

CHAPITRE VIII

CYLINDRES - PISTONS

A. — CYLINDRES

1° Généralités

a) Définition.

Le cylindre, organe fondamental, constitue la partie vitale de la machine où s'accomplit la transformation, en travail mécanique, de l'énergie calorifique contenue dans la vapeur.

Il comprend essentiellement :

— le corps ou partie cylindrique dans laquelle se meut le piston. Il est muni de canaux distributeurs qui permettent l'introduction de la vapeur venant de la boîte à vapeur et son échappement à l'atmosphère.

— les plateaux ou fonds démontables qui forment le corps à l'avant et parfois à l'arrière, pour permettre la mise en place et le retrait du piston.

— la boîte à vapeur faisant corps avec le cylindre et renfermant les organes de distribution de la vapeur.

b) Position des cylindres.

Dans le sens transversal, ils peuvent être intérieurs ou extérieurs aux longerons. Avec les cylindres intérieurs, les moments des efforts perturbateurs de lacet et de roulis dus à l'action de la vapeur sont moindres, les pertes de chaleur par rayonnement extérieur réduites. Ils entretoisent les longerons d'où une économie de poids : les tuyaux d'admission et d'échappement sont plus courts. On leur reproche cependant de rendre le mécanisme moins accessible du dehors, d'exiger la présence d'un essieu coudé et de nécessiter une position inclinée lorsque les bielles ne peuvent attaquer le premier essieu moteur.

Dans les machines compound à quatre cylindres, on place en général les cylindres BP à l'intérieur afin d'avoir la disposition la plus directe pour la circulation de la vapeur de la chaudière à l'échappement. Il en résulte sur les machines puissantes des dispositions constructives importantes. Sur les 141 P, par exemple, les cylindres BP de 640 m/m de diamètre débordent l'espace compris entre les longerons et on a été conduit à interrompre les longerons dans la région de ces cylindres en réalisant non plus seulement l'entretoisement mais la solidité même du châssis par ces cylindres.

Dans le sens longitudinal les cylindres sont toujours placés à l'avant près de la boîte à funée pour rendre plus courts et plus directs les tuyaux d'admission et d'échappement, ils font ainsi

équilibre à l'excédent de poids sur l'arrière dû à la présence de la boîte à feu. Par rapport au mécanisme, ils doivent permettre de donner aux bielles motrices, une longueur minimum de six fois le rayon de la manivelle motrice. Dans les machines à quatre cylindres, ceux-ci peuvent être disposés en batterie sur une même ligne transversale ou décalés 2 à 2 pour augmenter leur diamètre et réduire leur entraxe ou pour leur faire attaquer des essieux moteurs différents. Les cylindres sont autant que possible placés horizontalement, leur inclinaison donnant naissance, sous l'action de la vapeur et de l'inertie à une composante verticale qui tend alternativement à soulever l'avant et à imprimer à la machine un mouvement prononcé de galop. Rarement, on peut éviter cette inclinaison dans le cas de cylindres intérieurs ou de roues motrices de petit diamètre. Sur les 141 P par exemple, les cylindres BP sont inclinés de $132\text{ }^{\circ}/_{\infty}$ par suite de leur position élevée nécessitée par le passage des bielles BP au-dessus du premier essieu couplé. Pour compenser en partie les réactions verticales dues à cette inclinaison les cylindres HP ont été inclinés corrélativement de $32\text{ }^{\circ}/_{\infty}$.

c) Volume des cylindres.

Le diamètre des roues couplées étant déterminé par la vitesse maximum pour laquelle la locomotive est établie, le timbre de la chaudière et l'effort moteur à développer étant choisis, la formule qui donne l'effort de traction théorique (chap. VI) détermine le produit d^2l caractéristique des cylindres. La seule considération qui limite la course l du piston est la nécessité de ne pas faire rentrer la grosse tête de bielle dans le gabarit lorsqu'elle est à sa position la plus basse. La course varie de 0 m. 60 à 0 m. 72. Les grandes courses présentent les trois avantages suivants :

— à puissance égale, les pressions sur les articulations sont moindres puisqu'elles sont directement proportionnelles à la surface des pistons. Le rendement organique (τ_0) est meilleur, les usures moindres.

— Pour les machines à simple expansion, l'importance relative des espaces morts peut être réduite.

— A volume égal le cylindre ayant un plus faible diamètre est plus facile à loger.

La course étant choisie, on en déduit le diamètre, en général compris entre 0 m. 35 et 0 m. 62 suivant la puissance pour les machines à simple expansion et entre 0 m. 64 et 0 m. 66 pour les cylindres BP des machines compound à quatre cylindres.

C'est, en réalité, le volume maximum des cylindres que l'on déduit de la formule citée, il correspond à l'effort moteur maximum (introduction 100 %) et à l'utilisation de la totalité du poids adhérent (avec coefficient d'adhérence 0,20). Or, quand la première condition de développer l'effort maximum permettant le démarrage et des reprises de vitesses rapides se trouve réalisée, la seconde condition de permettre à la machine de maintenir en vitesse la puissance nécessaire avec un cran d'introduction évidemment plus réduit se trouve l'être généralement aussi. Le diamètre des cylindres peut être ainsi limité par la production horaire de la chaudière.

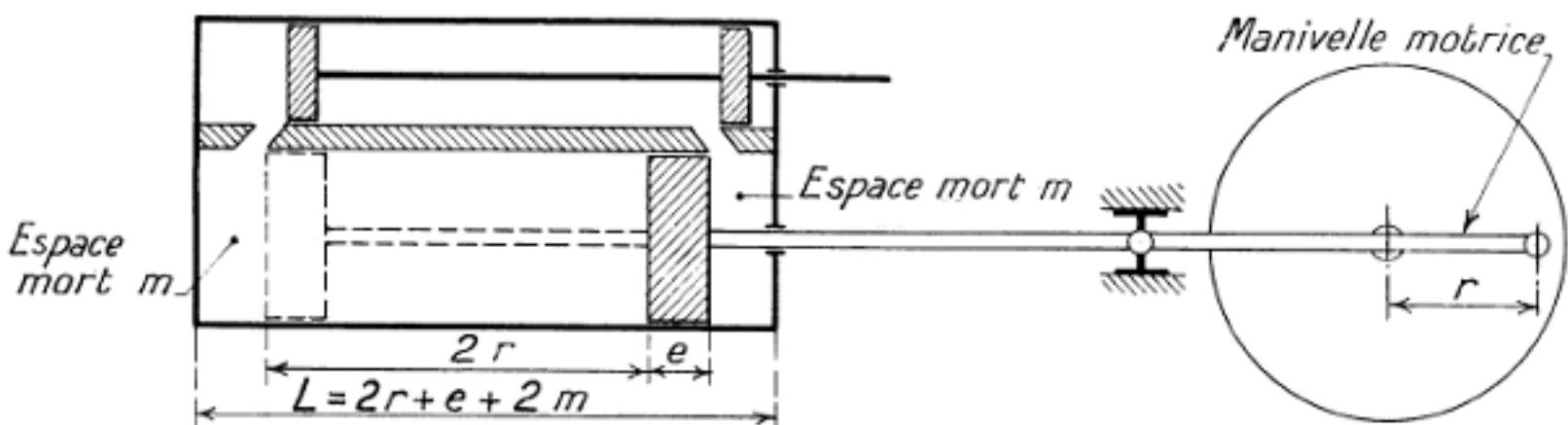
Il peut l'être encore par l'espace disponible : gabarit.

Sur les machines modernes très puissantes, on a été amené pour conserver des dimensions moyennes aux cylindres à augmenter leur nombre (trois pour les machines à simple expansion, trois ou quatre pour les machines compound).

Il vaut mieux que le volume des cylindres pêche par excès que par insuffisance ; par excès, on risque le patinage au démarrage qui peut être évité ou combattu, par insuffisance on risque de ne pouvoir développer l'effort moteur maximum permis par l'adhérence et à grande vitesse l'obligation de marcher à un cran d'introduction plus allongé est défavorable au rendement thermique du moteur.

d) Construction.

Les cylindres se font en fonte dure (FS1 ou FS2) à grain fin et serré ou, en acier moulé avec chemises en fonte rapportées, la fonderie permettant d'obtenir facilement des formes compliquées. Le cylindre en acier est plus léger qu'en fonte et peut être plus facilement réparé par soudure.



Longueur du cylindre

Si r est la distance entre les axes de l'essieu et de l'articulation de la bielle motrice, lorsque la roue motrice fait un tour, la course du piston est égale à $2r$. Pour éviter que le piston enfonce les fonds du cylindre, la longueur L de ce dernier doit être au moins égale à :

$$L = 2r + e$$

si e est l'épaisseur du piston. Il faut tenir compte des espaces morts m et sa longueur sera égale à :

$$L = 2r + e + 2m$$

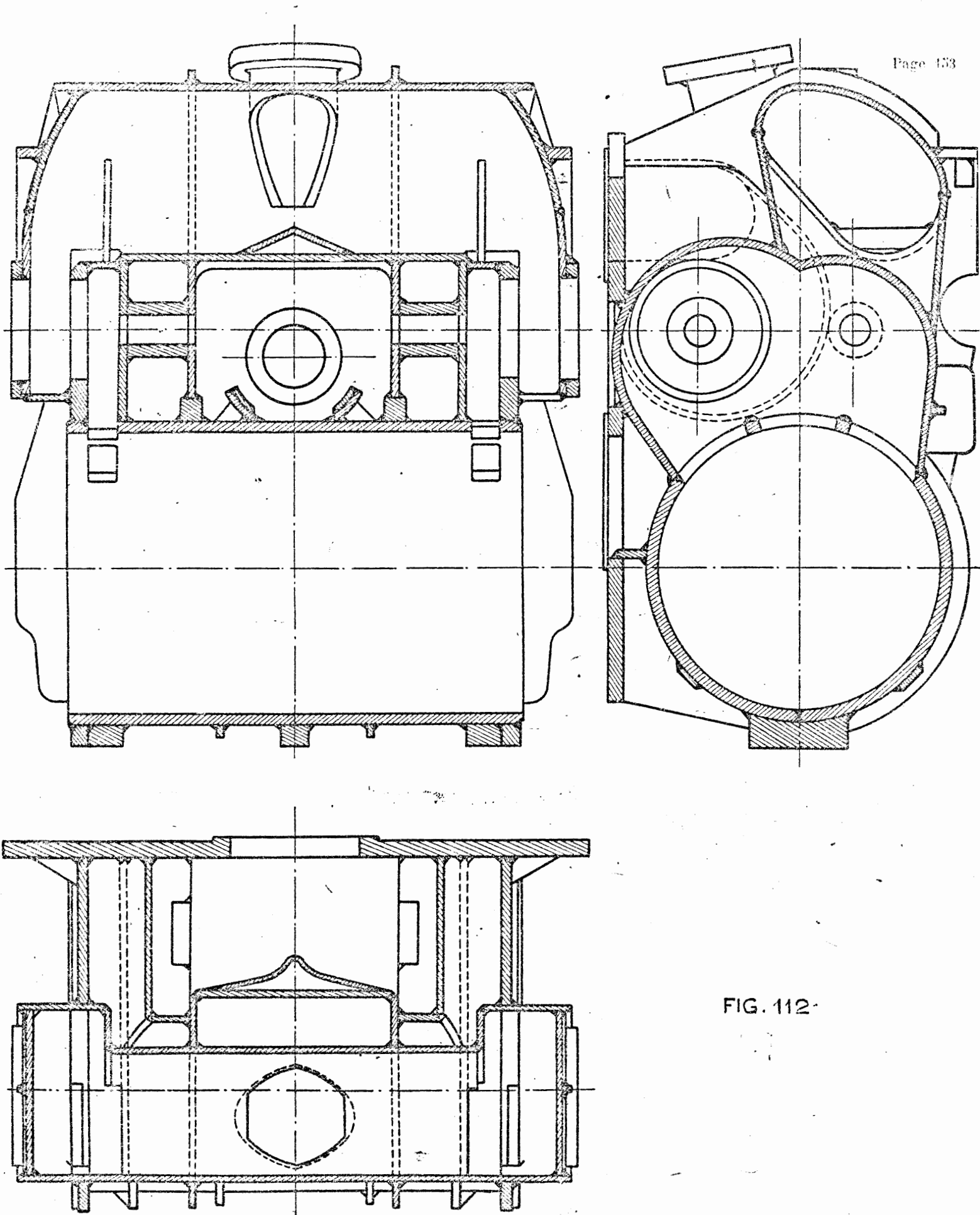


FIG. 112

Quand les cylindres sont intérieurs, ils sont généralement fondus ensemble, ils sont ainsi plus légers au total et on peut les rapprocher davantage. Par contre, si l'un est condamné en service, il faut rebuter l'ensemble, et ils sont plus difficiles à exécuter, à mouler et à fondre.

La fabrication du bloc BP intérieur des 141 P par exemple (fig. 106) confectionné en acier moulé pour être très solide en raison de ce qu'il consolide le châssis et doit transmettre le poids de la machine au pivot central du bissel-bogie, est à signaler comme un travail de fonderie intéressant. Pour obtenir ce bloc qui pèse 4 t. 200 tout usiné, il faut couler 11 t. de métal. Inaugurée en 1932 par la Région Nord pour la construction des 5-1.200, cette fabrication de cylindres doubles en acier moulé est maintenant bien au point et constitue un des progrès de l'industrie française.

Quand les cylindres sont extérieurs, ils sont généralement fondus et montés séparément. Dans la disposition usuelle américaine cependant ces cylindres s'assemblent entre eux par boulons suivant une grande face dressée dans l'axe longitudinal de la machine (fig. 113). Le bloc assemblé repose sur les longerons, forme entretoise de châssis et selle support de chaudière. Un certain nombre de 141-R ont reçu un groupe de cylindres extérieurs monobloc. En Amérique sur de nombreuses machines récentes, les cylindres, la selle support de chaudière, les longerons-barres et tous les supports accessoires sont venus de fonderie d'un seul bloc, un certain nombre de 141 R sont construites dans ces conditions ; de telles pièces ont 18 m. de longueur et pèsent plus de 30 tonnes.

Il a été construit également des cylindres en tôle d'acier soudée (9 pour 230-500 Dabeg du Réseau Etat en 1936). Chacune des parties (cylindre proprement dit, RI, culotte d'échappement, conduits d'admission et d'échappement, boîte à cames, supports et attaches divers) fut traitée séparément afin de réaliser pour elle-même, puis pour les jonctions successives, des soudures facilement accessibles et étanches. Le bloc cylindres BP comporte 179 morceaux de 65 formes différentes débités par oxycoupage à la machine suivant gabarit. Un cylindre HP a 62 pièces de 40 types différents. L'assemblage des éléments fut réalisé par ensembles partiels, chacun étant vérifié, tracé, présenté et corrigé en cas de déformation avant son assemblage sur un autre. La lutte contre les déformations présente de réelles difficultés : c'est ainsi que pour l'accouplement des deux viroles de cylindres BP on leur fit subir une déformation préalable inverse en les ovalisant de 8 mm. chacune avec des vérins.

La comparaison du prix de revient de la construction soudée et de ceux des constructions classiques en fonte et acier moulé a été établie. Il en résulte que les valeurs des cylindres : en fonte, acier soudé et acier moulé sont sensiblement proportionnelles à : 1, 2 et 3 dans le cas d'une série (au moins dix cylindres de chaque sorte) et à : 1, 1,2 et 2,2 dans le cas de cylindres isolés.

