression d'application de vapeur ; le mouvement du distributeur a tendance à les appuyer alternativement sur la souche puis sur la virole centrale, le changement de portée se faisant à fond de course. Lorsque la douille n'est plus appliquée sur la souche la communication est établie entre le fond de cylindre correspondant et les conduits d'admission et d'échappement. La position et la largeur de l'orifice sur la souche sont tels que cette communication puisse être établie avant la fermeture de l'échappement et durer au moins le temps de la phase de compression ; durant laquelle la douille est normalement appliquée sur la virole intermédiaire par son inertie. Pendant la phase de détente par contre, la douille peut être appliquée contre la souche par son inertie, le vide relatif du cylindre ayant tendance à l'y maintenir. Ce dispositif ne supprime donc, ni l'effort résistant provenant de la phase de détente (d'autant plus grand que la marche est raccourcie) ni l'aspiration des gaz de la boîte à



Echappement

Admission

Régulateur ouvert

Régulateur fermé

FIG. 187

fumée au début de la phase d'avance à l'échappement. Il fonctionne comme un by-pass discontinu en présentant les mêmes inconvénients que la soupape de rentrée d'air. C'est probablement en raison de sa très grande simplicité qu'il a été appliqué aux machines de manœuvre (1).

C. — APPAREIL DE DÉMARRAGE DES MACHINES COMPOUND

Beaucoup de systèmes différents ont été utilisés sur les locomotives compound à deux cylindres (2) ; ils sont tous abandonnés.

Le démarrage rapide et sûr des machines compound à quatre cylindres se fait en isolant les cylindres HP des cylindres BP et en envoyant la vapeur directement de la chaudière dans le réservoir intermédiaire BP. Les deux groupes de cylindres fonctionnent alors en simple expansion.

Les obturateurs de dérivation rendent possible cette manœuvre en coupant la communication entre les deux groupes de cylindres et en mettant l'échappement HP en communication directe avec la colonne d'échappement.

Généralement, cet obturateur est commandé par un servo-moteur à air comprimé qui exige à son tour, pour son alimentation l'emploi d'un robinet à trois directions placé à portée du mécanicien.

1° Obturateurs de dérivation.

Chaque obturateur n'est en principe qu'un robinet à trois voies disposé sur le conduit reliant l'échappement des cylindres HP au RI. Il peut occuper deux positions : dans l'une la communication est établie entre les deux groupes de cylindres, dans l'autre, les cylindres HP sont mis en communication avec l'atmosphère et l'orifice du RI fermé.

Trois types d'appareils déjà anciens sont utilisés sur les locomotives de la Région.

a) Robinet à boisseau à axe vertical (220-500-230-101 à 320).

La *figure 187 a.* représente le schéma d'ensemble du dispositif de commande.

La *figure 187 b.* représente l'obturateur. La boîte en fonte est fixée au longeron par une bride boulonnée servant en même temps à l'assemblage avec le conduit vers le RI qui traverse le longeron. La clé évidée en fonte est cylindrique et ajustée avec un léger jeu, car elle se dilate plus que le corps, soumis à l'action refroidissante de l'air. Ce jeu nécessaire ne nuit pas à l'étanchéité en compound, car la clé est appuyée par la pression de la vapeur contre l'orifice d'échappement direct par contre, en non compound la pression de vapeur du RI tend à pousser la clé et il en résulte une légère fuite vers l'échappement, elle a d'ailleurs peu d'importance en raison de l'emploi très restreint de la marche en non compound.

b) Robinets à tuijets (32-500, 230-521 à 705).

La *figure 188 a.* représente le schéma d'ensemble du dispositif de commande dans la position des tuijets pour la marche en compound et la *figure 188 b.* leur position dans la marche en non com-

(1) Il est recommandé :

— au démarrage, le changement de marche étant à fond de course, d'ouvrir pour commencer lentement le régulateur afin que les douilles-clapets puissent se fermer sans à coup sous une pression d'environ 0,5 à 1 hpz dans la boîte à tiroir.

— pour rouvrir le régulateur sur une locomotive en marche de ramener d'abord le changement de marche au point mort. de rechercher pratiquement, à régulateur fermé à quel cran d'admission le meilleur équilibrage de pression est acquis.

(2) Voir « traité pratique de la machine locomotive », de M. Demoulin, tome II.

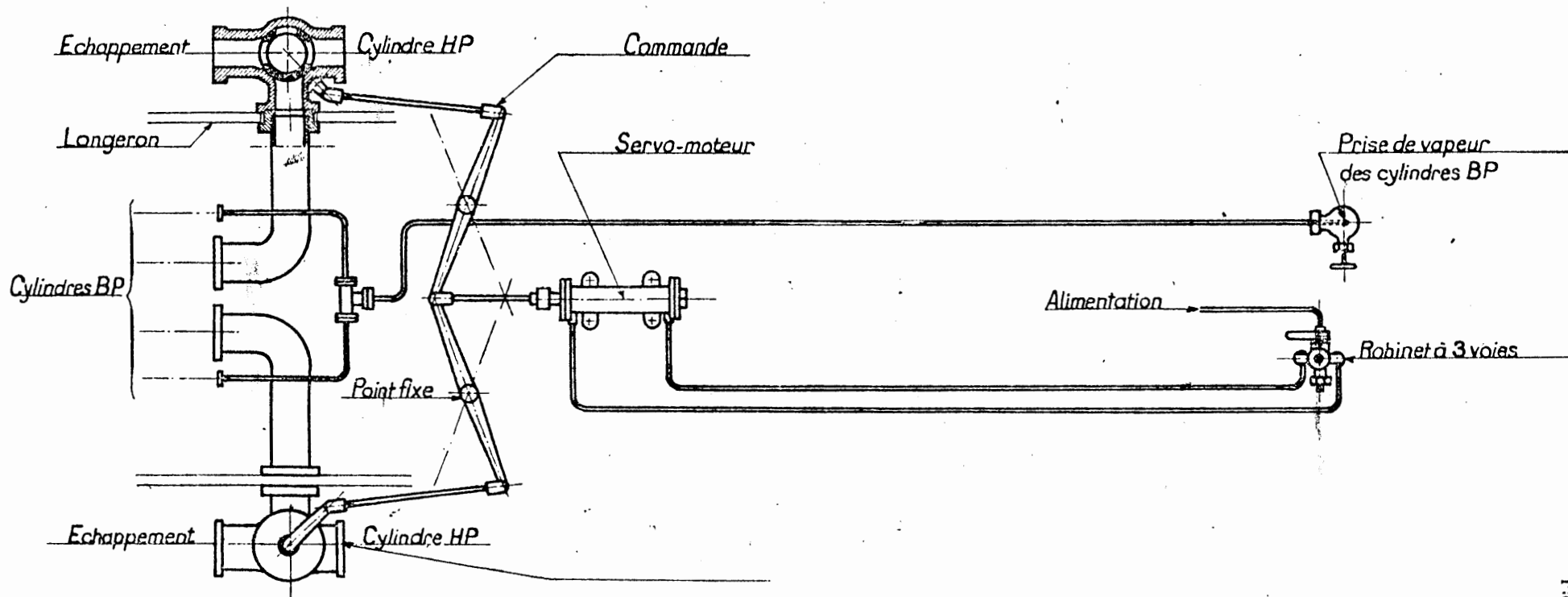
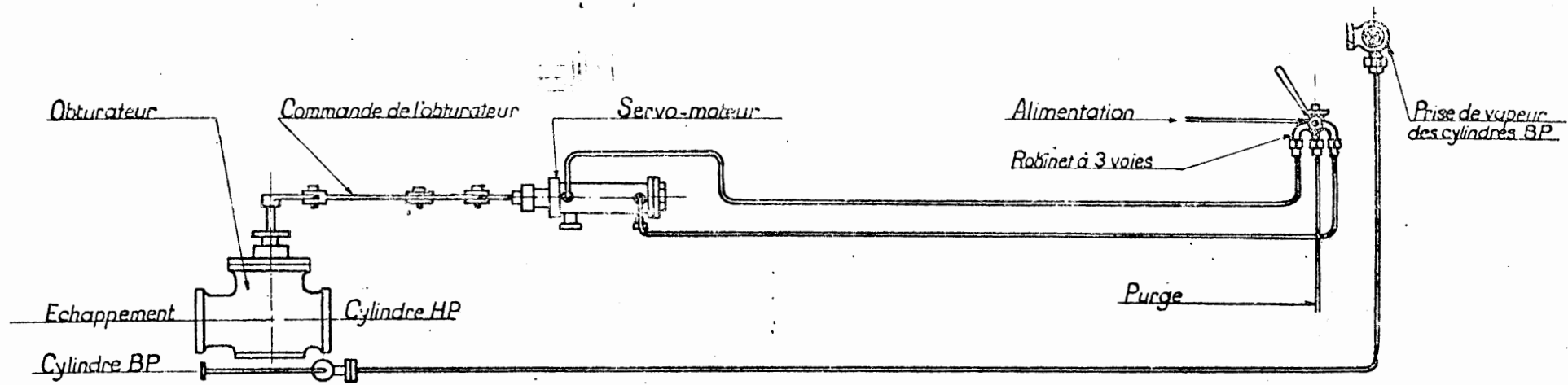