On peut employer la fabrication de cylindres entièrement soudés dans les cas particuliers où ce procédé s'avère moins onéreux et plus rapide que l'acier moulé. Il exige en effet un outillage perfectionné, une main-d'œuvre qualifiée et rare et des précautions spéciales lors de l'assemblage des divers éléments pour éviter les déformations. Pour la construction courante et en série on emploie de préférence des cylindres entièrement moulés qui se prêtent mieux, au surplus, à l'obtention de formes compliquées.

La construction soudée présente outre son économie les avantages secondaires suivants :

- suppression de fissures et interruptions de service en résultant ;
- réparation des avaries courantes par soudure sans levage de la machine ;
- économie de poids de 25 à 30 % ;
- possibilité de fixation des fonds de cylindres par boulons au lieu de goujons ce qui facilite le démontage.

La figure 112 représente l'assemblage des éléments du type de cylindre en tôle soudée monté sur la 141-136 D.

2° Corps de cylindre.

a) Epaisseurs des parois et chemisage.

L'épaisseur minimum à donner au corps de cylindre est limitée par la formule :

$$R = \frac{PD}{2e}$$

établissant dans les récipients cylindriques à parois minces la relation qui existe entre la pression intérieure effective P, le diamètre intérieur D, l'épaisseur e et le taux de fatigue R que peut supporter en toute sécurité, le métal dont le cylindre est composé. Pratiquement, le cylindre pouvant

être soumis à des efforts anormaux (coups d'eau), et les usures nécessitant des réalésages successifs, on est amené à se fixer une épaisseur minimum bien supérieure à celle déduite du calcul et pour les cylindres de gros diamètres, on utilise une formule de la forme : $e = a.PD + C$. L'épaisseur e varie ainsi de 24 à 35 m/m sur les différents types de locomotives.

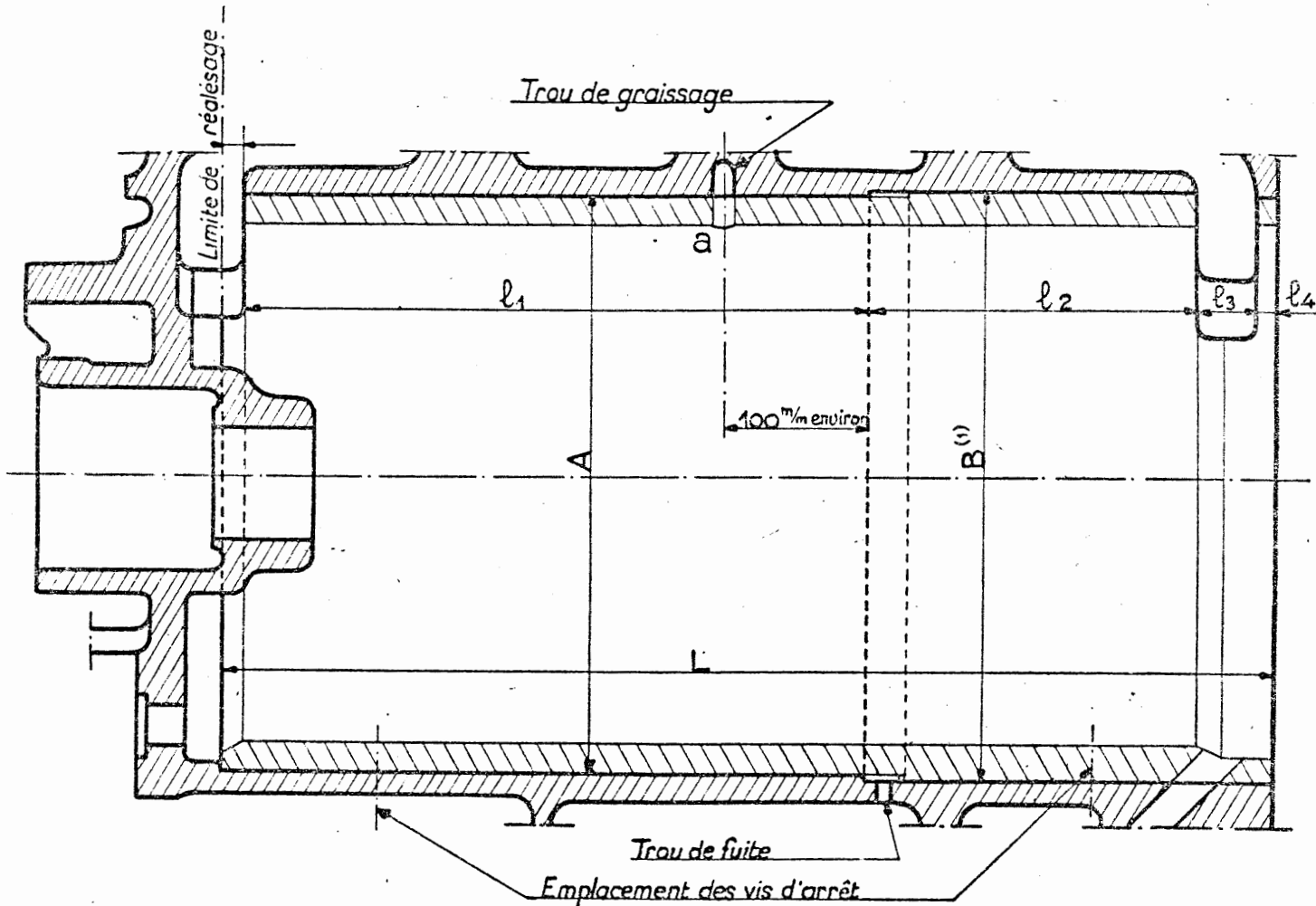


FIG. 107

L'épaisseur minimum admissible à limite d'usure et de réalésage est donnée par la formule :

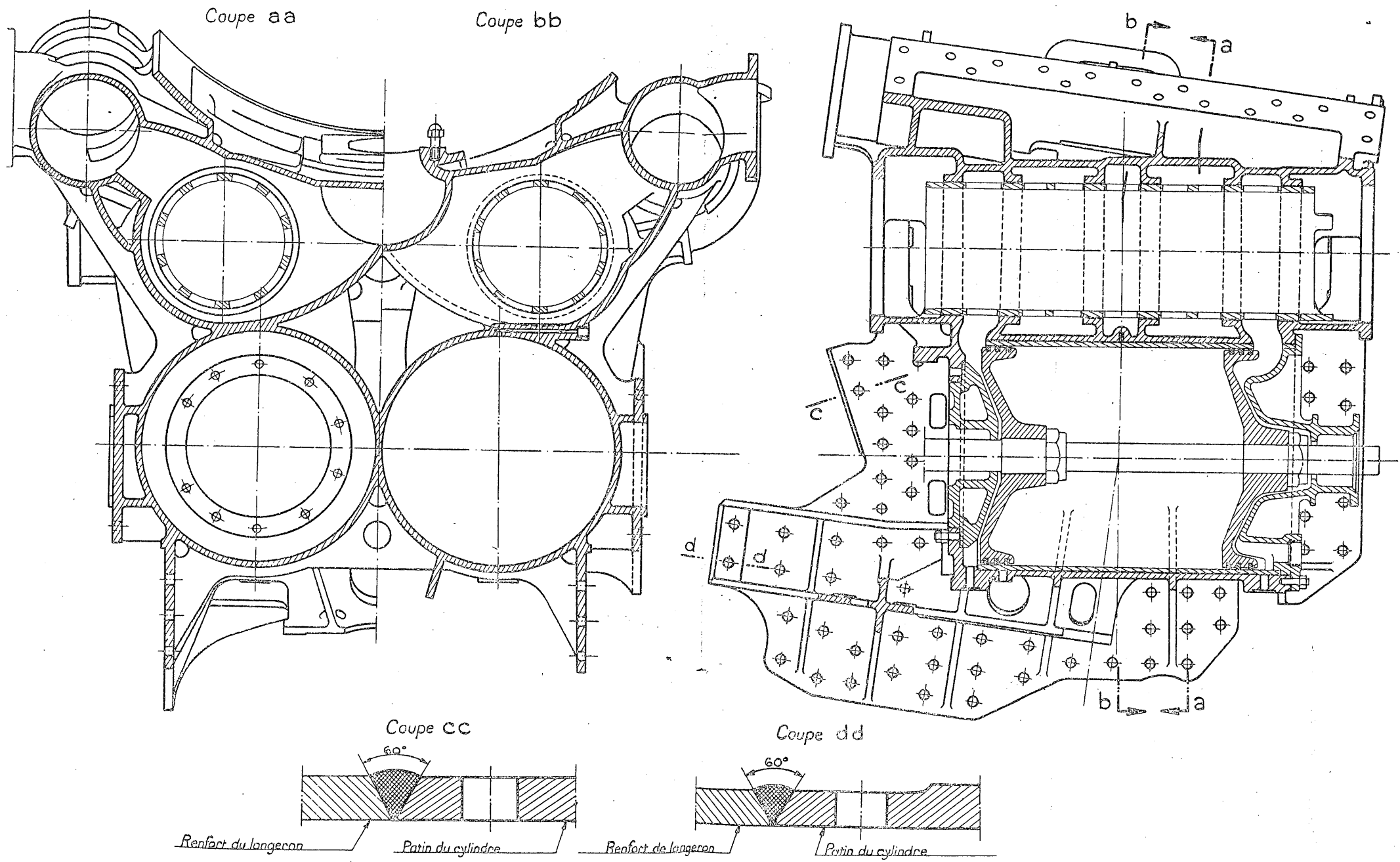
$$\frac{2e}{D} = \sqrt{\frac{R + P}{R - P} - 1}$$

où l'on admet $R = 3,5 \text{ kg/mm}^2$ pour la fonte FS des locomotives récentes, $R = 2,5 \text{ kg/mm}^2$ pour la fonte de qualité mal connue des locomotives anciennes et sous réserve des épaisseurs minima suivantes :

12 m/m si $P \leq 15 \text{ hpz}$

15 m/m si $P > 15 \text{ hpz}$

et qu'en aucun point l'épaisseur mesurée soit inférieure à 10 m/m.



Quand, par suite de réalésages successifs d'un cylindre en fonte, la limite d'usure est atteinte, le cylindre doit être chemisé. Les cylindres en acier sont chemisés d'origine. Les chemises utilisées sont en fonte douce F. S. 1. Pour faciliter leur emmanchement, elles peuvent être à deux étagements extérieurs (*fig. 107*).

La chemise comporte un talon de butée à l'avant du cylindre. L'extrémité avant de la chemise est affleurée à la face avant du cylindre ou légèrement en saillie par rapport à celle-ci, de manière que le joint de plateau s'appuie sur la chemise.

La portée du talon de la chemise sur l'épaule du cylindre d'une largeur au moins égale à 6 m/m, s'oppose aux fuites de vapeur par les lumières.

L'extrémité arrière de la chemise est libre, pour permettre la dilatation.

Pour faciliter la mise en place, la chemise est emmanchée avec un serrage de 0,2 m/m par mètre de diamètre sur une longueur uniforme de 200 m/m à partir du talon de butée, un jeu dia-

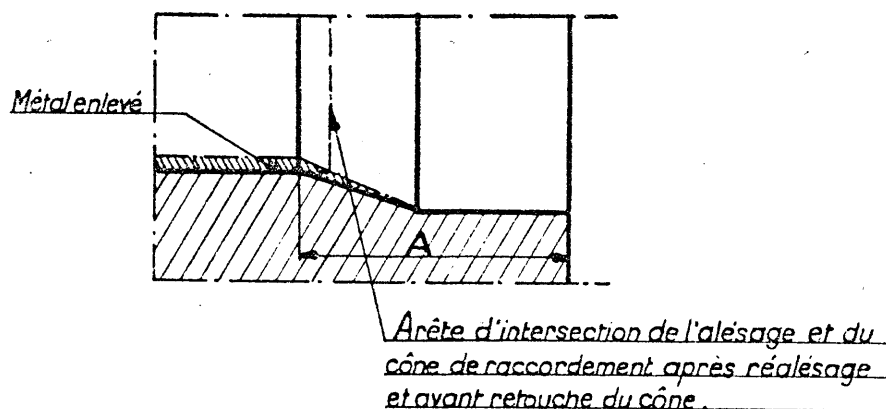


FIG. 108

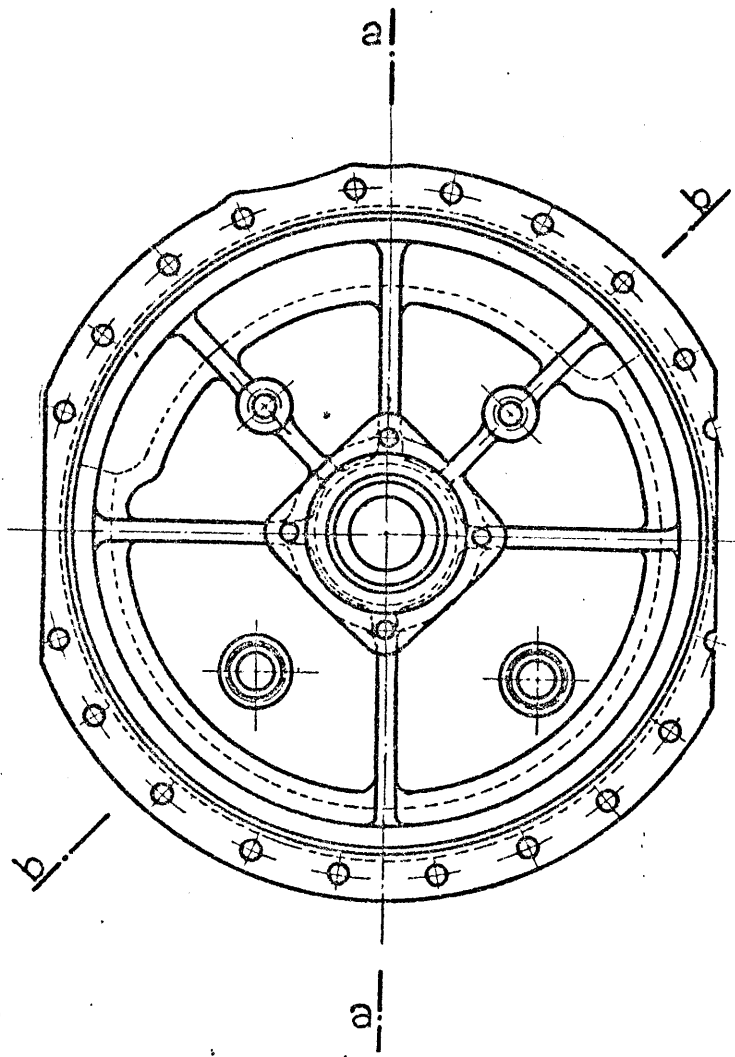
métral de 0,2 m/m étant réservé sur le reste de la longueur de la chemise. Une entrée conique de quelques millimètres de longueur est en outre prévue à l'extrémité arrière.

L'emmanchement se fait à la presse, sans chauffage préalable du cylindre, ou sans outillage spécial en provoquant la contraction préalable des chemises par refroidissement à l'azote liquide. La chemise est immobilisée par deux vis d'arrêt après mise en place.

Les cylindres chemisés peuvent être réalésés jusqu'à ce que l'épaisseur de la chemise à l'avant soit réduite à 7 m/m. Les chemises qui ne sont pas à réalésage peuvent être maintenues en service, tant que leur épaisseur n'est pas réduite à moins de 5 m/m.

b) Alésage.