FIG. 187 a

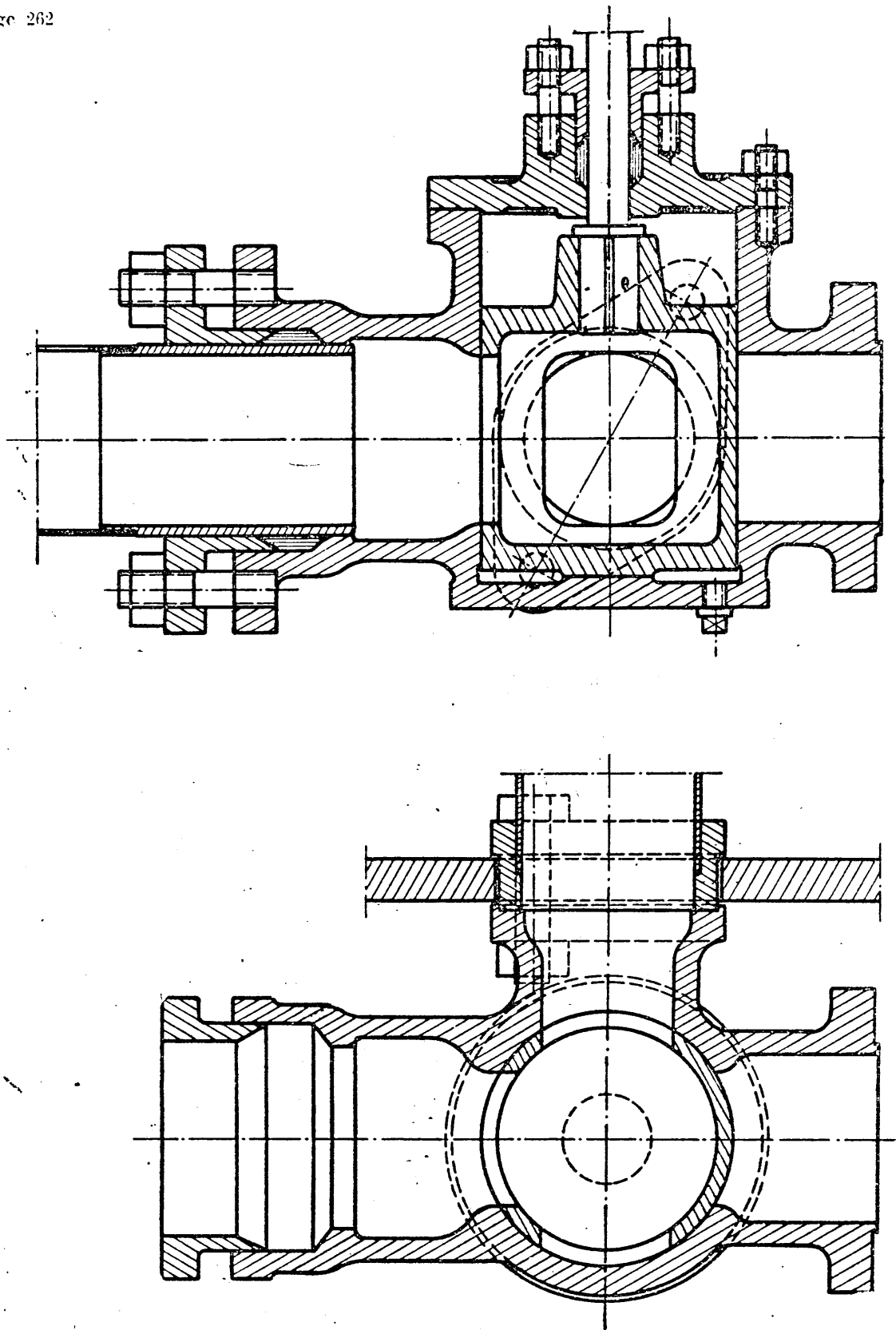
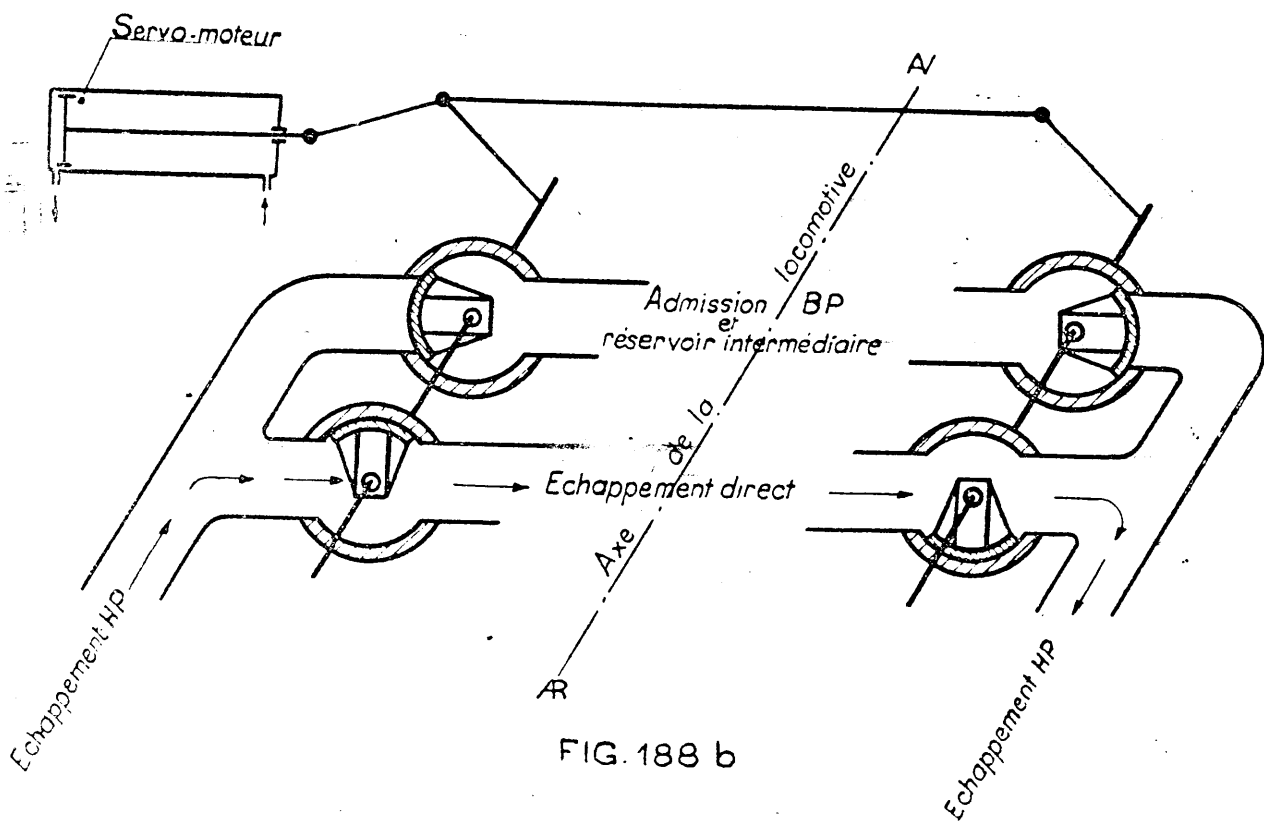
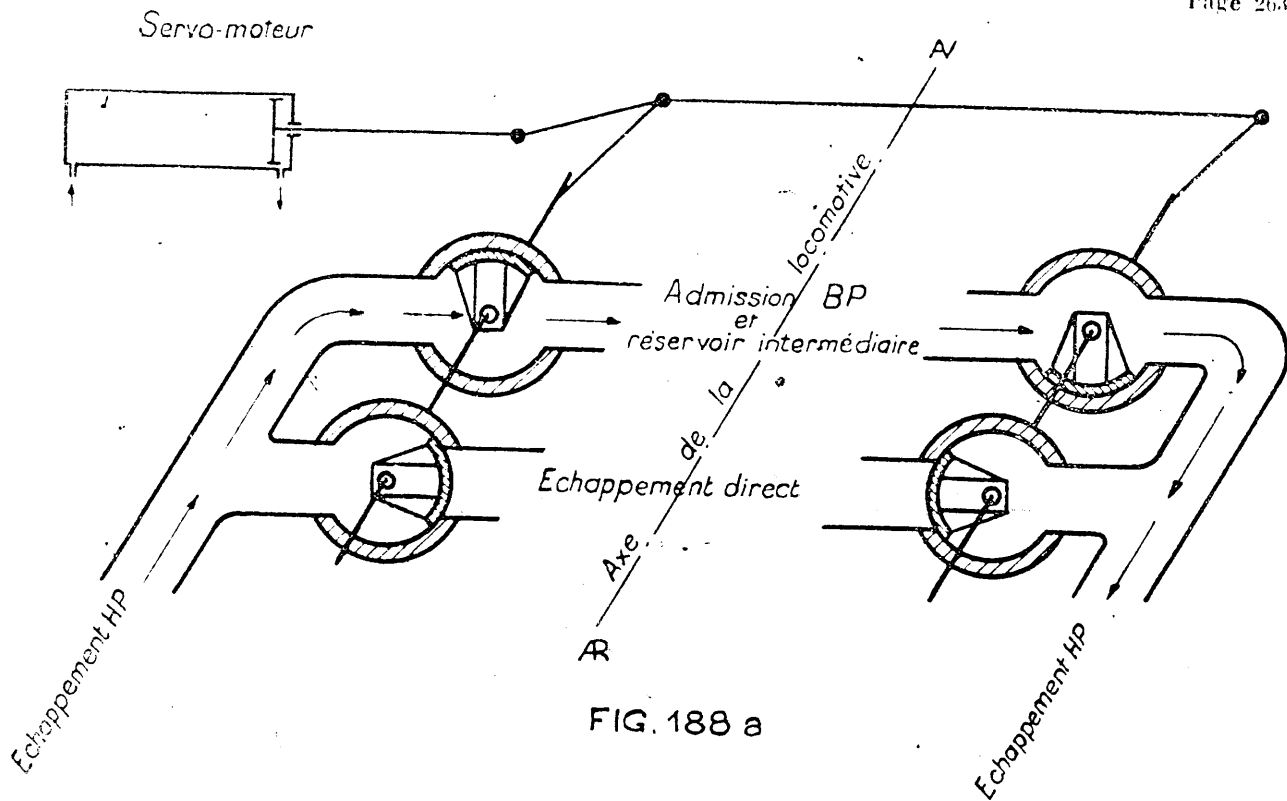


FIG. 187 b



pound. La *figure 188 c.* représente la lanterne d'échappement côté droit. Les tuitots sont entraînés par la rotation de l'arbre de commande en deux parties (montage par les deux couvercles) au moyen de deux parties méplates qui s'engagent dans des mortaises correspondantes des tuitots ; par suite, les tuitots sont libres de se déplacer radialement pour s'appuyer constamment sur la partie alésée de la chemise des lanternes sous la pression de la vapeur et l'action des ressorts. Les robinets à tuitots ont donc l'avantage sur les robinets à boisseau et à clés d'être parfaitement étanches dans toutes leurs positions si les portées sont convenablement ajustées.

Il faut se garder du montage incorrect de la *figure 188 d.* par inversion des obturateurs arrière qui est très défavorable à l'étanchéité en compound et qu'aucune autre anomalie de fonctionnement ne signale à l'attention du mécanicien.

c) Robinet à lanterne à axe horizontal (231-500 — 230-800 — 231-011 à 060) (fig. 189 a).

La lanterne est une sorte de cylindre creux percé d'ouvertures convenablement disposées et emmanché à frottement doux dans une gaine cylindrique coulée avec le bloc des cylindres BP et qui longe la boîte à vapeur. Les lanternes des 231-500 ont trois orifices dont deux pour l'échappement de la vapeur vers le RI pendant la marche en compound ; les axes de ces orifices sont à 108° l'un de l'autre. Les lanternes des Pacific ordinaires et 230-800 ont leur partie centrale évidée pour faciliter leur mouvement de rotation ce qui a l'inconvénient de permettre un léger échappement direct de la vapeur quelle que soit la position de l'obturateur. L'étanchéité peut être améliorée soit par des segments et des barrettes qui entourent la lumière centrale de communication HP-BP, soit par des bordures en saillie autour de tous les orifices.

Les lanternes des Pacific transformées (*fig. 189 b*) présentent de beaucoup plus grandes sections de passage (diamètre et orifices). Pour améliorer leur étanchéité, elles comportent d'une part, une tuile obturant l'orifice d'échappement direct, d'autre part, elles n'ont pas de partie évidée, un jeu faible de 0,25 m/m ayant été prévu dans l'alésage de la gaine pour tenir compte de la dilatation. La manivelle de commande de la lanterne calée sur un carré usiné en bout de l'arbre a été remplacée par un pignon et une crémaillère pour avoir un effort supérieur et régulier. Deux dents de ces engrenages sont repérées pour assurer un montage correct.

d) Robinet à lanterne des 141-P (fig. 190).

La lanterne coulissante a paru préférable à la lanterne tournante habituelle, l'étanchéité obtenue par segments paraissant devoir présenter moins de risques de coincement, par dilatation et gommage que le tournant et le boisseau. Un guide empêche toute rotation de la lanterne et sert de repère au montage.

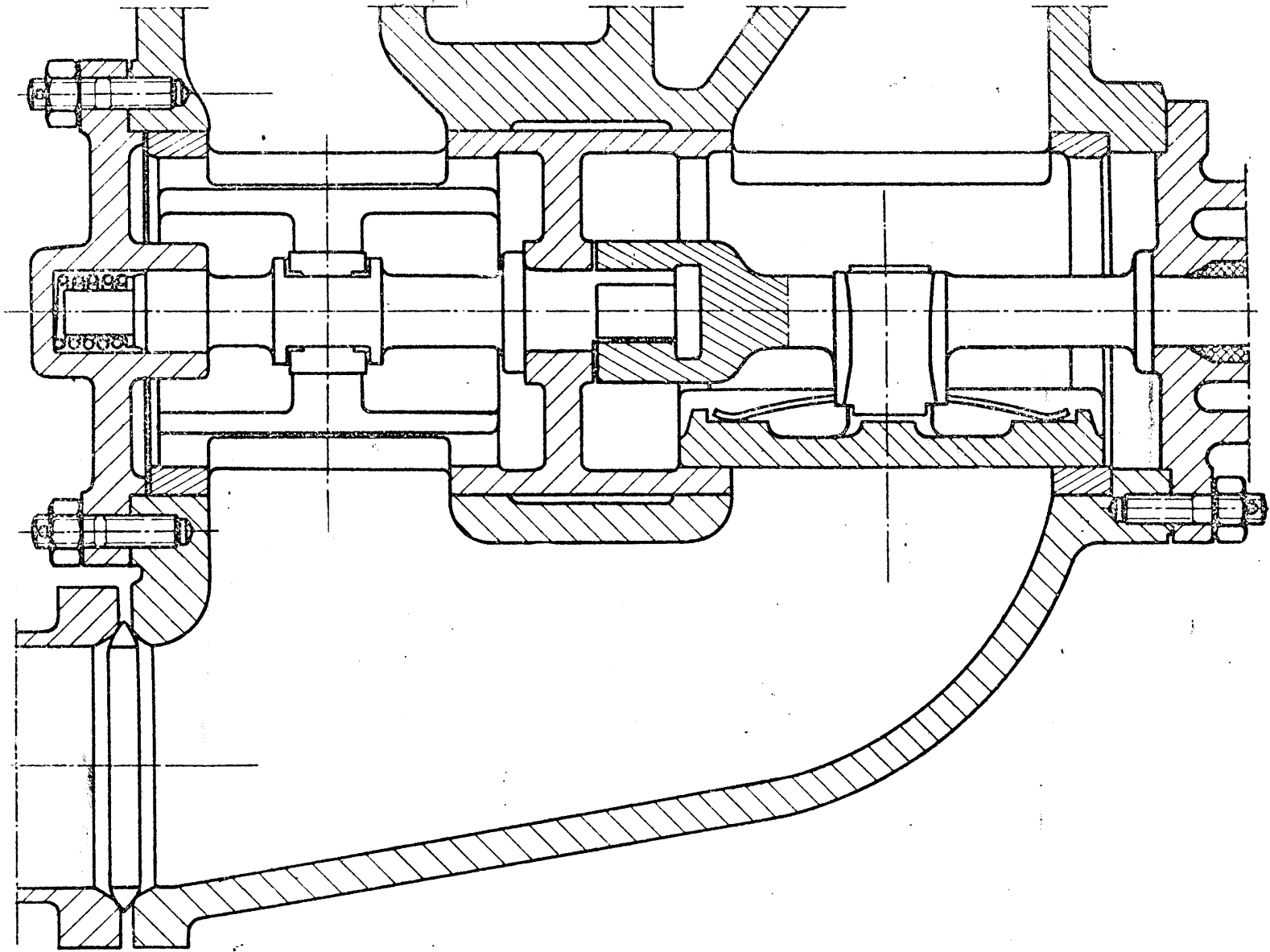
e) Obturateurs à tiroirs des 241-A (fig. 191).

Ce dispositif a été appliqué à titre d'essai sur quelques machines de cette série. Il comporte une boîte montée de chaque côté des cylindres BP et renfermant deux vannes commandées simultanément à droite comme à gauche par un même servo-moteur à air. Il a l'avantage d'être très étanche.

2° Valve de démarrage de la 242-A-1.

Cette machine est compound à trois cylindres : un cylindre HP médian (diam. 600 m/m, course 720 m/m) et deux cylindres BP extérieurs (diam. 680 m/m, course 760 m/m.).

La valve de démarrage constitue un dispositif automatique qui introduit directement à la boîte à vapeur BP, de la vapeur vive prélevée au tuyau d'admission du cylindre HP et qui ferme en même temps cet accès dès que la pression au R. I, due à l'introduction additionnelle et à l'échappement du cylindre HP est devenue supérieure à une valeur déterminée. Le fonctionnement de la machine qui a lieu avec admission directe dans tous les cylindres pendant quelques tours de roue