L'alésage doit présenter une surface parfaitement cylindrique, il se fait en deux passes, la passe de finition étant aussi faible que possible de manière à obtenir une surface bien lisse. À chaque extrémité est ménagé un cône de raccordement de cet alésage avec la partie cylindrique de plus grand diamètre de l'entrée et de la chambre arrière. Ces cônes évitent la formation de saillies au bout d'un certain temps de marche et rendent possible la mise en place et la sortie du piston et de ses segments. La position des arêtes d'intersection de l'alésage et du cône doit demeurer invariable (*fig. 108*) pour être toujours très légèrement dépassée par le segment extrême du piston. La différence des diamètres de l'alésage primitif et de l'entrée ou de la chambre arrière est calculée pour permettre les réalésages prévus en conservant l'axe d'origine, on doit au besoin la maintenir à 2 m/m minimum par un réalésage concentrique de l'entrée et de la chambre arrière.



Coupe a a

Coupe b b

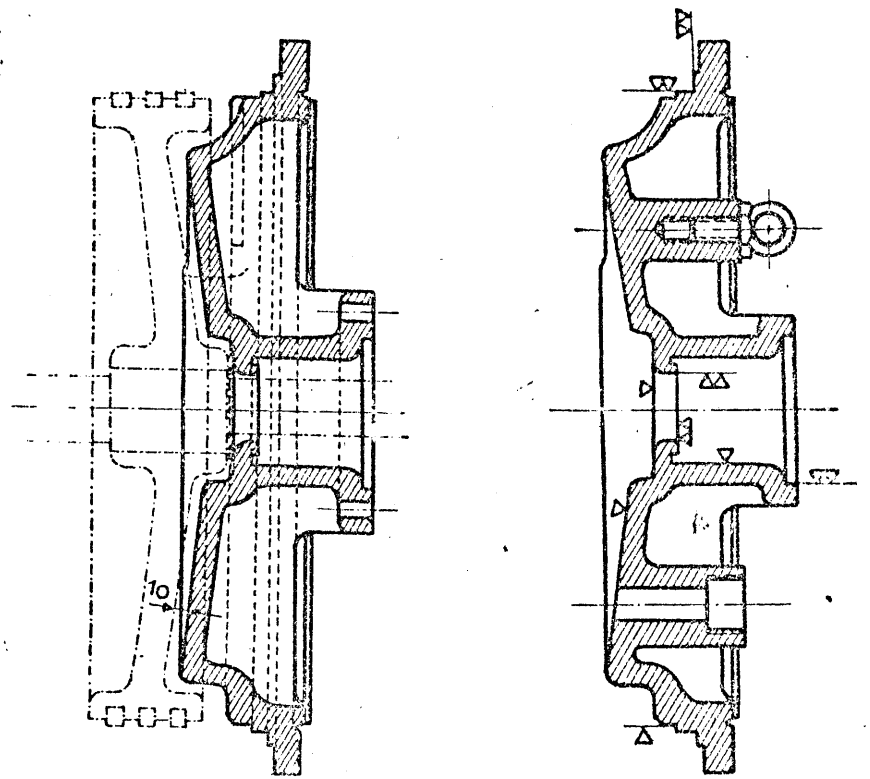
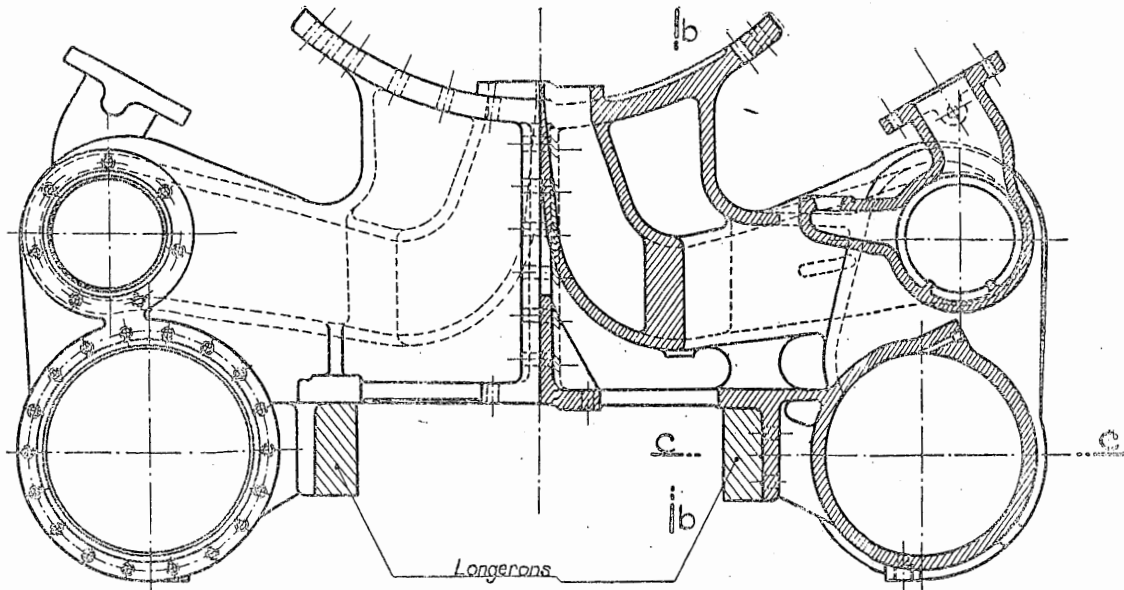
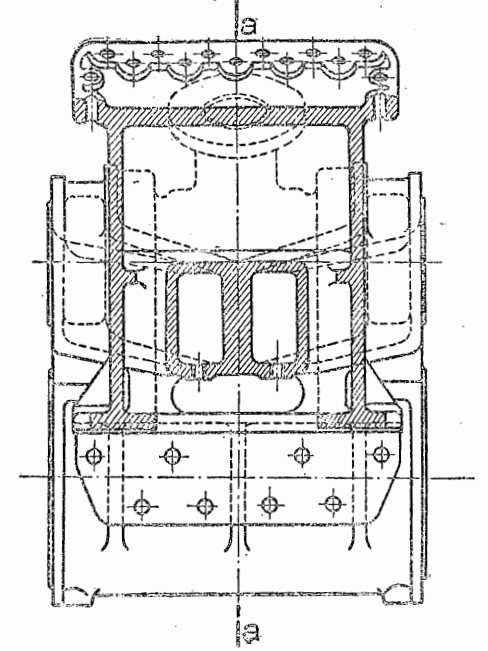


FIG. 109

Coupe aa



Coupe bb



Coupe cc

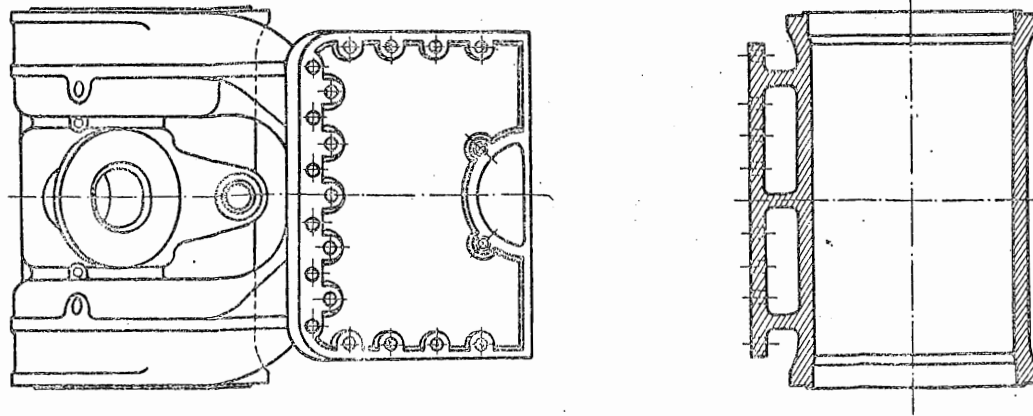


FIG. 113

L'axe d'alésage doit généralement couper celui de l'essieu moteur. Cependant, dans les machines américaines 140-A et B, l'axe du cylindre qui est horizontal passe à 50 m/m au-dessus de l'axe de l'essieu moteur.

Le trouble apporté par ce désaxement sur la distribution est négligeable. Il est vraisemblablement imposé par le respect du gabarit inférieur, les cylindres ne pouvant être inclinés pour rester interchangeables des deux côtés de la machine.

La longueur intérieure du corps de cylindre est égale à deux fois le rayon de la manivelle motrice augmentée de l'épaisseur du corps de piston et de la longueur des espaces morts AV et AR. Ce jeu est laissé pour que le piston ne cogne pas contre les fonds de cylindre lorsque la distance du piston à l'axe de l'essieu, au point mort, varie par suite de la dilatation, de l'usure des coussinets de boîtes, des glissières de boîtes, des articulations de la bielle motrice, ou par suite du déplacement du piston résultant du mouvement vertical de l'essieu par rapport au châssis. Ce dernier effet est d'autant plus sensible que la bielle est plus courte et que l'axe de l'essieu est davantage incliné. Lorsque l'axe du cylindre est par exemple incliné de 12 cm. par mètre, avec une bielle motrice de 1 m. 50 et une course de 0 m. 60, le piston à fond de course peut être déplacé d'environ 8 m/m vers l'arrière si le jeu des ressorts permet une oscillation de 4 cm. de part et d'autre de la position normale de l'essieu.

Avec des coins généralement placés face avant, le rappel du jeu des boîtes a tendance à rapprocher le piston par rapport à l'axe de l'essieu c'est-à-dire à diminuer l'espace mort arrière.

Pour ces deux raisons, l'espace mort est généralement plus élevé face arrière du piston que face avant.

Un jeu minimum de 6 m/m peut être suffisant, mais on le porte souvent jusqu'à 10 et 20 m/m lorsque le permet le volume de l'espace mort qui doit atteindre environ 10 % sur les machines à simple expansion et 20 % dans les compound pour éviter une compression excessive à grandes vitesses.

c) **Epreuves des cylindres.**

Les cylindres sont éprouvés à la construction et à l'occasion des grandes réparations, pour contrôler leur résistance et leur étanchéité.

Une épreuve hydraulique s'impose en outre quand un cylindre a fait l'objet d'une réparation d'une certaine importance intéressant une partie soumise à la pression de la vapeur.

La pression d'épreuve est :

— cylindres HP et simple expansion : $P + 3 \text{ Hz}$.

— cylindres BP $\frac{P}{2} + 2 \text{ Hz}$.

(P = timbre de la chaudière).

3° **Plateaux et fonds de cylindre.**

a) **Plateaux** (fig. 109).

Lorsque le cylindre n'a qu'un seul plateau, ce dernier est toujours placé du côté opposé à l'essieu moteur pour qu'on puisse sortir le piston et sa tige sans démonter les glissières.

Le plateau le plus rudimentaire est un simple disque en acier ou en fonte qui vient s'appliquer sur la bride du cylindre. Le plateau présente le plus généralement une saillie qui pénètre dans le cylindre pour éviter d'avoir des espaces morts exagérés, ou parce qu'on a été conduit à allonger l'amorce du cylindre pour que les goujons de fixation ne débouchent dans les conduits d'admission ; la saillie épouse alors la forme du piston quand celui-ci est à fond de course ; on lui donne une épaisseur uniforme pour réduire le poids et on le consolide par des nervures rayonnantes. La saillie doit être tournée extérieurement de façon à s'ajuster à frottement doux dans l'entrée du cylindre ce qui assure un centrage correct du plateau et concourt à l'étanchéité en soustrayant le joint à l'action directe de la vapeur. Le plateau est maintenu directement par des écrous vissés sur des

goujons que porte la bride du cylindre ou par l'intermédiaire d'un cercle de fixation avec joint rodé (1). La figure 121 A et B représente deux montages des goujons fixant le fond arrière ou avant de cylindre HP des 141 P dont l'un sert en même temps d'entretoise du conduit de vapeur.

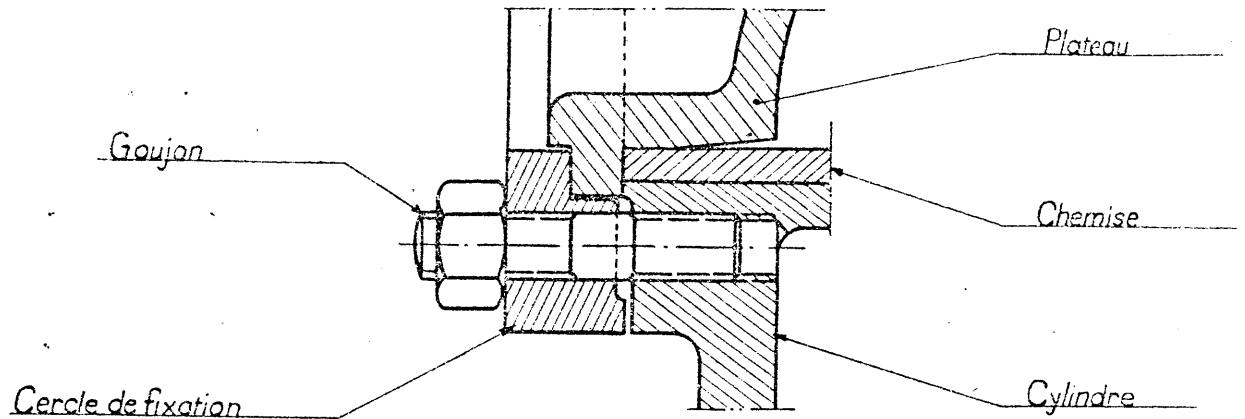


FIG. 121 A

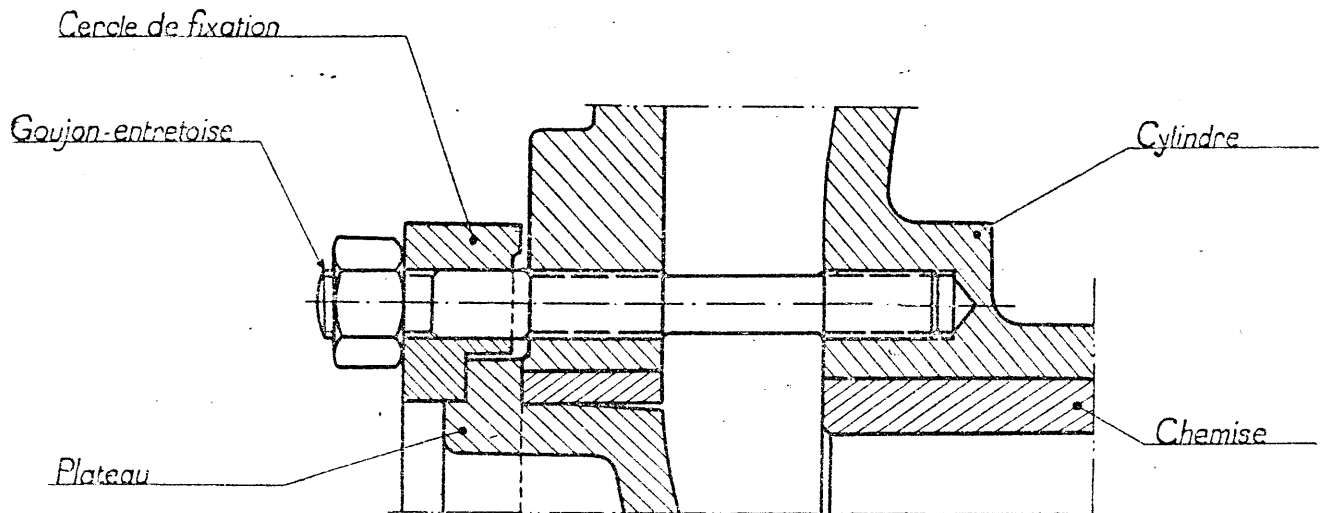


FIG. 121 B

remarquera que le cercle de serrage porte à l'extérieur une languette qui limite les déformations du cercle lors du serrage des écrous.