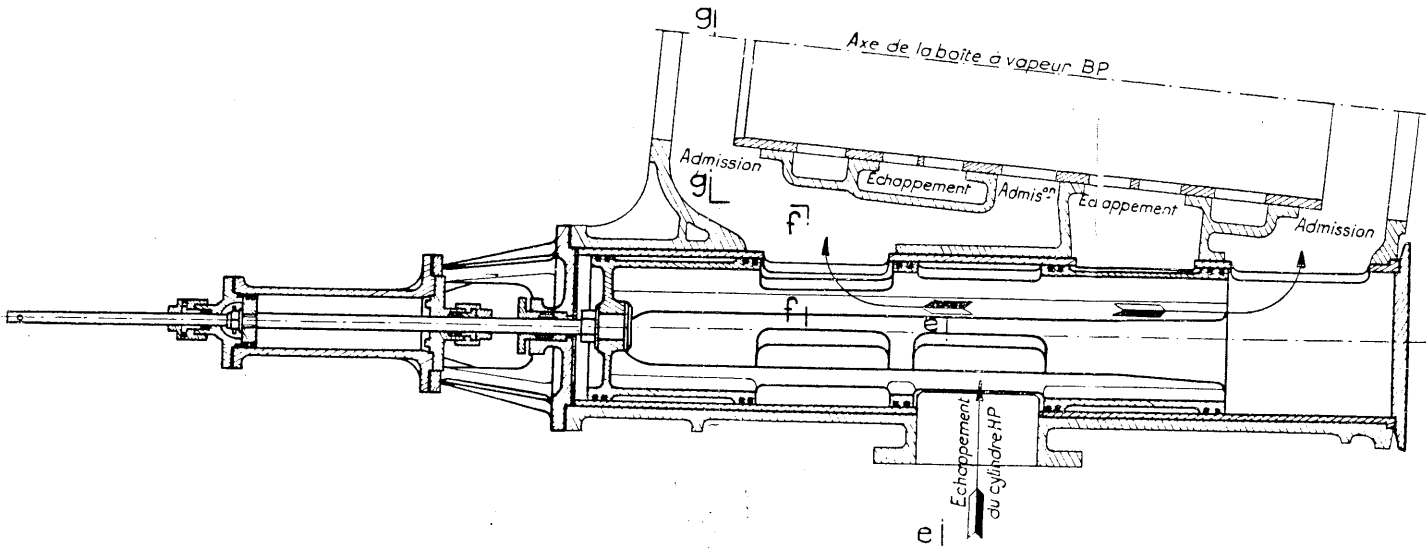


— 213 —

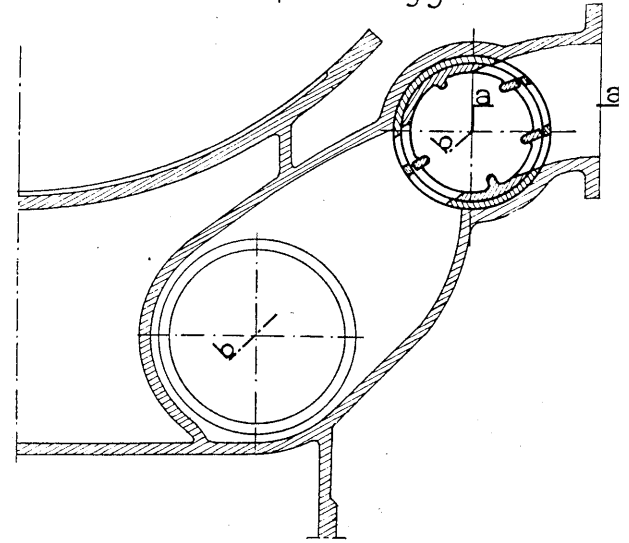
FIG. 188 c

Marche en compound

Coupe aabb

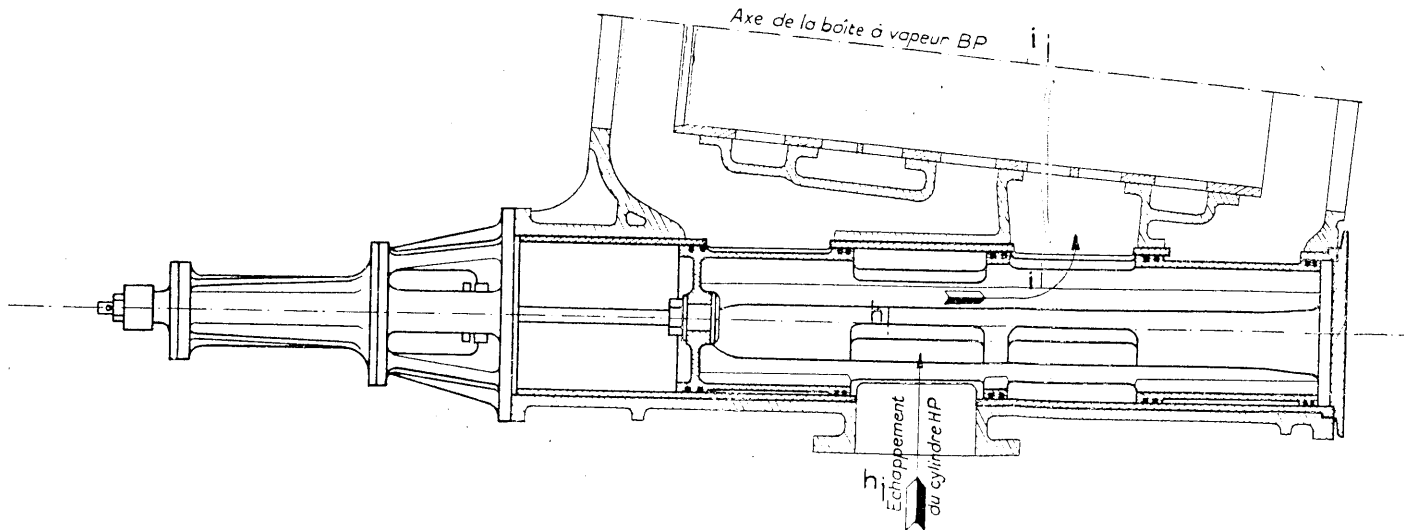


Coupe eeffgg



Marche en échappement direct

Coupe ccdd



Coupe hhii

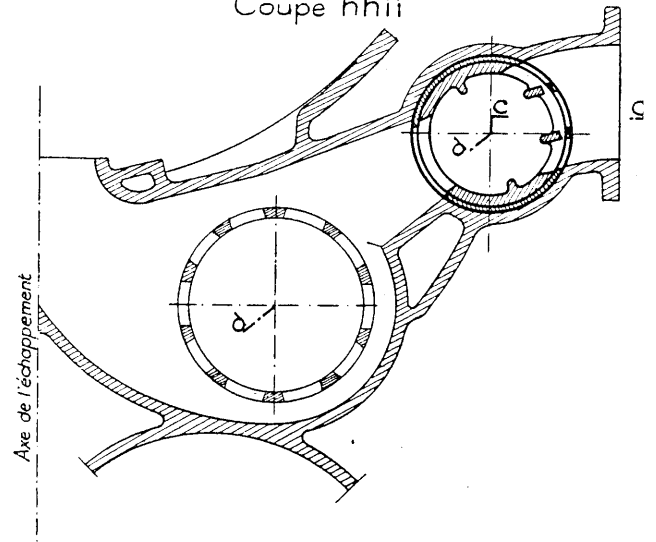


FIG. 190

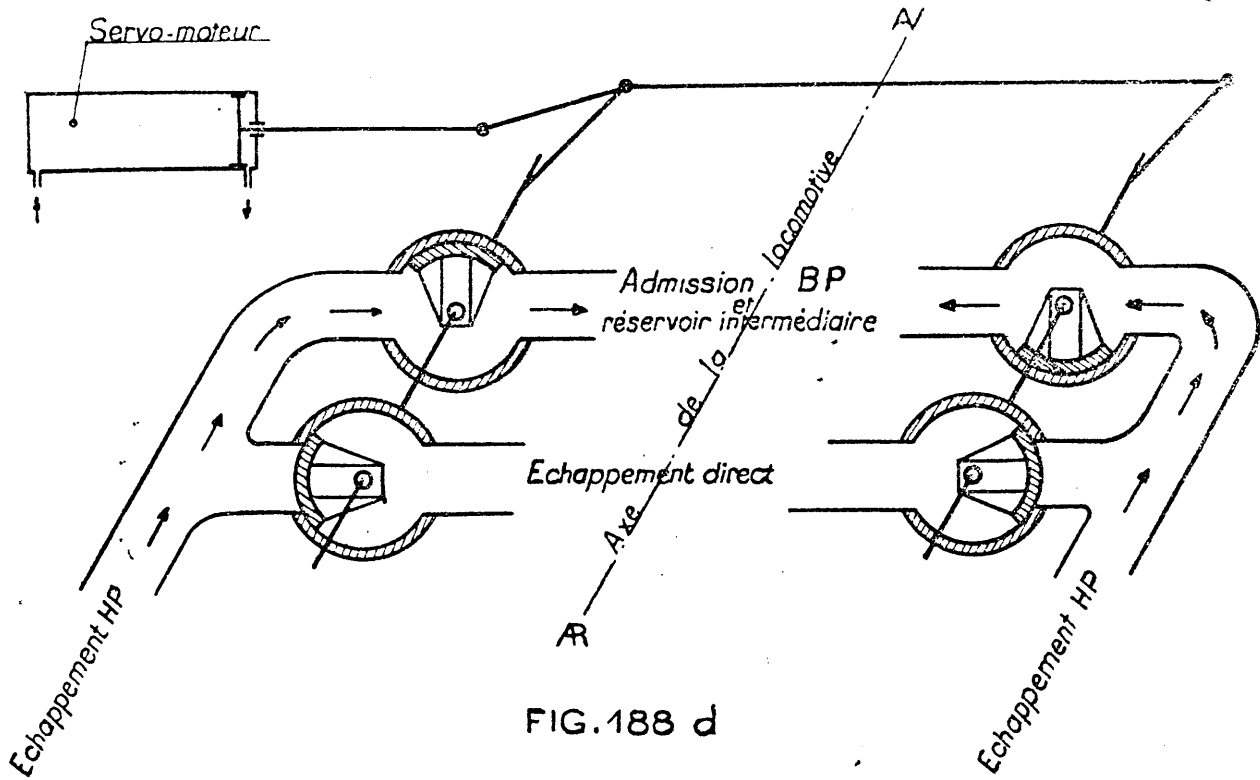
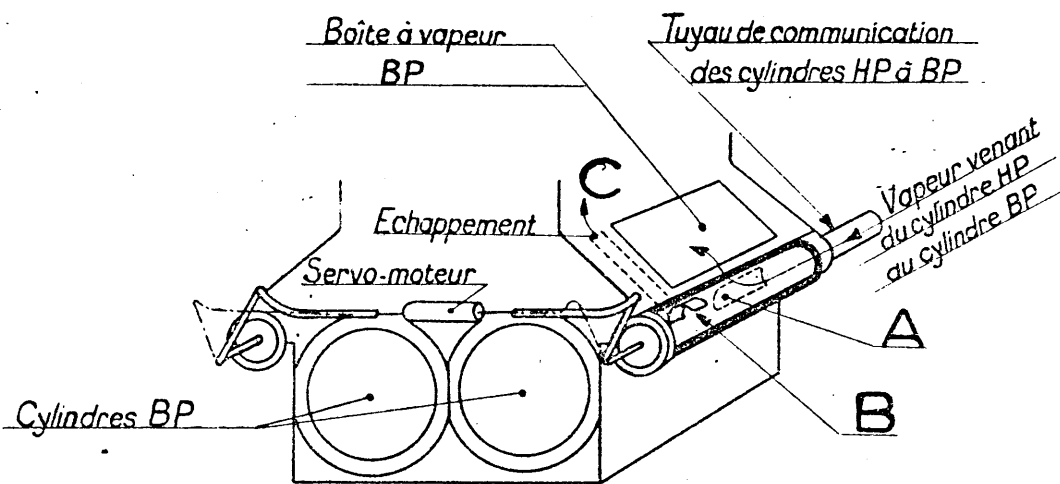


FIG. 188 d



- A Lumières d'admission à la boîte à vapeur BP
- B Orifice d'échappement direct (Vient en regard du conduit C
pour l'échappement direct en même temps que l'orifice A s'obture)

FIG. 189 a

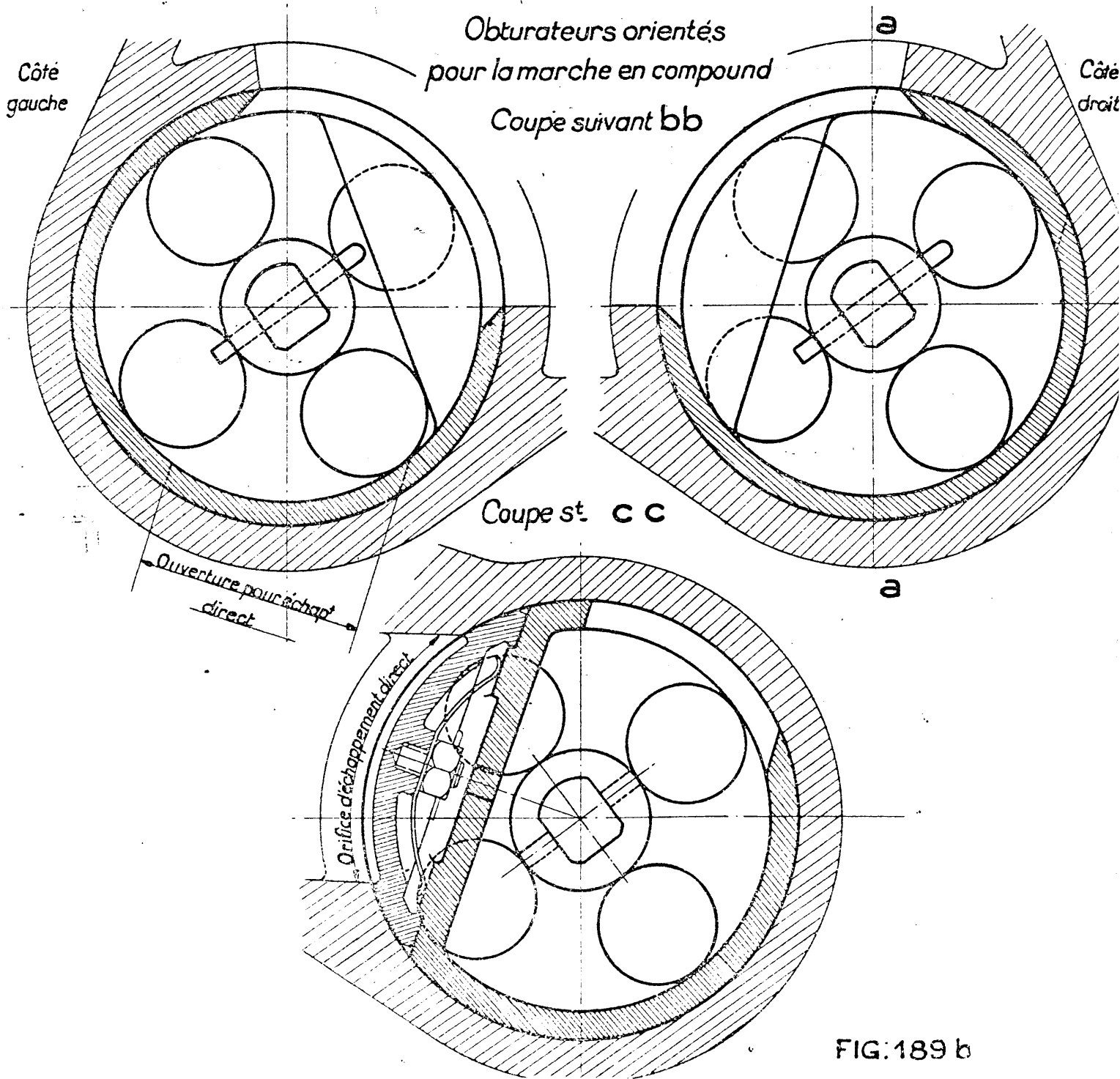
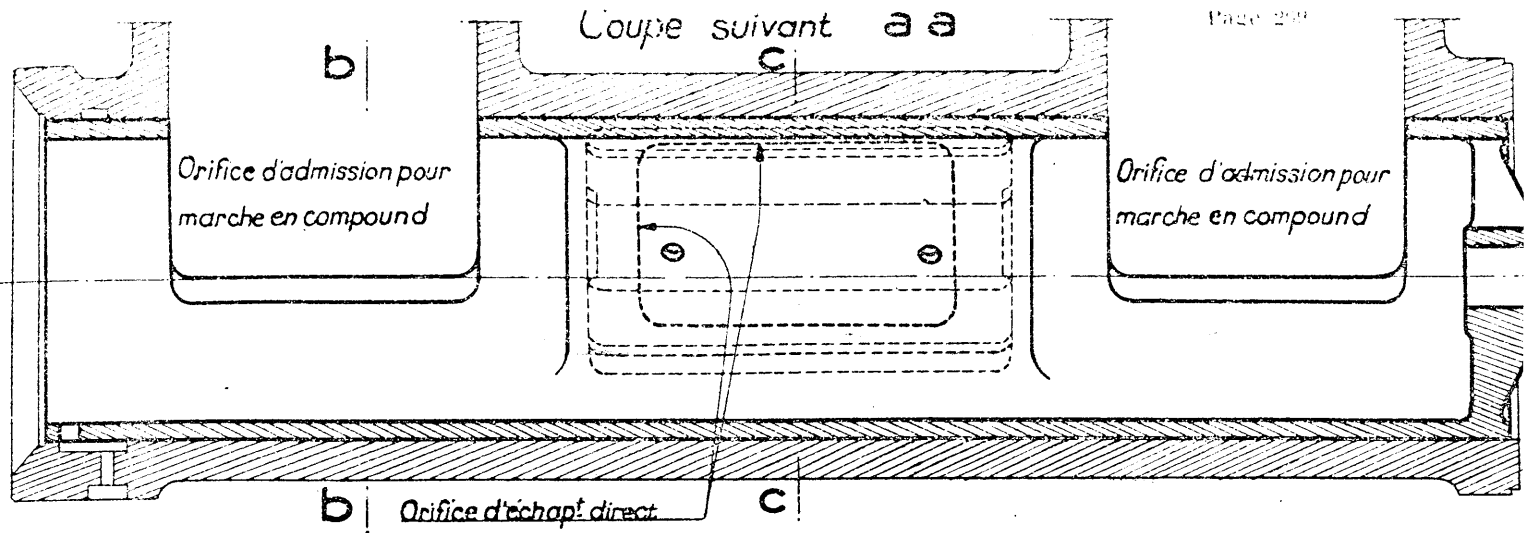


FIG:189 b

au moment du démarrage revient de lui-même au mode compound sans que la volonté du mécanicien intervienne dès que la pression atteint une valeur suffisante au R. I.

Les avantages de cette valve sont :

— en supprimant l'échappement direct HP d'éviter l'emploi encombrant d'obturateurs de dérivation.

— en admettant automatiquement et simultanément de la vapeur vive aux boîtes à vapeur HP et BP de régulariser les efforts moteurs au démarrage, d'où meilleure tenue du mécanisme.

La valve comporte (*fig. 191 bis*) une soupape non équilibrée à double siège. L'action de la vapeur du tuyau d'admission HP s'exerce entre les deux clapets différentiels; la face extrême du piston portant le clapet de petit diamètre est mise à l'atmosphère; l'action de la vapeur introduite au R. I. s'exerce sur la face extérieure du clapet de grand diamètre. Les diamètres des deux clapets sont dans un rapport tel que la valve intercepte toute admission directe au R. I. pour un rapport des pressions aux boîtes à vapeur HP et BP inférieur à $\frac{20}{8}$ (20 hpz étant le timbre de la chaudière et 8 hpz, la pression limite inférieure au R.I. en marche normale) (1).

Si les circonstances exigent un effort de traction plus considérable au démarrage (dans le cas d'une position défavorable des manivelles par exemple), il est possible au mécanicien d'accélérer et de prolonger l'admission directe au R. I. jusqu'à une pression maximum de 14 hpz, en ouvrant une prise de vapeur spéciale. Cette prise de vapeur est en dérivation sur le tuyau d'admission HP, ce qui implique par conséquent pour son usage l'ouverture préalable du régulateur principal. L'augmentation d'effort correspondante sur les deux pistons BP de grand diamètre est considérable et n'est que faiblement réduite par l'augmentation de la contrepression côté échappement du piston HP.

Pour le cas où la valve resterait soulevée, ce qui entraînerait en marche une surpression exagérée au R. I., une tige de verrouillage à commande extérieure permet de la bloquer sur son siège.

3° Tuyaux de communication.

Ces tuyaux sont nécessaires pour relier le cylindre HP (échappement) aux boîtes d'obturateurs lorsque les cylindres HP et BP ne sont pas dans le même plan transversal. Les boîtes étant généralement fixées aux cylindres BP ou aux longerons, l'allongement des tuyaux par la chaleur rend nécessaire l'emploi de dispositifs appelés manchons de dilatation pour éviter leur dislocation.

Sur la *figure 187 b*, on a pu remarquer le mode d'assemblage par joint glissant du robinet à boisseau avec le tuyau d'échappement HP. Une fourrure en bronze brasée à l'extrémité du tuyau s'engage dans le corps du robinet qui porte une boîte à garniture métallique en métal blanc et un chapeau à bride pour comprimer la garniture par serrage des boulons. Cet assemblage permet le déplacement relatif du tuyau par dilatation tout en assurant l'étanchéité.

Sur la *figure 191*, il est représenté un manchon à soufflet.

La *figure 192* représente le tuyau d'échappement des Pacific transformées avec joint glissant et boîte à garnitures (demi-bague intermédiaire et de pression en bronze, demi-bagues garnitures en alliage Pb 50 Cu 50).

La *figure 192 bis* représente le montage d'un tuyau type « Martin » dans lequel l'étanchéité est obtenue par 32 éléments de garnitures en tôle de laiton flexible de 0,5 m/m d'épaisseur entretoisés par des bagues en acier de 0,75 m/m d'épaisseur. Les rondelles de garde ont entre elles un jeu longitudinal de 3 m/m.

(1) Il serait donc inutile de chercher à réduire le travail des cylindres BP en augmentant le degré d'admission; les marches HP et BP seront d'ailleurs liées lorsque les crans optima seront déterminés en service.