Le plateau est généralement d'épaisseur moindre que le cylindre ou comporte une gorge de rupture extérieure ou intérieure (fig. 109). En cas de coup d'eau, c'est le plateau qui cède et non le cylindre dont le remplacement ou la réparation seraient plus onéreux.

(1) Ce cercle a pour but de soustraire le plateau aux tensions dues au serrage des écrous de fixation et d'éviter ainsi les ruptures consécutives à ces tensions. Il est toujours appliqué dans le cas des machines dont les joints de plateaux sont effectués par rodage.

b) **Fonds de cylindre.**

Le fond arrière de cylindre peut être venu de fonderie avec le cylindre. Ces fonds comportent sur leur face externe le logement de la garniture de tige de piston et les attaches des glissières de crosse. Les cylindres HP des machines anciennes de l'Etat sont presque tous dans ce cas. Dans certains cylindres, en particulier les cylindres BP, une partie seulement du fond, formant couronne, est venue de fonderie. Dans ce cas, le cylindre reçoit un fond rapporté par l'intérieur et s'ajustant très exactement et sans aucun jeu dans l'alésage de la couronne ; ce fond est fixé par des boulons dont la tête est noyée côté piston, les écrous étant à l'extérieur sur la couronne venue de fonderie (fig. 110).

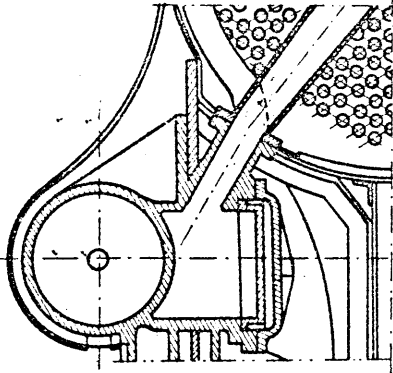


FIG. 114

Le fond rapporté comporte le logement de la garniture et les goujons de fixation du presse-garniture, ainsi que les attaches des glissières de crosse et les bossages pour montage des soupapes de décharge. Ajusté dans la couronne du cylindre, il est convenablement centré dès sa mise en place.

Quand le fond entier est rapporté et monté comme le plateau avant, il est centré par sa pénétration dans le cylindre qui est ajustée très exactement dans la partie arrière de grand diamètre.

L'utilisation de plateaux symétriques, le cylindre étant ouvert aux deux bouts, conjointement avec des cylindres absolument symétriques par rapport à leur plan médian transversal (les axes des pistons et distributeurs en parti-

culier doivent être horizontaux) permet de rendre interchangeables les cylindres droit et gauche ce qui facilite la fabrication et l'approvisionnement.

Cette disposition est d'origine américaine.

c) **Joints.**

Le meilleur joint est celui obtenu par un dressage parfait des surfaces en contact qui suffit à assurer l'étanchéité. Les joints interposés de mastic, de minium, de céruse et de filasse sont toujours trop épais et se désagrègent au contact de la vapeur. Lorsque les portées ne sont pas parfaitement dressées, on emploie de préférence un fil de cuivre cannelé obtenu par laminage d'un fil rond de 4 à 6 m/m. On lui fait contourner le plus près possible le corps des goujons de façon à réduire le serrage en porte à faux et la déformation des brides tout en empêchant le débordement du joint dans l'orifice.

d) **Enveloppe et calorifugeage.**

Les cylindres extérieurs sont enveloppés d'une chemise métallique mince avec interposition d'un matelas d'air ou de préférence d'un produit calorifuge. Cette enveloppe a pour but d'éviter le refroidissement par rayonnement et convection et les pertes par action de paroi. Les plateaux sont aussi recouverts d'une enveloppe et ses cavités bourrées d'un calorifuge.

La figure 111 représente le fond arrière d'un cylindre BP de 141 P à double toile permettant le garnissage.

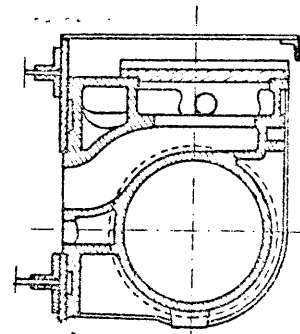


FIG. 115

4° **Boîtes à vapeur.**

a) **Position.**

La position des boîtes à vapeur par rapport aux cylindres est très variable.

— Cylindres extérieurs.

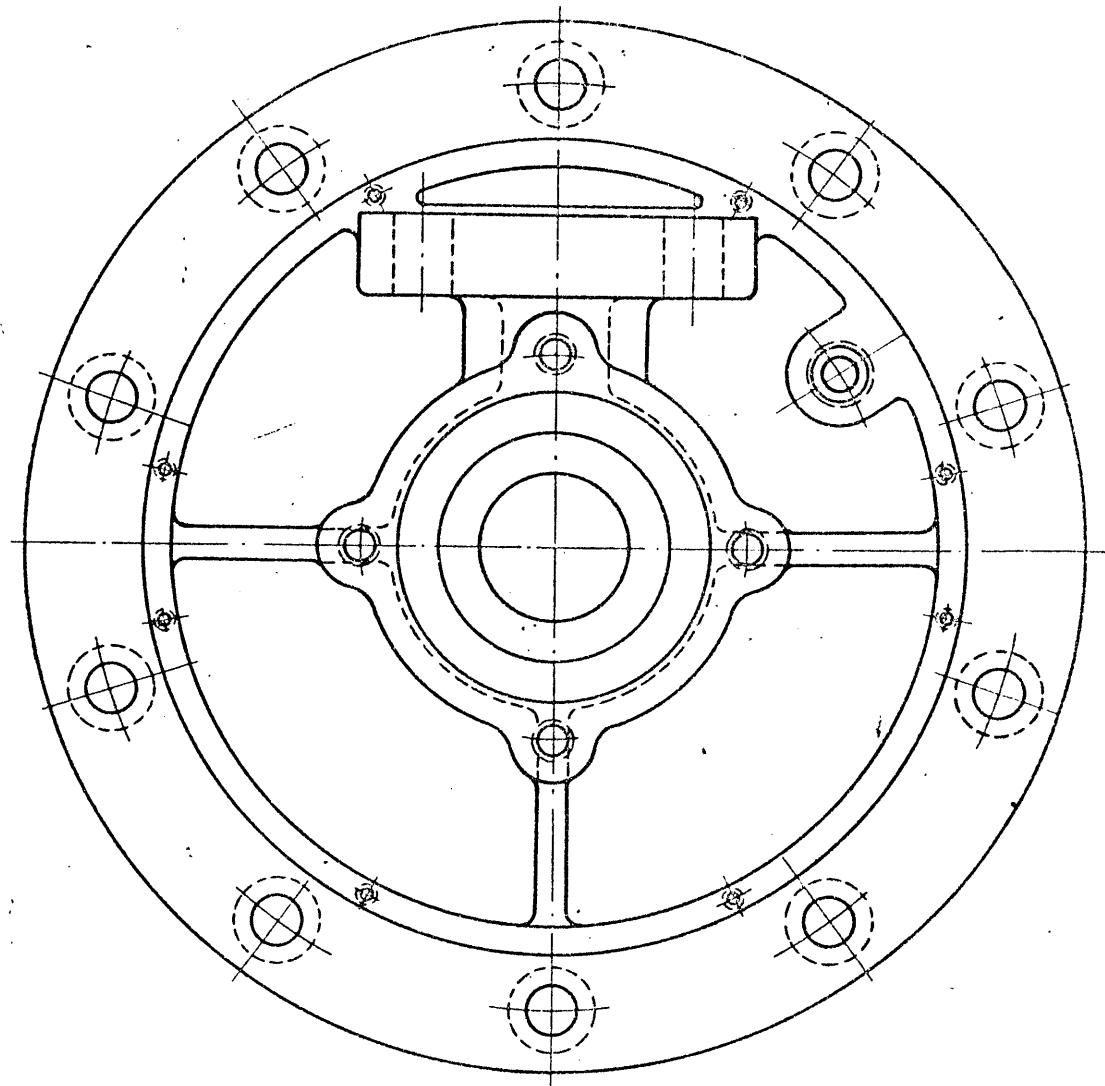
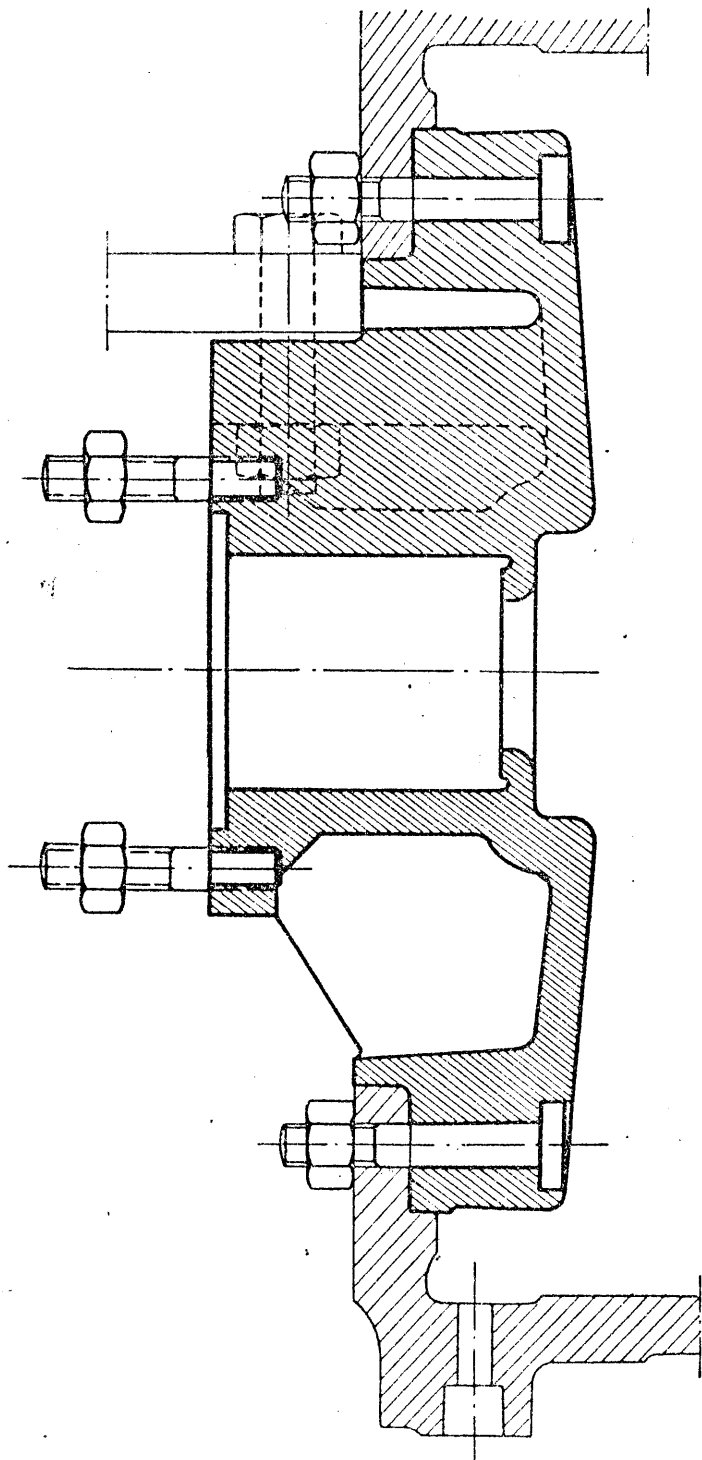


FIG. 110

Sur les machines très anciennes, les tiroirs qui sont plans étaient placés verticalement entre les longerons, les excentriques étant à l'intérieur ; il n'y avait pas de contre-manivelle ce qui permettait l'emploi de bielles d'accouplement à bagues (fig. 114). Généralement les tiroirs sont placés à l'extérieur et au-dessus du cylindre ce qui les rend plus accessibles (fig. 115 et 116). L'inclinaison

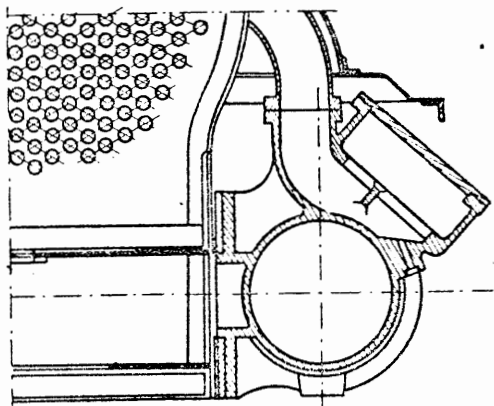


FIG. 116

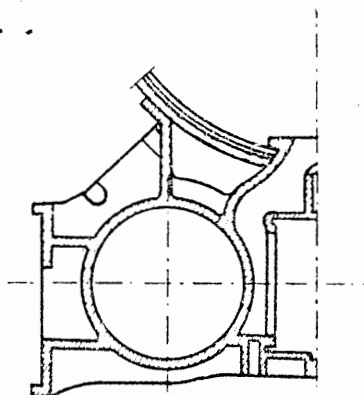


FIG. 117

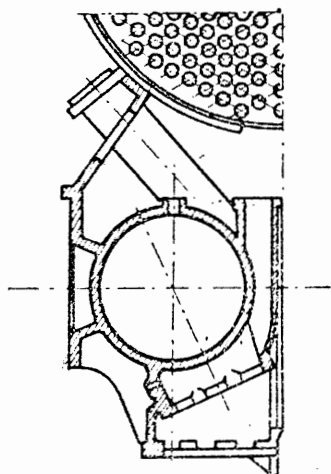


FIG. 118

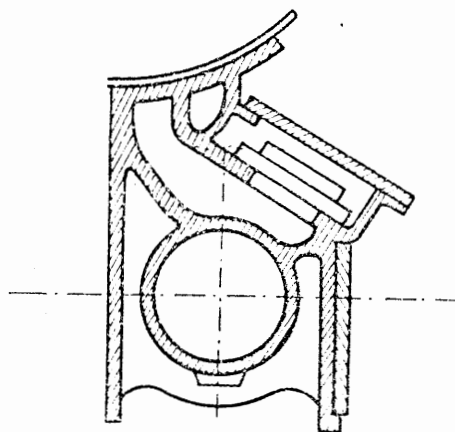


FIG. 119

des tables dans les deux sens transversal et longitudinal était déterminée, avant l'emploi de la coulisse Walschaërts, par le double souci de réduire les espaces morts et de maintenir la tige de tiroir dans l'axe de la distribution (d'où parfois l'emploi de fausses tiges guidées). Avec la coulisse Walschaërts, moins encombrante, la glace peut être horizontale et disposée symétriquement par rapport au cylindre, les distributeurs cylindriques peuvent être parallèles au cylindre.

— Cylindres intérieurs.