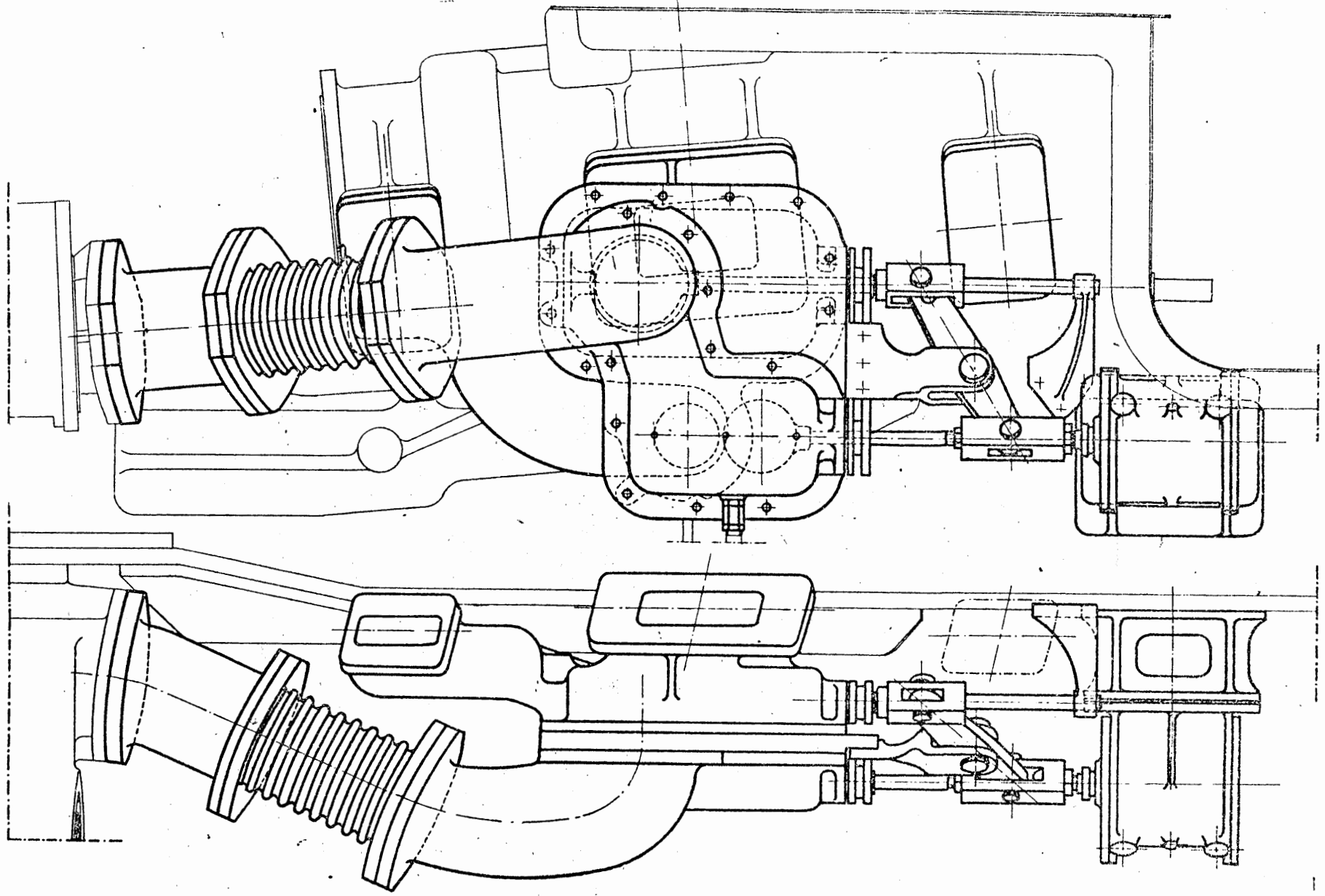


FIG. 191

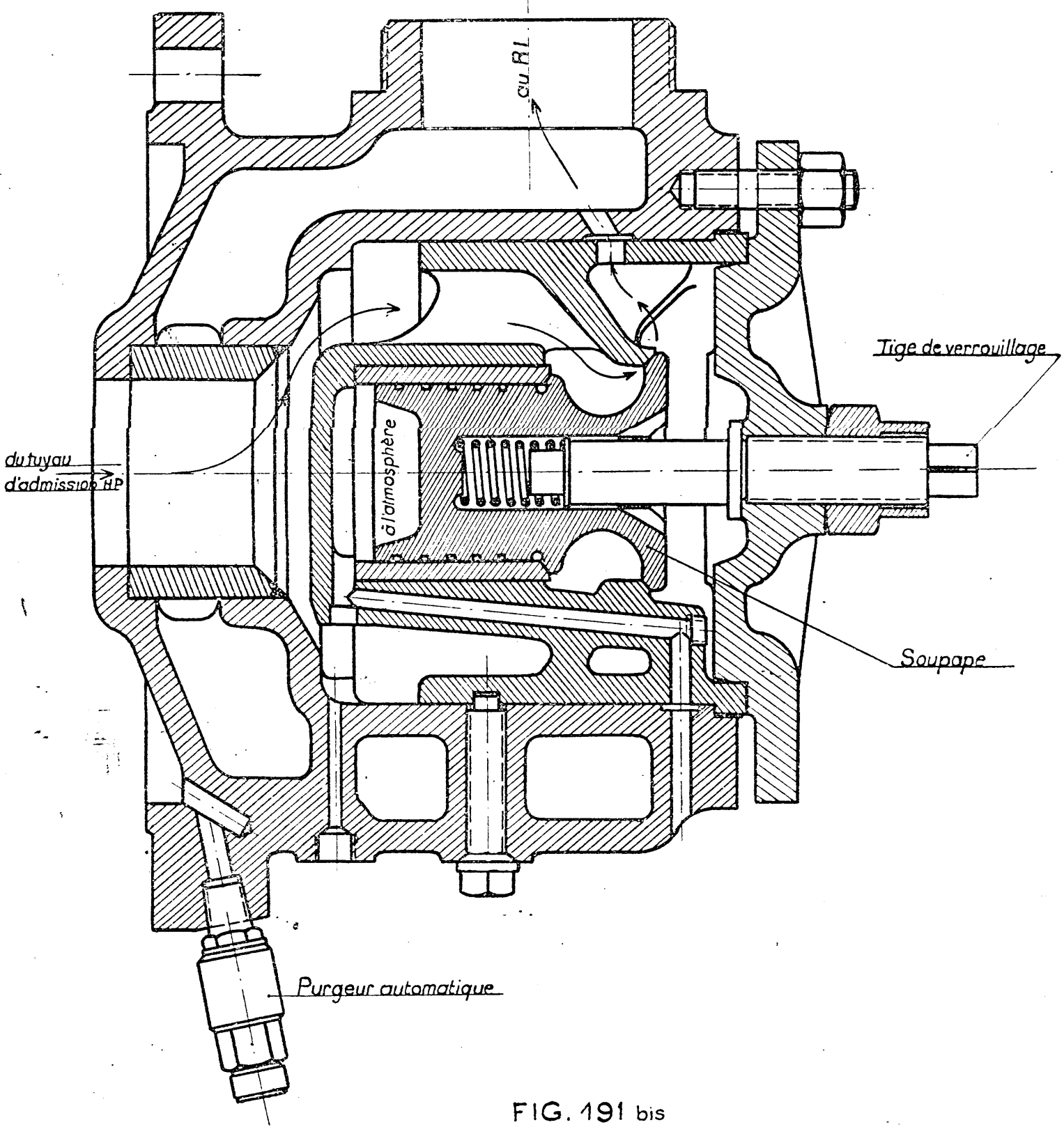


FIG. 191 bis

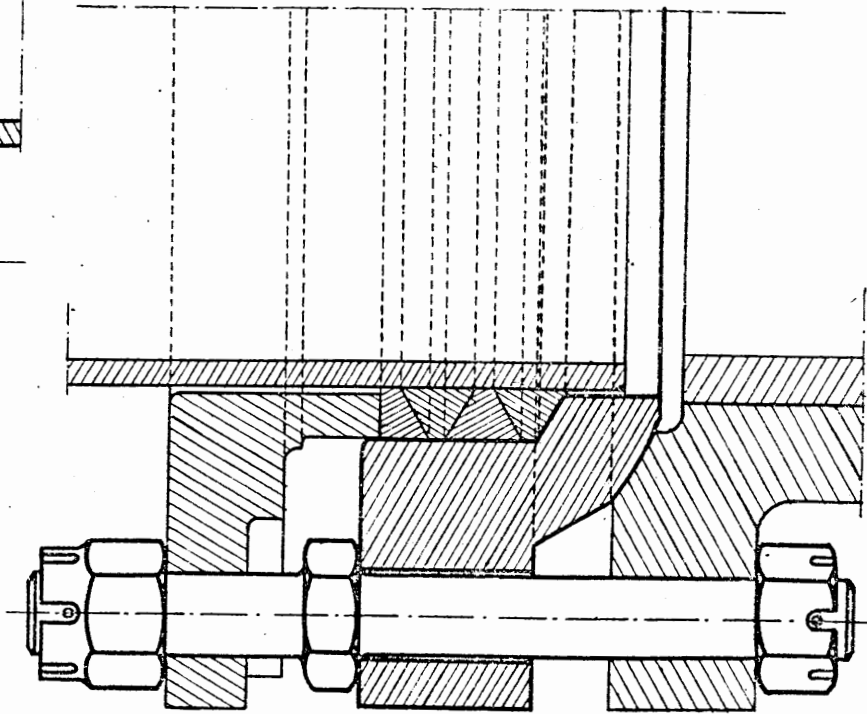
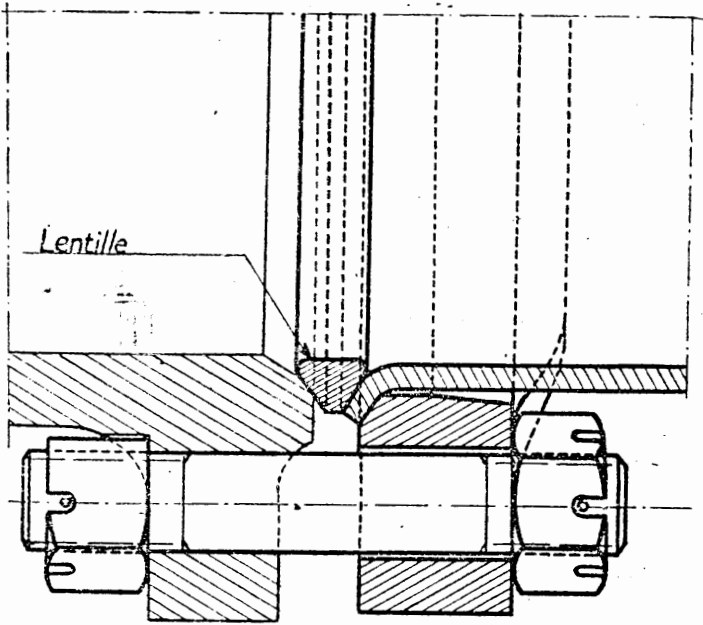
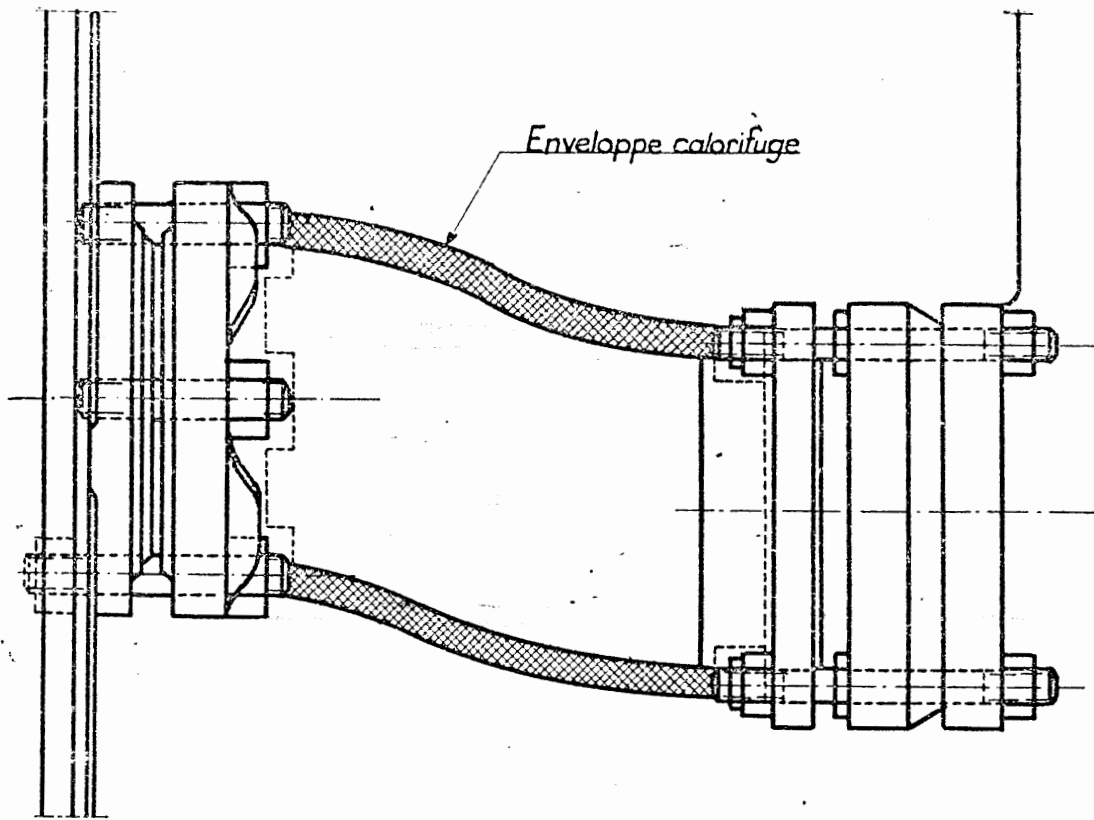


FIG. 192

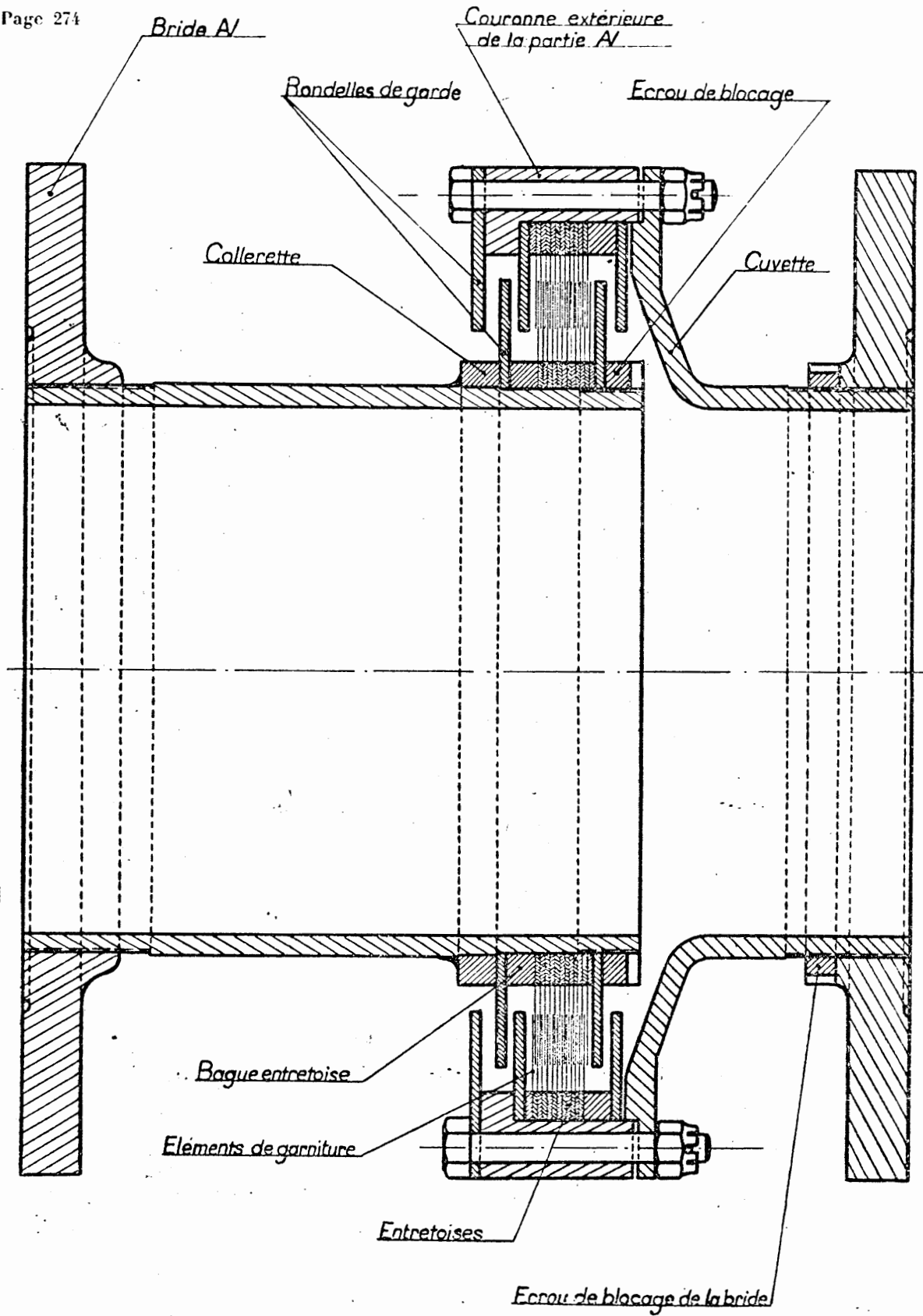


FIG. 192 bis

D. — ORGANES DIVERS

1° Soupapes de sûreté des fonds de cylindres ou soupapes de décharge.

Ces soupapes sont destinées à éviter, d'une façon certaine (tout au moins à faible vitesse) toute surpression dans le cylindre. Placées sur chaque plateau et fond de cylindre, ces soupapes fonctionnent au démarrage ou quand il se produit en marche un entrainement d'eau, lorsque les purgeurs ne sont pas ouverts en temps opportun ou qu'ils sont insuffisants.

Ces soupapes sont prévues sur les machines à distribution par tiroirs cylindriques ou par soupapes, on ne les trouve pas sur les machines à tiroirs plans où, en cas d'entrainement d'eau, le tiroir se soulève et rejette directement l'eau par l'échappement. On a vu que certains by-pass peuvent jouer le même rôle.

Une soupape de sûreté se compose (*fig. 193*) d'un siège vissé dans le plateau du cylindre sur lequel repose un clapet soumis à l'action d'un ressort dont la tension est réglable par une vis et une bague de réglage ; toute surpression entraîne le soulèvement du clapet et l'évacuation rapide de l'eau.

Sur les machines compound, les soupapes HP sont réglées pour fonctionner à une pression légèrement supérieure au timbre de la chaudière, les soupapes BP à une pression légèrement supérieure à la pression maximum à admettre dans la boîte à vapeur BP. Les 141 P. possèdent sur chaque extrémité des cylindres HP, deux soupapes de 36 m/m de diamètre du type unifié et sur chaque extrémité des cylindres BP une soupape de 50 m/m.

2° Soupapes de sûreté de boîte à vapeur.

Il est disposé une soupape qui limite à 6 *hpz* (8 *hpz* sur les 141 P, 14 *hpz* sur la 242 A1) la pression dans la boîte à vapeur BP et une soupape qui limite au timbre de la chaudière, la pression dans le collecteur de vapeur surchauffée lorsque le régulateur est en aval. Ces soupapes sont analogues à celle de la *figure 193*. La soupape du RI se place, soit horizontalement à l'arrière de la boîte à vapeur, soit verticalement au-dessus de la boîte à fumée. Dans ce dernier cas, elle est reliée à la boîte à vapeur par un tuyau passant généralement à l'intérieur de la boîte à fumée.

3° Purgeurs de cylindre.

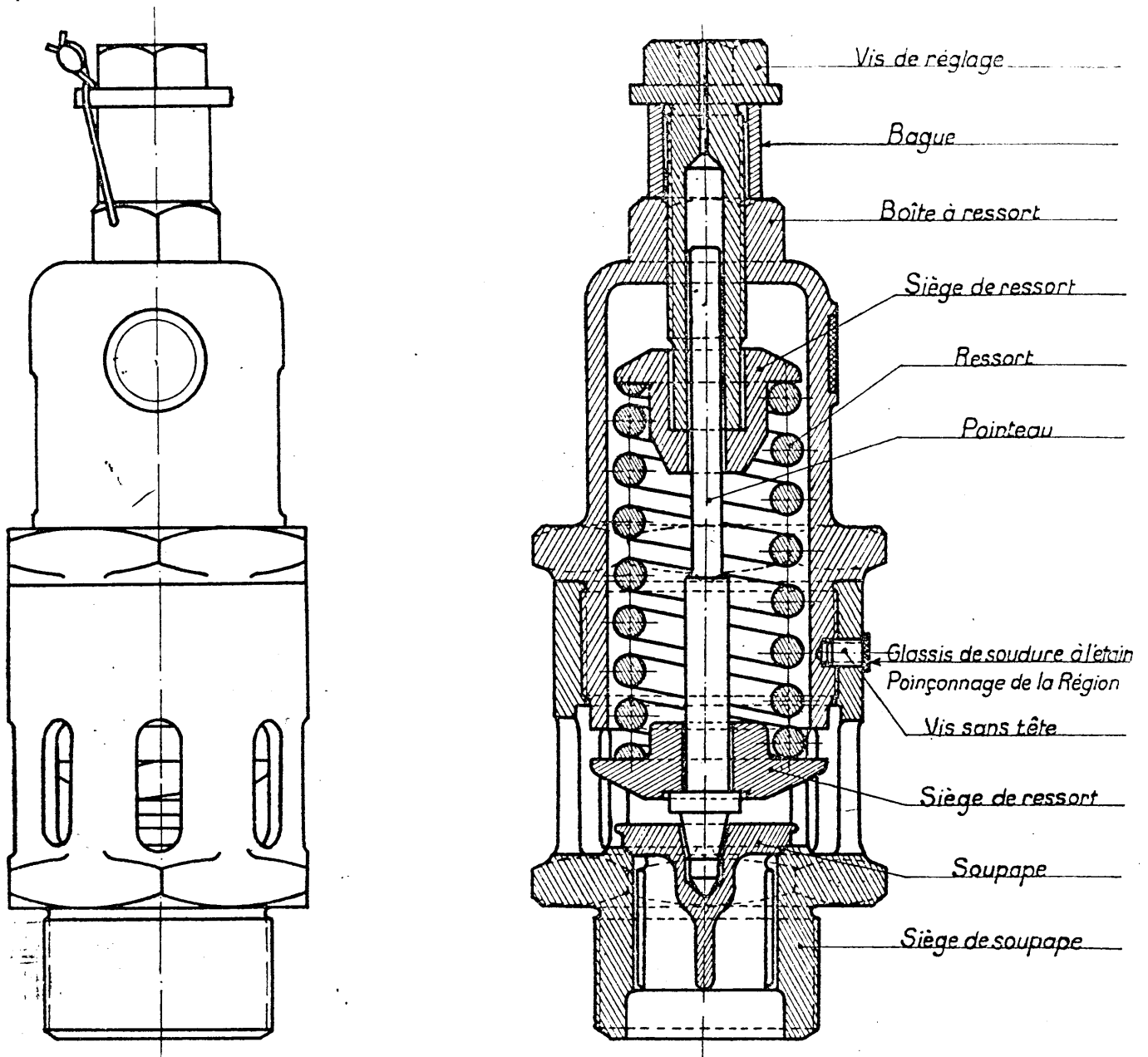
Les purgeurs, placés aux extrémités du cylindre et sur sa génératrice inférieure, permettent l'évacuation à l'extérieur de l'eau que la vapeur peut entrainer ou que les condensations pendant l'admission peuvent y produire.

En effet, si l'eau accumulée dans un fond de cylindre arrivait à occuper un volume plus grand que celui de l'espace mort correspondant, son peu de compressibilité amènerait à fond de course du piston la rupture du plateau ou du cylindre.

Les purgeurs servent également pendant les arrêts, à évacuer au fur et à mesure de son arrivée dans le cylindre, la vapeur qui provient des fuites au régulateur, tuyau Crampton, etc... Enfin les purgeurs permettent d'éviter en hiver, la formation de glace dans les cylindres des machines remisées.

a) Purgeur ordinaire.

La *figure 194* représente le purgeur ordinaire, manœuvrable de l'abri, à l'aide des renvois, de



Soupape	Repère 12								Repère 13									
	N° 10.646252								N° 10.646253									
RESSORT																		
Réglage de la soupape en hpz	6,5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Ressort	Charge de mise en place en Kg	67,5	72,7	83,1	93,4	103,8	114,2	124,6	136	145,3	155,7	166,1	176,5	186,9	197,3	207,6	218	228,4
	Flexion en mm	12,4	13,3	15,2	17,1	19	20,9	22,8	13,2	14,1	15,1	16,1	17,1	18,1	19,1	20,1	21,1	22,2
	Hauteur de mise en place	99,6	98,7	96,8	94,9	93	91,1	89,2	103,6	102,9	101,9	100,9	99,9	98,9	97,9	96,9	95,9	94,8
Cotes approximatives	A	252,6	251,7	249,9	247,9	246	244,1	242,2	256,9	255,9	254,9	253,9	252,9	251,9	250,9	249,9	248,9	247,8
		B	28,6	27,7	25,8	23,9	22	20,1	18,2	32,8	31,9	30,9	29,9	28,9	27,9	26,9	25,9	24,9

FIG. 193

leviers et d'une tringle à portée de la main du chauffeur, ce purgeur comporte un clapet central appliqué sur son siège par la tension d'un ressort et dont la levée est soumise à l'action du poussoir et de la rampe de commande.

Chaque cylindre-moteur est muni de deux purgeurs, parfois un troisième purgeur placé dans l'axe des deux premiers et commandé par la même tringle, est relié à un point bas de la boîte à vapeur.

Pour les cylindres extérieurs, les orifices de purge d'un même cylindre débouchent dans un

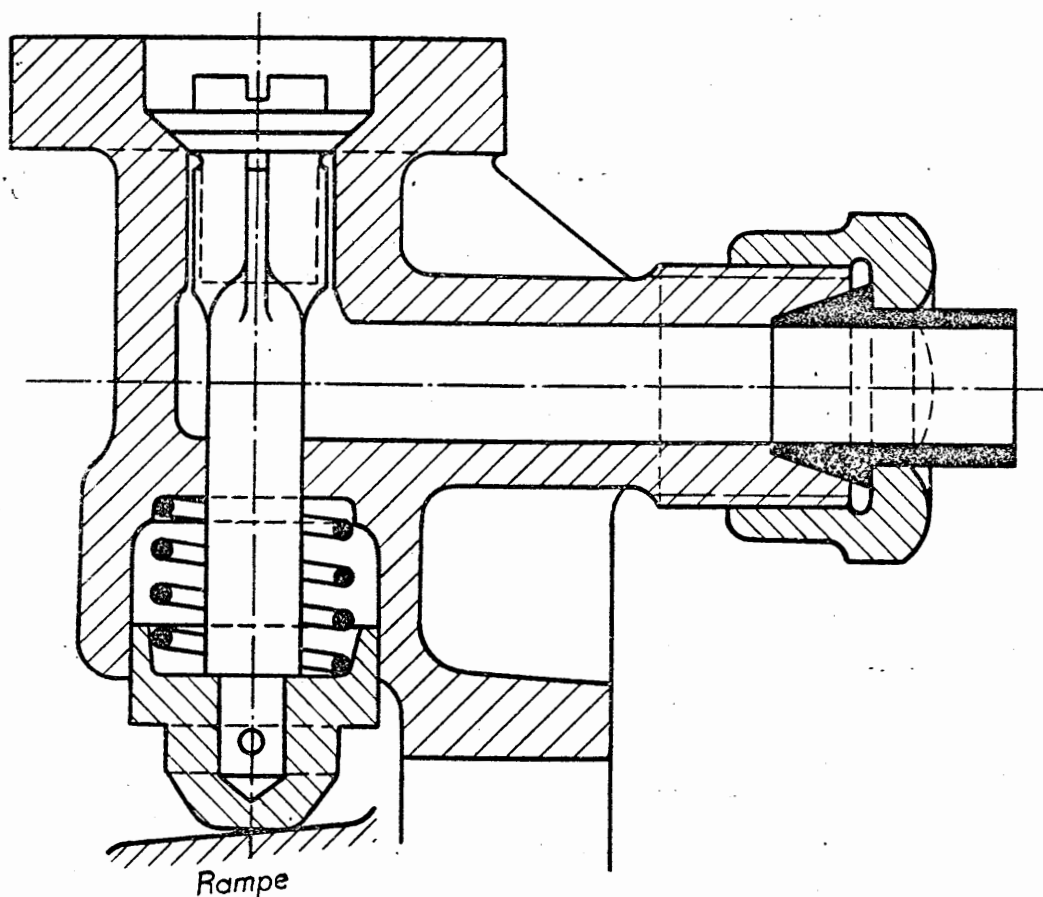


FIG. 194

collecteur crépiné (étouffoir) en tôle ou en cuivre, qui brise la force du jet de vapeur et d'eau et évite sa projection. Les purgeurs des cylindres intérieurs se prolongent par des tuyaux qui permettent de guider jusqu'à la voie l'eau de condensation évacuée des cylindres et des boîtes à vapeur.

b) Purgeurs des 141-R.