Les boîtes à vapeur, quelquefois extérieures sur quelques anciennes séries réformées, sont généralement intérieures. Sur les plus anciennes machines les tiroirs plans ont été placés parallèlement dos à dos entre les deux cylindres (fig. 117) ils étaient peu accessibles par le couvercle unique de

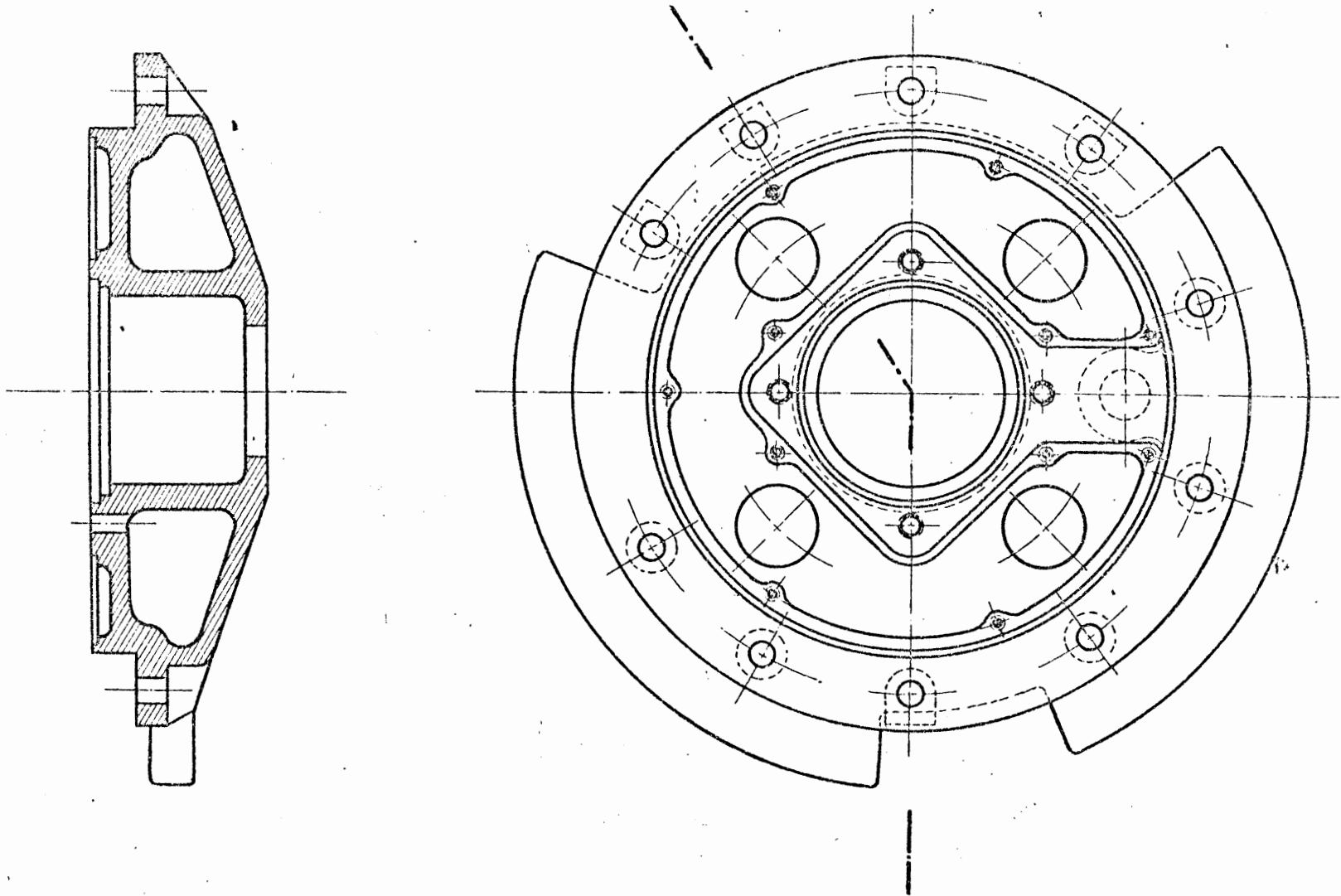
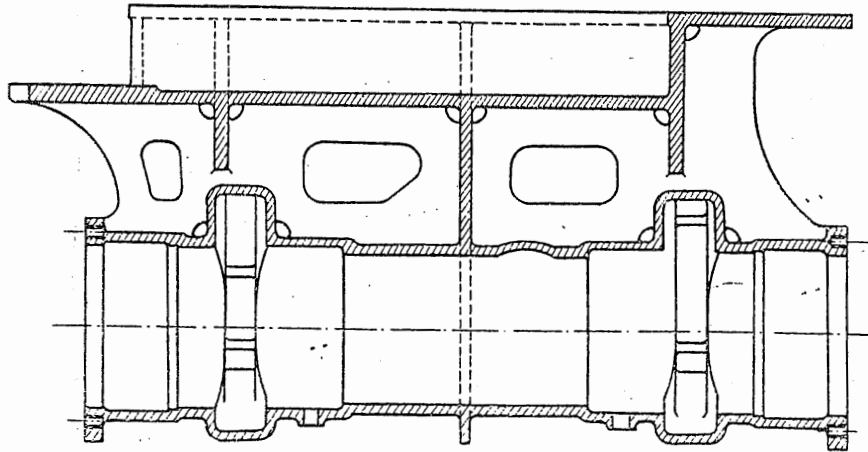
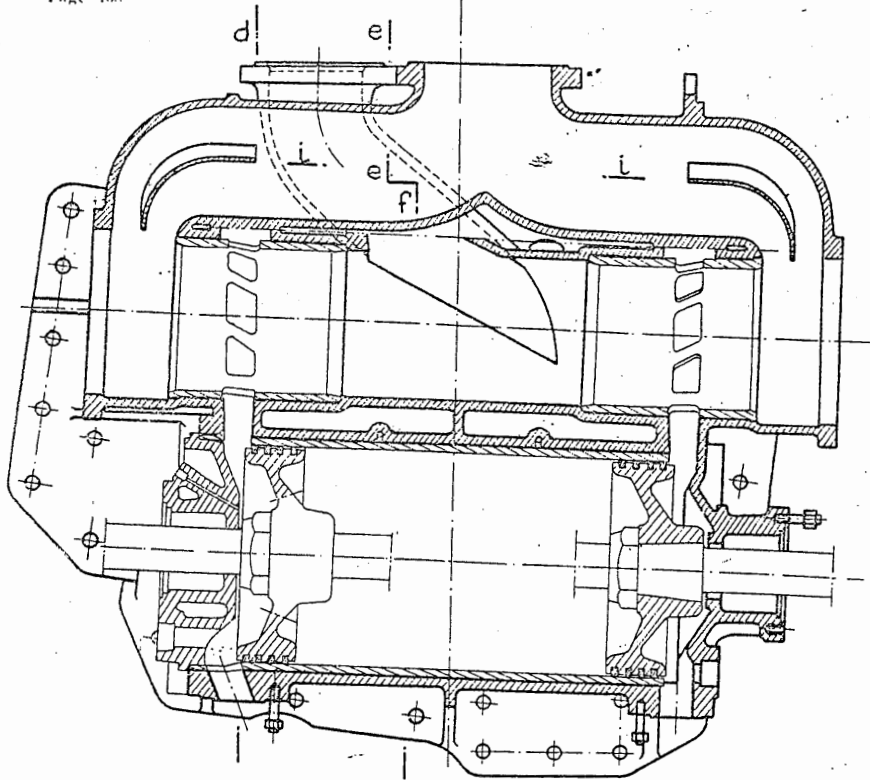


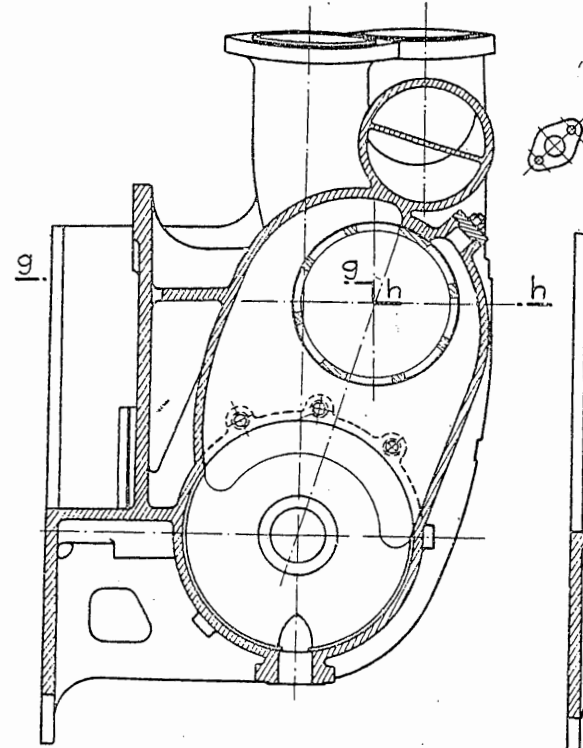
FIG. 111

Coupe aabbcc

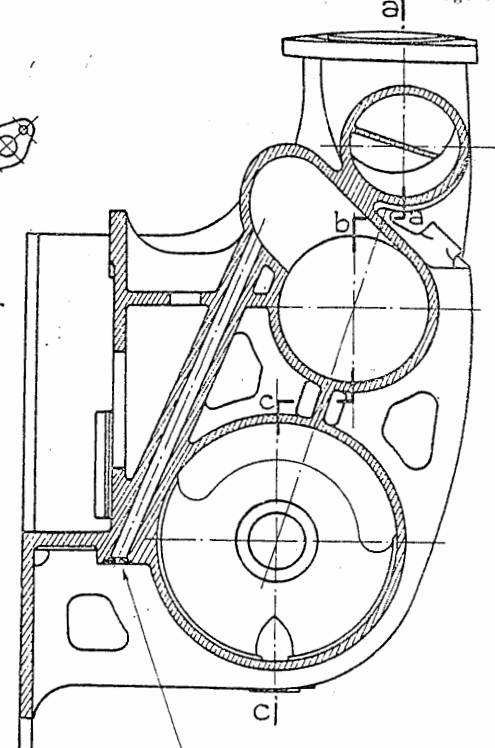


Coupe gghh

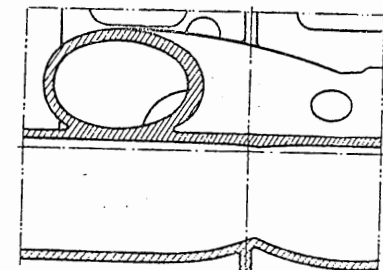
Coupe dd



Coupe eeff



Prise de vapeur du by-pass



Coupe ii

FIG. 120

boîte à vapeur à l'avant. Pour augmenter le volume des cylindres, on les disposa ensuite obliquement en dessous des cylindres, c'était le cas de nombreuses machines de banlieue (*fig. 118*) ; cette disposition permettait une purge constante des cylindres et boîte à vapeur. Avec l'emploi de la coulisse Walschaërts et pour faciliter l'ajustage, on disposa ensuite les tables au-dessus des cylindres inclinées vers l'extérieur (*fig. 119*).

b) Volume.

Alors que le rapport $\frac{v}{V}$ du volume de la boîte à vapeur (à distributeurs cylindriques) à celui du cylindre n'était que de $1/5$ jusque vers 1930, il a été porté à 1 sur les machines modernes pour réduire les pertes de charge. Le tracé des canaux d'admission et d'échappement autour des distributeurs a aussi été amélioré pour régulariser le débit de vapeur sans perte de charge (voir chap. I, § A, 1^o). Sur les 141 P par exemple, ce tracé a dû être l'objet de soins particuliers puisque la vitesse prévue de 105 km/h y représente pour des roues de 1 m. 650 le même problème d'écoulement que la vitesse de 127 km/h pour les roues de 2 m. des Pacific (*fig. 120*).

5° Fixation des cylindres.

Le cylindre se fixe généralement au longeron par une patte d'attache. La rigidité de l'assemblage est assurée par des boulons *introduits avec un très léger serrage* dans les trous alésés ensemble du cylindre et du longeron. Pour éviter le cisaillement de ces boulons, d'une part sous l'action de la poussée de la vapeur sur les plateaux, d'autre part, sous l'action du poids du cylindre et du piston, la face d'application du cylindre comporte des parties en saillie qui s'ajustent dans des évidements correspondants du longeron et immobilisent le cylindre dans le sens vertical et dans le sens longitudinal. Ces parties en saillie peuvent être de simples talons venus de fonderie ou des bossages carrés ou rectangulaires pénétrant à frottement dur dans des évidements de mêmes dimensions du longeron (*fig. 114 à 119*). On réalise également l'arrêt du cylindre dans le sens longitudinal par talons de métal rapporté à la soudure sur le longeron (machines 231-500).

Lorsque les cylindres sont extérieurs, leur fixation doit être soignée parce que leur poids et l'action de la vapeur agissent en porte à faux sur leurs attaches. Les longerons sont alors entretoisés à l'endroit des cylindres et les boulons de fixation du cylindre assemblent cylindre, longeron et entretoise (ou caissonnement).

Dans la disposition américaine le bloc cylindre forme une entretoise qui embrasse les longerons presque complètement. Pour s'opposer à tout ébranlement on superpose à l'assemblage par boulons, habituel en Europe, un clavetage du cylindre sur le longeron.

B. — PISTONS

Le piston moteur transmet à la bielle motrice, par l'intermédiaire de sa tige et de la crosse, les efforts exercés par la vapeur alternativement sur ses deux faces. Il doit constituer une cloison mobile et parfaitement étanche qui sépare les deux parties du cylindre, l'une en communication avec l'admission, l'autre avec l'échappement. Cette condition exige que le piston soit suffisamment robuste pour résister à l'effort considérable que la vapeur exerce sur lui ; il faut également qu'il soit à même de supporter les chocs provenant des coups d'eau.

Mais le piston doit être aussi léger que possible pour ne pas accroître pendant son mouvement alternatif, l'effet perturbateur des forces d'inertie.

Le piston se compose de la souche munie d'une garniture formée par les segments en fonte destinés à assurer l'étanchéité, de la tige et parfois de la contre-tige.

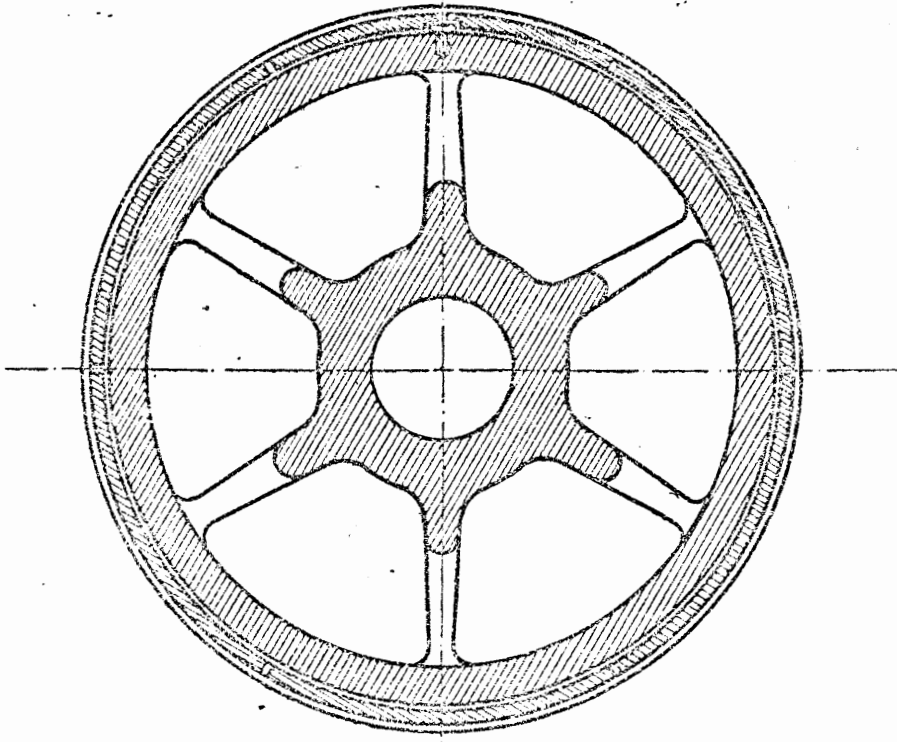
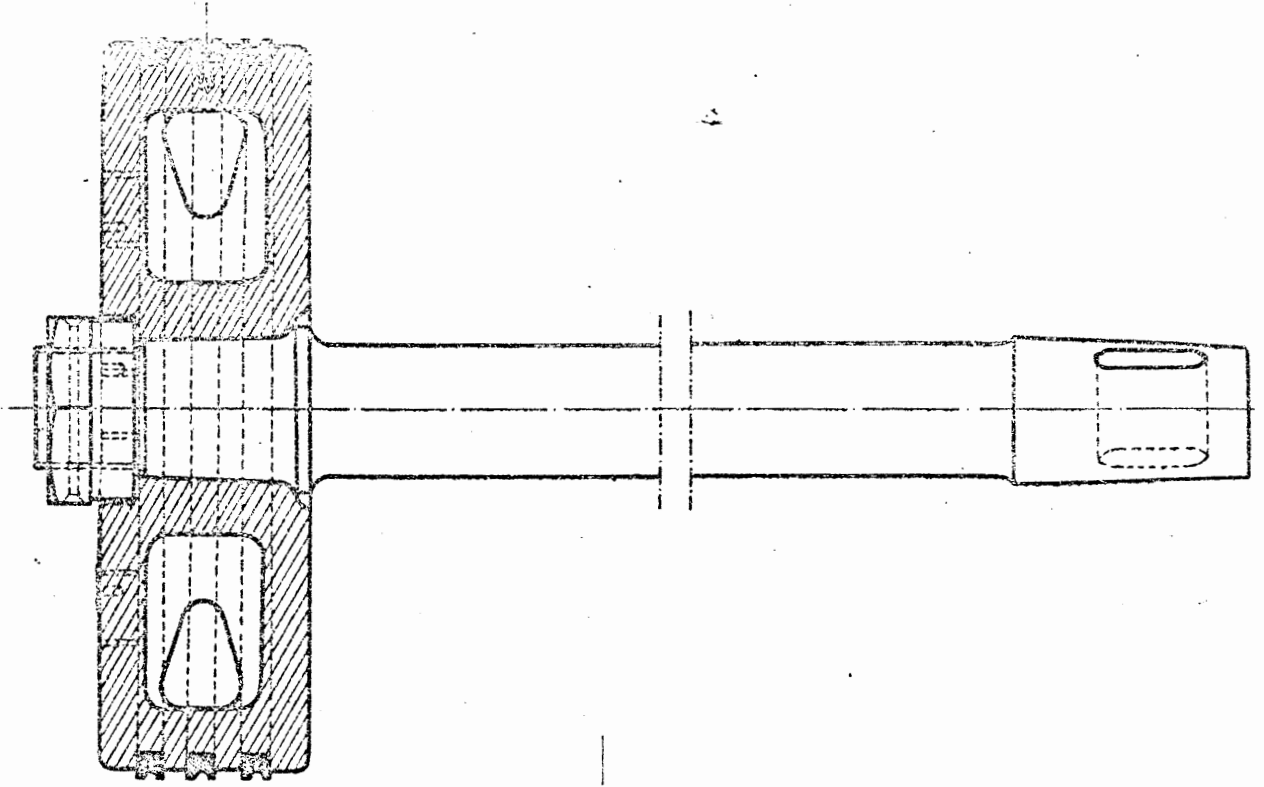


FIG. 122

1° Souche.

La souche ou disque peut être soit en fonte, soit en acier moulé ou estampé. Une croix imprimée en creux sur la face AV de la toile repère le point bas du piston.

Pour satisfaire aux deux conditions de résistance et de légèreté que doit remplir le piston on n'utilise plus actuellement que le disque de piston évidé en acier dont le poids varie du tiers à la moitié de celui du même piston en fonte. Les pistons en fonte de la *figure 122* (américaines B) et de la *figure 127* (030-000) sont à doubles parois planes entretoisées ou nervurées. Les formes les plus courantes des pistons en acier sont celles des *figures 126* (230-500), *figures 125* (230-781 à 800) et *figure 123* (141-P). La forme bombée ou en tronc de cône de la toile (*fig. 123*) permet par sa raideur naturelle de réduire encore l'épaisseur de cette dernière comparativement à la forme plane. En dirigeant la grande base de ce cône vers l'essieu moteur, ce qui permet de rentrer la boîte à garniture vers l'intérieur du cylindre, on peut ramasser davantage l'ensemble cylindre-mécanisme, ce qui peut être intéressant dans le cas des bielles courtes BP.

Les règles régionales prévoient un jeu d'origine des souches dans les alésages de 3, 4 et 5 m/m suivant les diamètres, mais elles tolèrent après réalésages et en service un jeu allant jusqu'à 5 m/m, avant utilisation d'un piston *bis* ou *ter*. Elles prévoient également pour éviter le frottement des souches sur la partie inférieure des cylindres (particulièrement dans le cas des pistons sans contre-tige) une épaisseur d'origine des segments supérieure de 1,5 à 2,5 m/m suivant le diamètre, à la profondeur des gorges (l'excentricité vers le bas des fonds de gorge ayant été supprimée). Cette marge d'usure des segments avant que la souche ne vienne porter sur le cylindre, augmente au fur et à mesure qu'il est utilisé pour une même souche et suivant le diamètre accru de réalésage du cylindre, une des deux autres épaisseurs prévues des segments, généralement supérieures à celle d'origine de 1,5 à 2 m/m et de 3 à 4 m/m (voir tableau § 4^o suivant). On a reconnu maintenant que pour assurer une bonne tenue des segments et permettre l'emploi de segments étroits favorables à l'étanchéité il est nécessaire que le jeu entre corps de piston et alésage du cylindre soit réduit d'origine à 1 ou 2 m/m. De crainte que ce jeu réduit provoque des frottements pouvant entraîner des rayures dans le cylindre, des dispositions spéciales doivent être prises, qu'il y ait une contre-tige ou non :

— Les pistons HP à contre-tiges des 241-A (*fig. 124*) comportent un disque en acier moulé sur le pourtour duquel sont montées par empilage des couronnes en bronze formant gorge pour la mise en place de quatre segments. L'ensemble des couronnes est serré par un cercle en acier moulé fixé sur la cuvette du piston par sept goujons spéciaux à embase. Cette disposition permet de mettre en place les segments sans les ouvrir, ils assurent ainsi une meilleure étanchéité.

— Les pistons sans contre-tige des 42-101 à 140 (*fig. 128*) comportent sur la périphérie une couronne monobloc en bronze fixée sur la partie centrale à l'aide de boulons. Ces pistons sont d'ailleurs prévus pour frotter normalement sur la partie inférieure des cylindres, l'épaisseur des segments étant inférieure à la profondeur de la gorge.

— D'origine ou à chaque réalésage ou reprise de jeu diamétral, on garnit la partie inférieure de la souche en acier d'un revêtement en métal cuivreux (*fig. 123*). Pour cela, après tournage du corps du piston au diamètre D-1 (D étant le diamètre du cylindre), on détalonne au tour la partie inférieure du piston en excentrant l'ensemble, on recharge la partie détalonnée et l'on retourne au diamètre D-1.

— D'origine les pistons en fonte sans contre-tige des locomotives américaines B étaient prévus pour frotter sur la partie inférieure des cylindres comme les couronnes de bronze des pistons type Est sans contre-tige. Mais, l'épaisseur des segments étant jugée trop forte (19 m/m) et afin de faire supporter la souche par les segments tout en obtenant une pression admissible sur ces derniers, ces pistons ont subi une modification consistant dans l'apport à fond de gorge d'une cale de 6 m/m d'épaisseur et dans l'addition d'un troisième segment.

Les jeux maxima à admettre du piston dans le cylindre (différence de cote entre le plus grand diamètre d'alésage du cylindre et le diamètre horizontal du piston) seraient les suivants avec les nouvelles règles :

	Atelier	Dépôt
Piston HP et piston à simple expansion.....	5	7
Piston BP.....	6	8

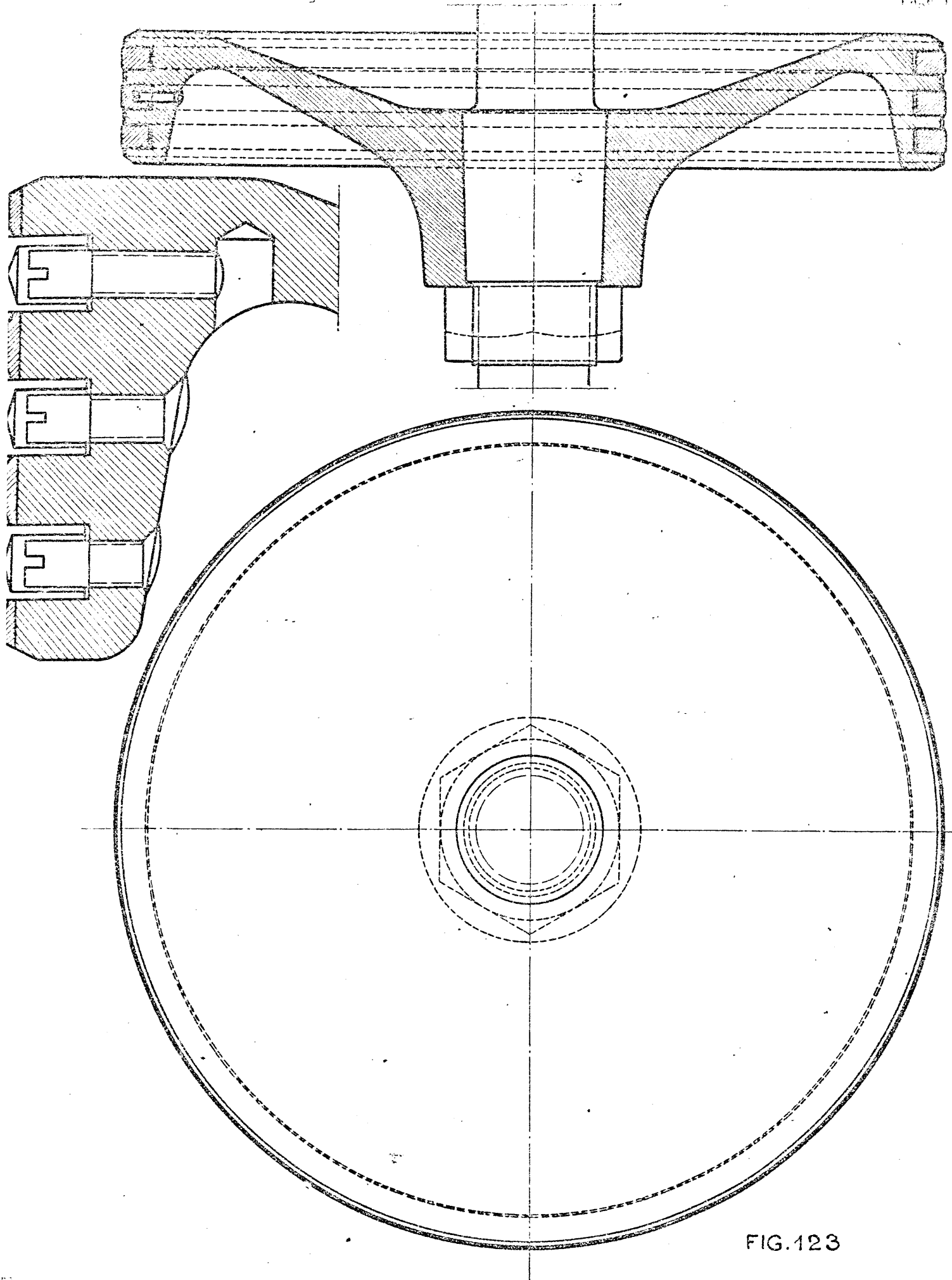
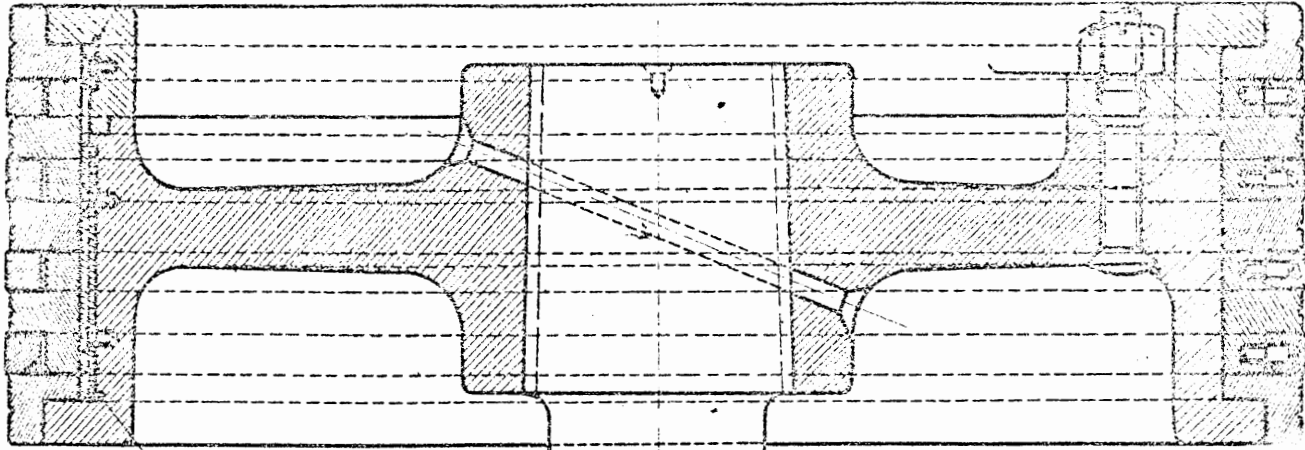