La figure 195 représente le purgeur monté sur les 141 R. Le clapet à piston coulissant se ferme par l'action de la vapeur vive venant d'un robinet manœuvré par le mécanicien et agissant à sa partie supérieure. Il s'ouvre sous l'action du ressort si le mécanicien évacue par le robinet, la vapeur de la conduite de commande. Il peut se soulever à régulateur ouvert en cas de surpression relativement importante dans le cylindre agissant sur la partie annulaire inférieure du piston.

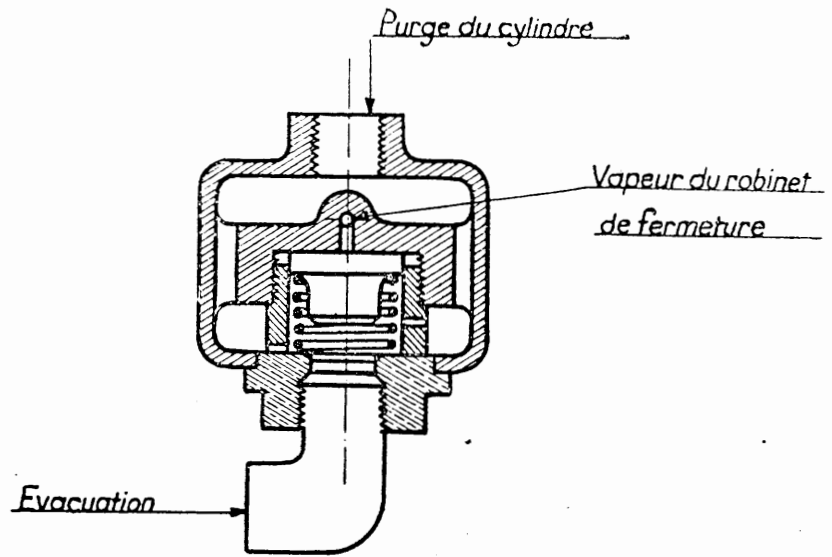


FIG. 195

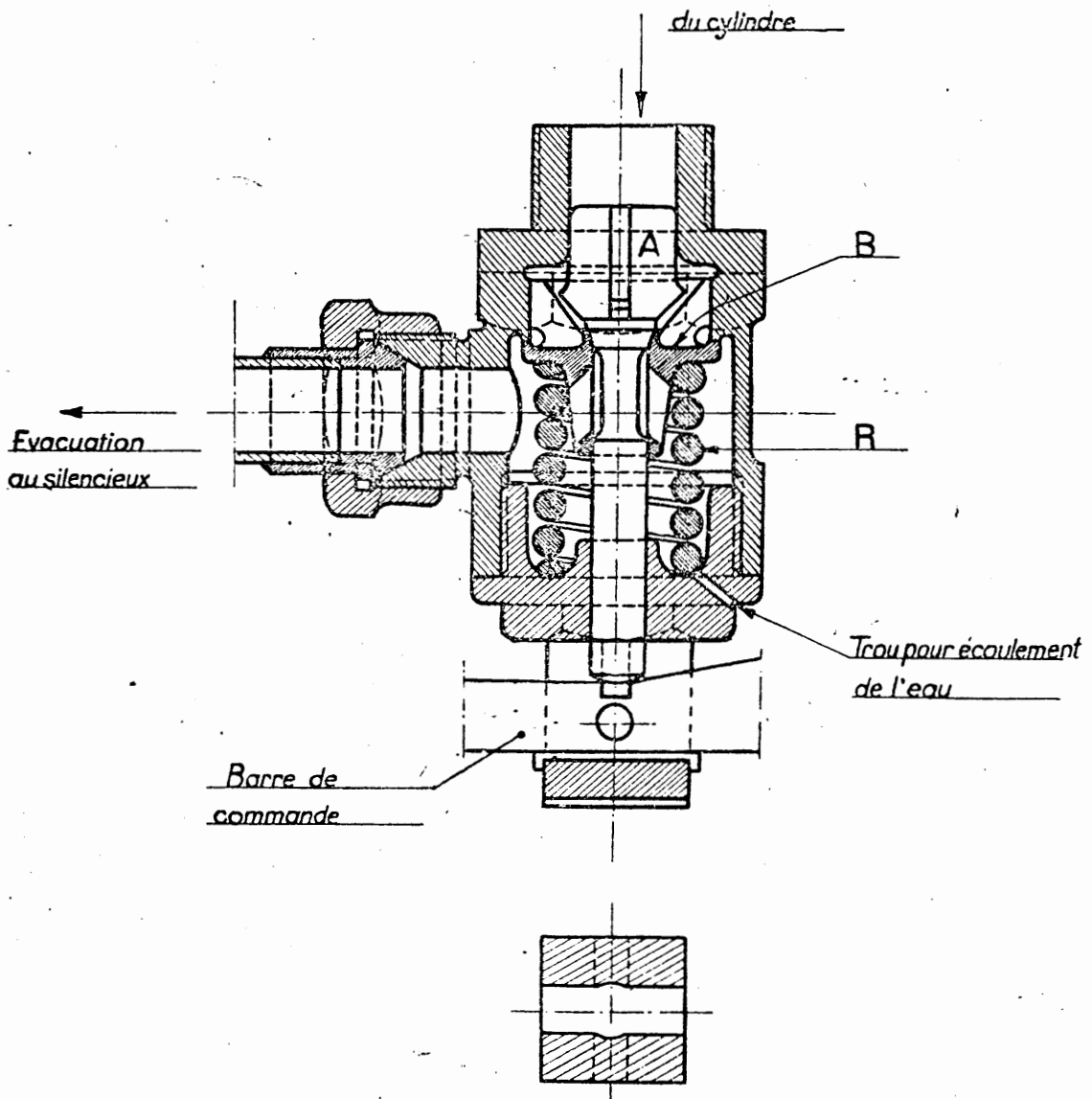


FIG. 196

Il ne s'ouvre automatiquement que lorsque la pression de la chaudière est tombée et il est donc nécessaire de manœuvrer le volant de commande chaque fois qu'il y a lieu de les ouvrir ou de les fermer.

c) **Purgeur des 230-600.**

Les purgeurs des machines 230-600 (fig. 196) possèdent les avantages des purgeurs automatiques et ceux des purgeurs ordinaires : le clapet central A n'est soumis qu'à l'action du poussoir

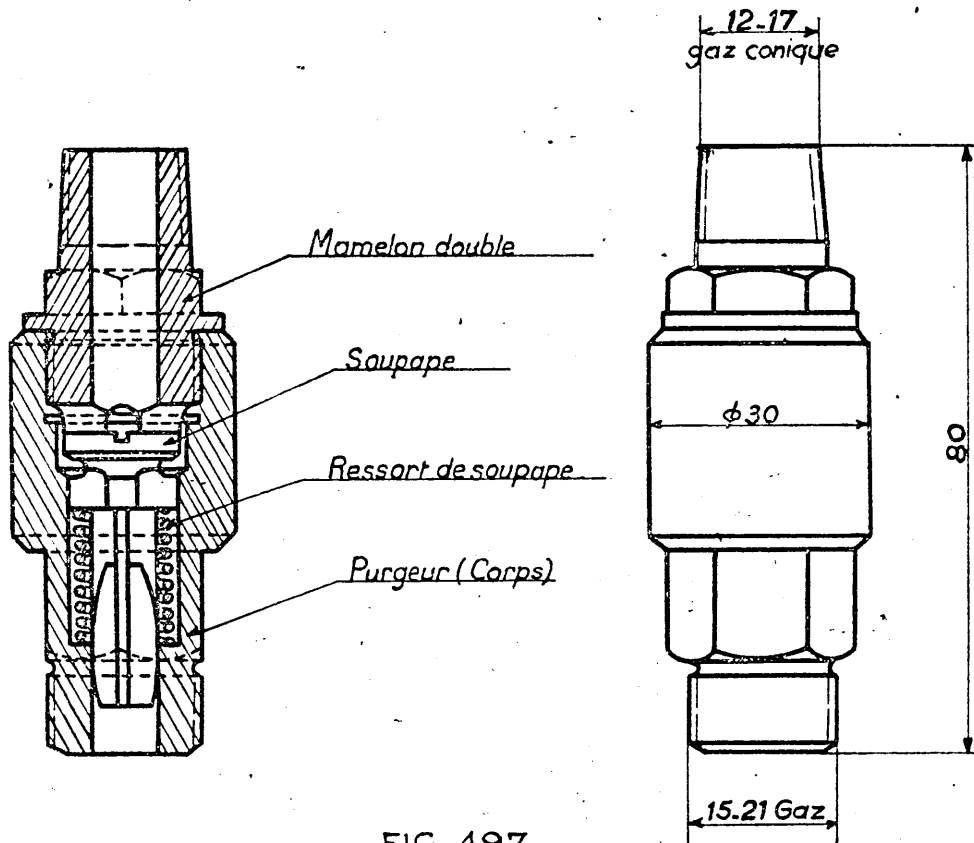


FIG. 197

de la tige de commande à main, le clapet B appuyé sur son siège par un ressort convenablement calculé s'abaisse quand il y a entrainement d'eau. L'emploi de ce type de purgeur n'a pas été généralisé, parce que, sensiblement plus compliqué que le purgeur ordinaire, il n'apporte pas, à cause de son faible débit une sécurité suffisante en cas d'entrainement d'eau important. Aussi, sur les machines modernes, préfère-t-on conserver les purgeurs ordinaires et munir les fonds des cylindres de soupapes de sûreté.

d) **Purgeurs divers.**

Des tuyaux de purge assurent généralement l'écoulement de l'eau de condensation des points bas des boîtes à vapeurs des tuyaux de communication et des obturateurs de dérivation soit vers un purgeur de cylindre, soit directement à la voie par une vis pointeau réglable (purge continue du RI des 241-A) ou un purgeur automatique (fig. 197).