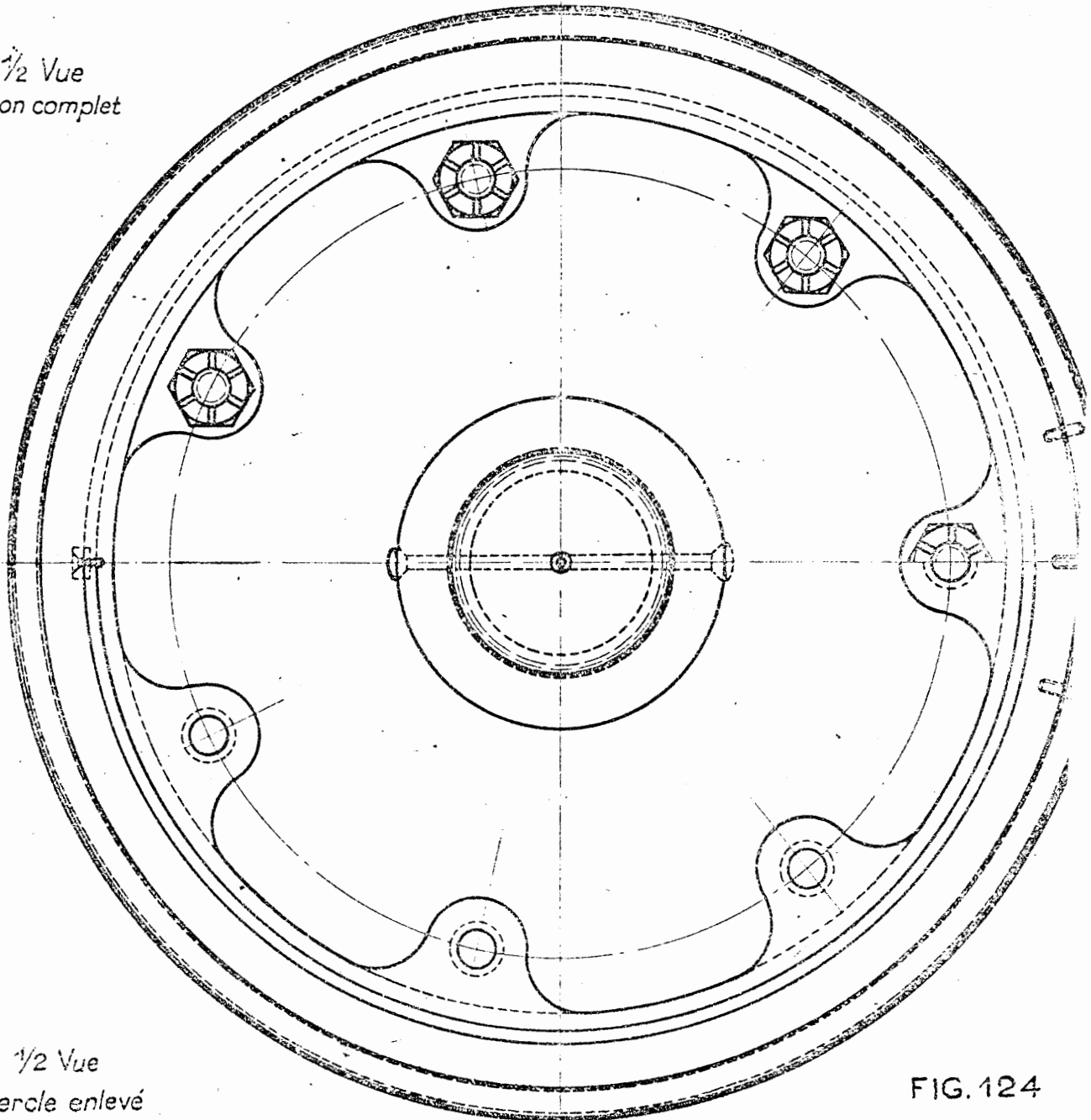
FIG. 123

Clavette A'



Clavette R (fixation par vis)

$\frac{1}{2}$ Vue
Piston complet



$\frac{1}{2}$ Vue
Cercle enlevé

FIG. 124

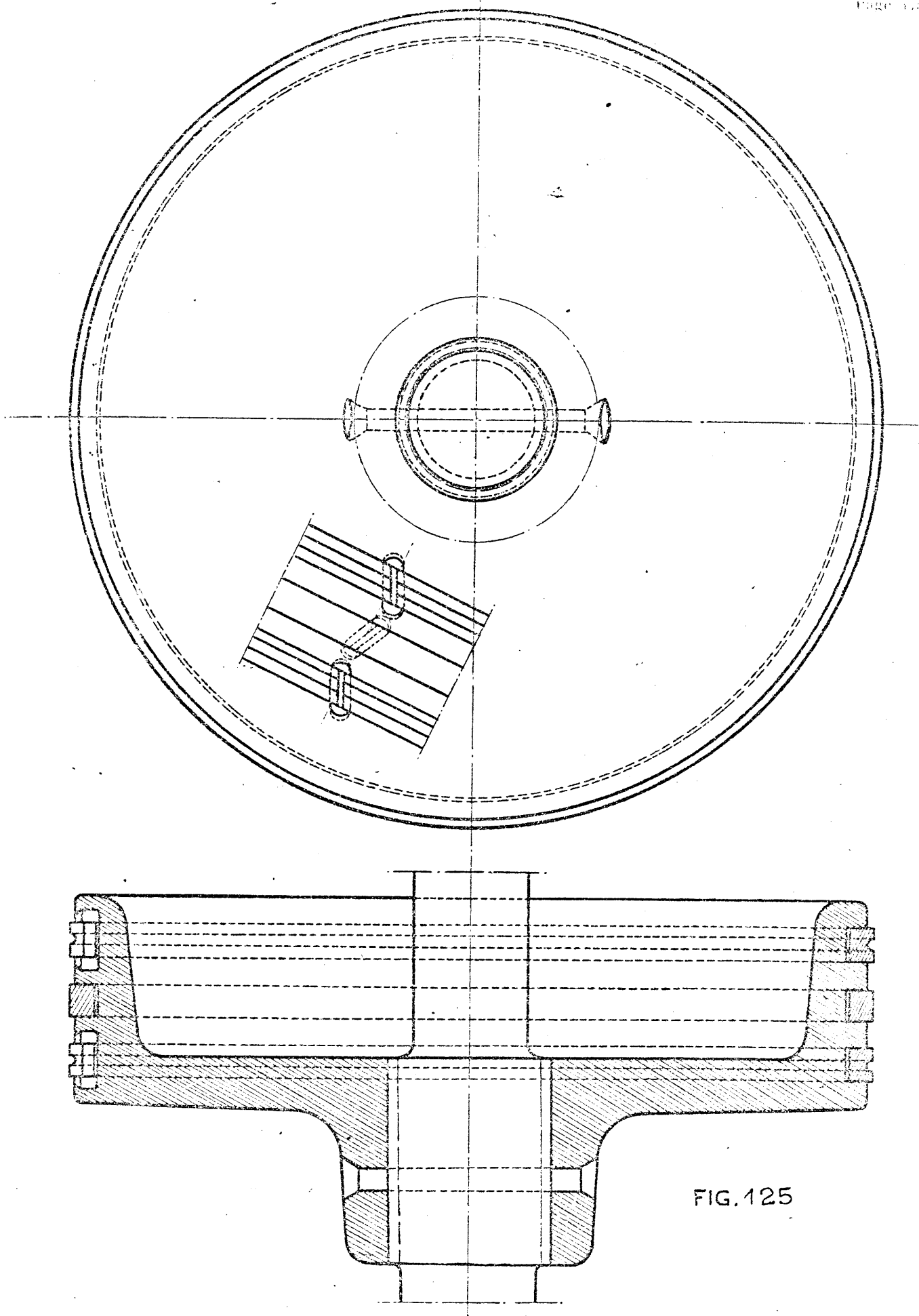


FIG. 125

D'autre part, l'usure du point bas du piston et du cylindre ne devrait pas se traduire par une excentration vers le bas de plus de 3 m/m de la tige de piston par rapport à la boîte à garniture.

2° Assemblage des pistons.

L'assemblage de la tige sur le piston doit être très résistant, la pression de la vapeur qui tend à les séparer pouvant atteindre jusqu'à 42 tonnes (141-C).

Il existe trois modes d'assemblage à demeure de la tige avec le corps de piston :

— L'emmanchement à chaud sur portée conique lisse, qui ne convient que pour les pistons monoblocs non frettés (*fig. 123 et 122*).

— L'emmanchement à froid ou à chaud sur portée conique fileté à filet triangulaire ou de préférence rond (*fig. 128, 127, 126, 125, 124*). L'emmanchement à froid sur portée conique à filets ronds est la solution courante à la Région Ouest.

— L'emmanchement à froid à la presse sur portée cylindrique lisse.

Pour ces trois modes d'assemblage, il est prévu un dispositif de sécurité constitué de la façon suivante :

Premier cas. — Pistons avec contre-tige : un écrou de blocage arrêté par deux cordons de soudeure sur pans opposés (*fig. 123*). Pistons sans contre-tige : une rivure de l'extrémité de la tige dans un chanfrein pratiqué sur le corps de piston (*fig. 128*).

Deuxième cas. — Une goupille conique rivée à chaque extrémité traverse de part en part le moyeu du piston et la tige (*fig. 128, 126, 125, 124*).

Troisième cas. — Un écrou goupillé avec rivure du dernier filet de la tige (*fig. 122*) ou une clavette (*fig. 127*).

Pour le calage à chaud sur portée conique lisse, la tige étant dégrossie, on tourne au même cône (norme C. N. N. 5036) l'alésage du corps de piston et la partie de la tige emmanchée dans le corps de piston. Cette dernière partie est tournée de manière que, présentée à froid dans le corps de piston, elle présente un serrage d'environ 15 m/m.

Dans un four électrique à température contrôlée, les corps de pistons sont chauffés à la température de :

500° pour les corps de pistons en acier,

400° pour les corps de pistons en fonte.

La tige est ensuite mise en place dans son logement et quelques coups de masse frappés en bout aident à l'immobiliser. On vérifie alors, d'après un repère frappé sur la tige, que la pénétration de la tige est bien comprise entre 11 et 14 m/m. Elle varie suivant le diamètre et la forme des corps de pistons. Le refroidissement se fait à l'air libre.

Après calage du disque, on procède à la préparation de la rivure des pistons sans contre-tige et l'on effectue le rivetage. Pour les pistons à contre-tige, on met en place l'écrou de sécurité dont deux pans opposés sont soudés électriquement sur le moyeu du corps de piston.

Pour le calage à froid sur portée conique fileté, la tige et le corps de piston étant filetés au même pas et au même cône sont vissés à force.

Pour le calage à froid sur portée cylindrique lisse, la tige est préparée avant emmanchement avec un serrage de 15/100 m/m. La pression de calage minimum est comprise entre 30 et 35 t.

3° Tiges et contre-tiges de piston.

Les tiges sont actuellement soit en acier mi-dur (qualité- D ou E) traité ou non traité, soit en acier spécial au nickel-chrome traité pour résister aux efforts considérables qu'elles supportent et à l'usure due au frottement sur les garnitures.

Après assemblage les tiges sont usinées au dessin, sauf le cône d'encroissage. Elles sont rectifiées sur leur partie cylindrique pour obtenir une section régulière et un beau poli. Ces deux conditions sont nécessaires pour avoir une bonne étanchéité des garnitures.

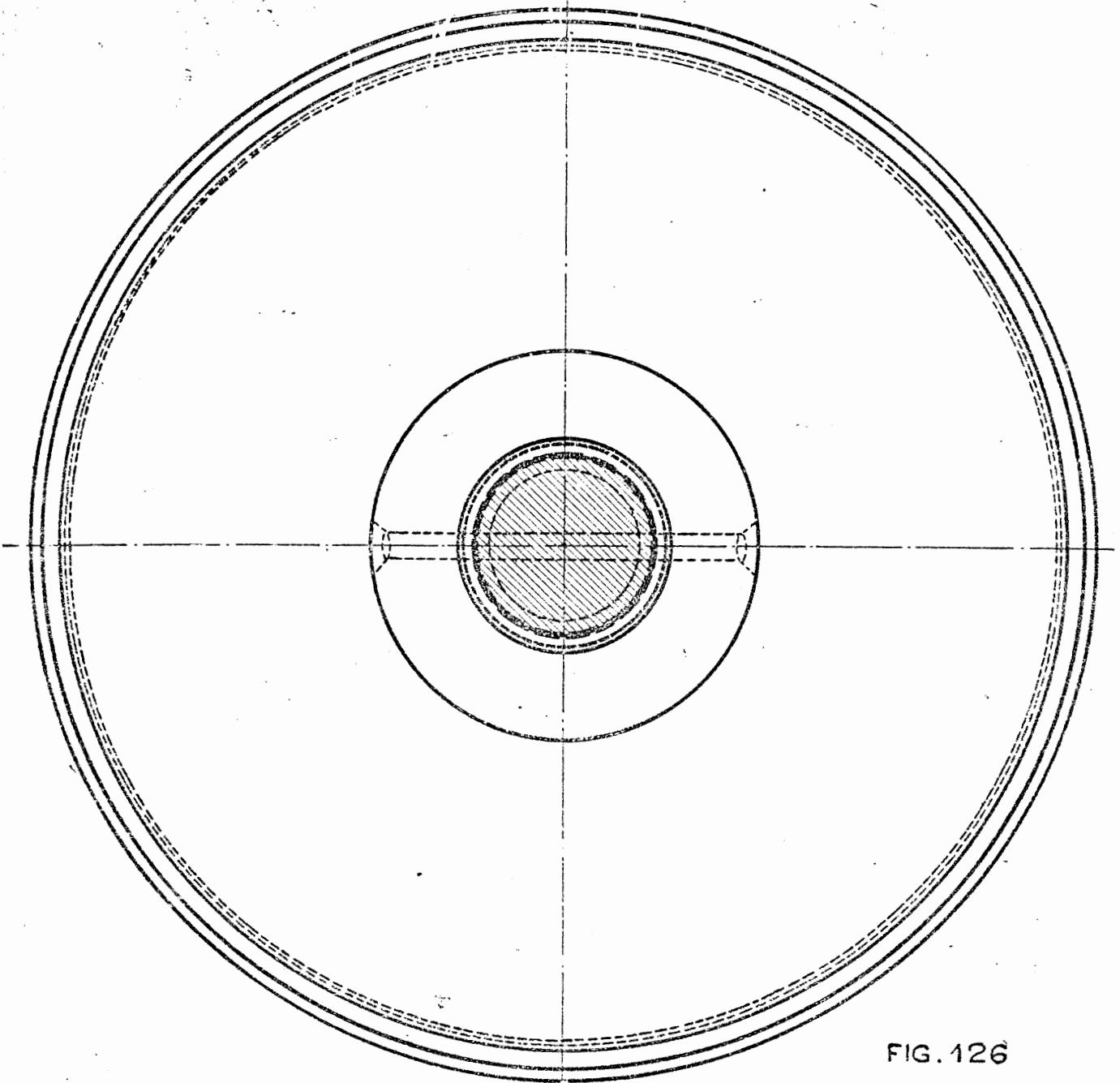
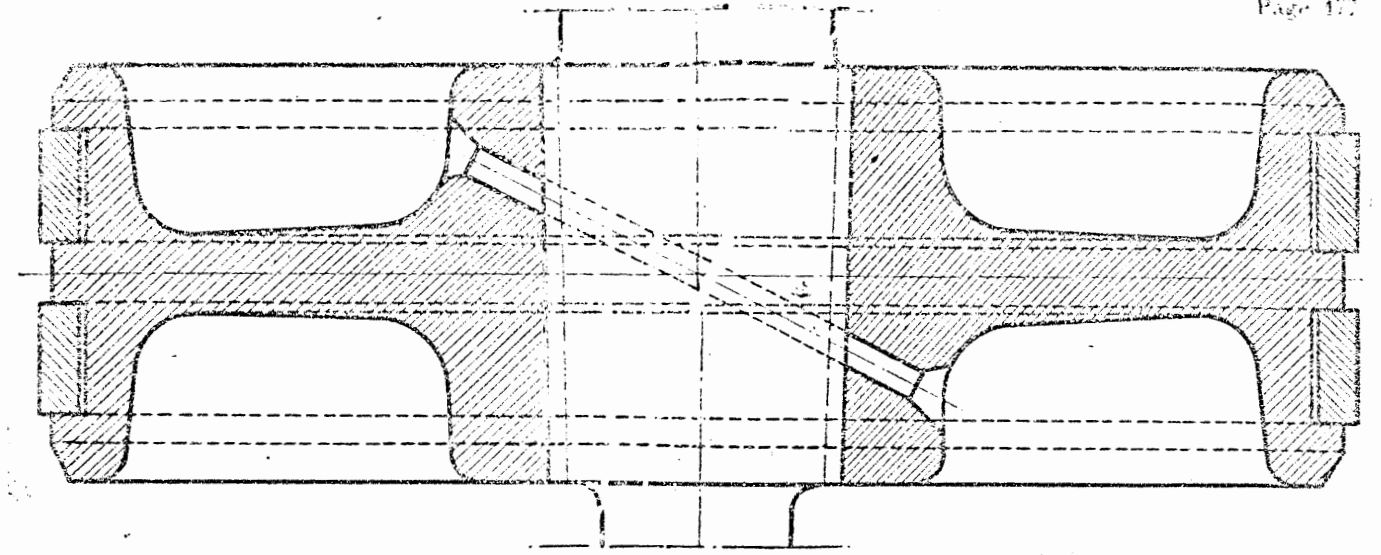
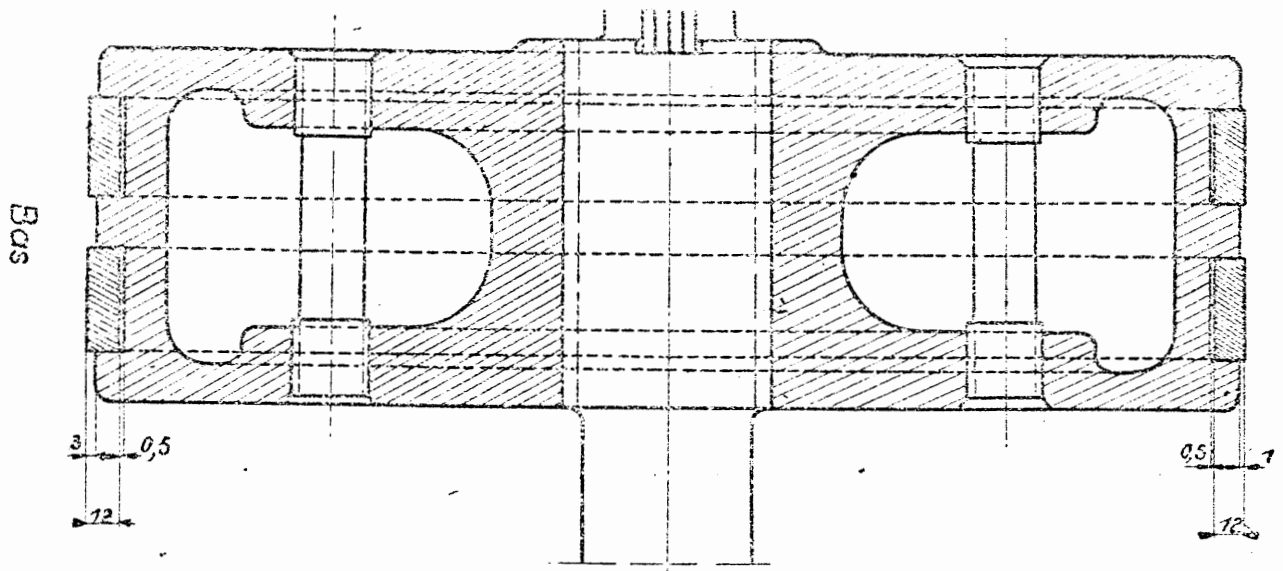


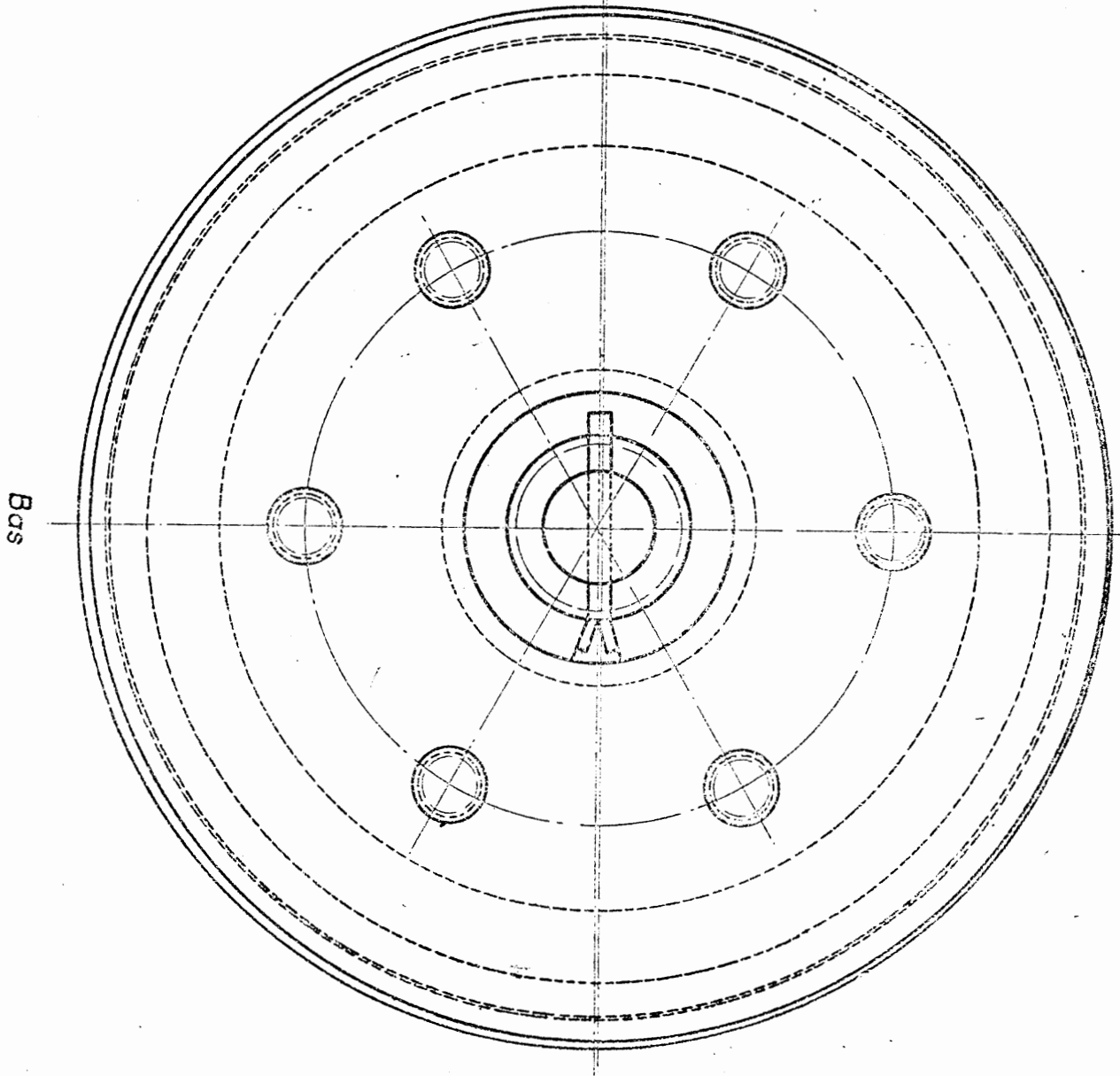
FIG. 126



*Axe de la tige de piston de l'intérieur du corps
et du fond des gorges*

*Axe de l'extérieur du corps de piston
(excentration de 1mm. vers le haut)*

FIG. 127



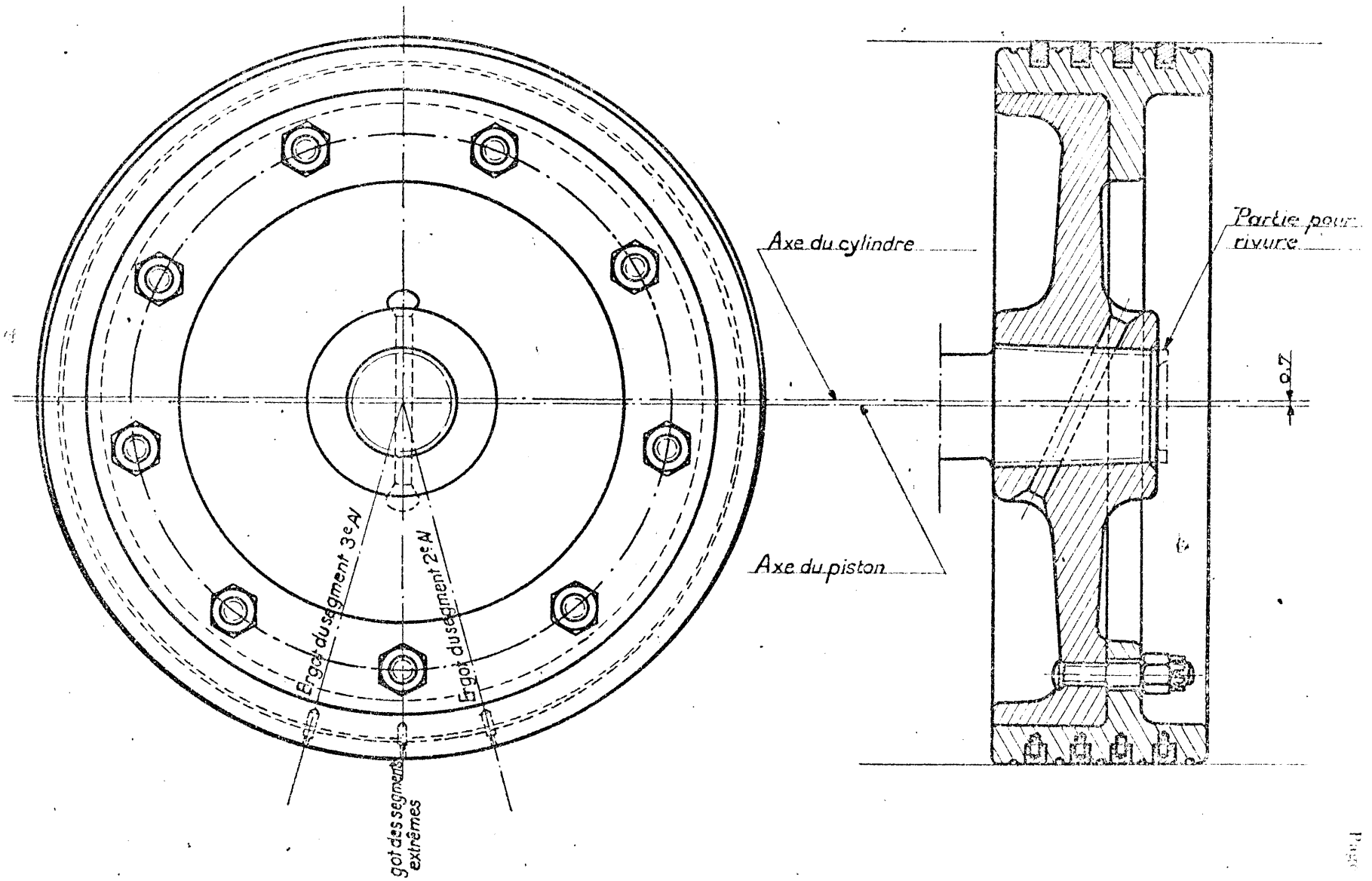


FIG. 128

Le cône d'encroissage est exécuté à la demande de son logement dans la crosse de piston de manière qu'après assemblage la longueur du piston mesurée entre l'axe de la petite tête de bielle motrice et la face AR du moyeu du corps de piston soit celle prévue aux dessins avec tolérance $\begin{matrix} \pm 0, \\ \pm 2. \end{matrix}$

Les cônes de la tige et de la crosse sont soigneusement ajustés (si possible par rectification sur la même machine) en réservant une marge de 9 m/m sur la longueur du cône de la tige pour l'emmanchement.

Pour l'usinage de la mortaise de clavetage, le cône de la tige étant présenté dans son logement, on trace sur ce cône l'emplacement de la mortaise de la crosse de piston. Après retrait de cette crosse, le tracé est déplacé de 10 m/m vers le corps de piston (5 m/m correspondant à la pénétration à obtenir lors de l'encroissage et 5 m/m correspondant au jeu devant exister après encroissage entre la clavette et le bord AR de la mortaise de la crosse de piston).

On débouche la mortaise soit sur une machine à canneler, soit en perçant deux trous que délimite cette mortaise en longueur et en terminant à l'aide d'une fraise de diamètre et de longueur appropriés.

Le cône d'encroissage peut être sans renflement ce qui facilite le montage de la garniture dont les bagues de fond peuvent être d'une seule pièce ou avec renflement raccordé à la tige par un arrondi de grand rayon. Le renflement a pour but de compenser l'affaiblissement dû au mortaisage pour le logement de la clavette.

La tige est souvent prolongée par une contre-tige qui a pour but, d'une part, d'assurer un guidage meilleur du piston, ce qui est surtout utile pour les pistons BP de grand diamètre et d'autre part, d'empêcher le corps du piston de porter de tout son poids sur le bas des cylindres ce qui évite ainsi les usures irrégulières. La contre-tige est employée couramment pour les cylindres des machines à vapeur surchauffée quel que soit leur diamètre. La vapeur surchauffée est en effet plus fluide que la vapeur saturée et nécessite des garnitures plus étanches. Le piston à contre-tige est soutenu par la crosse à l'arrière et par un guide à l'avant.

Le diamètre de la contre-tige est généralement inférieur à celui de la tige. Sur les 141-P toutefois il est le même afin d'utiliser la même garniture et la contre-tige est allégée par forage.

4° Segments.

Les segments de piston sont des bagues élastiques rondes, de section rectangulaire variable, tournées de telle façon qu'il soit nécessaire de rapprocher les deux extrémités de leur coupe pour les mettre en place dans le cylindre. Ils sont constamment appuyés sur les parois du cylindre par leur propre élasticité et sur les faces latérales des gorges par leur ajustage dans ce logement pour assurer l'étanchéité.

a) Métal employé.

La fonte a été choisie pour la fabrication des segments parce que le frottement fonte sur fonte est l'un des meilleurs qui soient, qu'elle présente suffisamment d'élasticité et qu'elle est peu coûteuse. On utilise la fonte F. S. 2 de la S. T. 70, sauf pour les locomotives à haute température de la vapeur (> 350°) qui exige une fonte perlitique à grande résistance. La fonte F. S. 2 des segments est plus tendre que celle F. S. 1 des cylindres ou chemises pour que le frottement donne lieu à une usure minimum pour le cylindre sans que toutefois le segment s'use trop rapidement ; on a cependant essayé des fontes plus dures de manière à obtenir à l'usage, des parties frottantes polies à très faible coefficient de frottement et par suite une usure très petite des segments pour une usure restant acceptable du cylindre.

b) Dimensions des segments.

A la mise en place d'un segment sur le piston, il est ouvert d'une certaine quantité, les fibres intérieures s'allongent et les fibres extérieures se raccourcissent, la fatigue est évidemment maximum au point M diamétralement opposé à la coupe. Inversement ; à la mise en place du piston dans

le cylindre, le segment est refermé, les fibres intérieures se raccourcissent et les fibres extérieures s'allongent. Pour que la fatigue du segment soit minimum en M, il faut admettre qu'elle est la même lors du montage, qu'en fonctionnement, c'est-à-dire que le rayon r du segment libre augmentera ou diminuera de la même quantité $\frac{e}{2}$ (e étant l'épaisseur du segment). Cette condition posée, la fatigue aura pour valeur :

$$(1) R = E \frac{e^2}{D^2} \quad (E \text{ module d'élasticité})$$

d'où l'on déduit l'épaisseur

$$e = D \sqrt{\frac{R}{E}}$$

soit pour $R = 12 \text{ kg/mm}^2$ et $E = 8.000$, $e =$ environ $0,04 D$. Pratiquement $e = 0,035 D$ et l'on fixe en service la limite d'épaisseur à 1, 2 fois celle d'origine ce qui permet de ne pas dépasser $0,04 D$.

La pression moyenne du tronçon AB du segment (fig. 129) contre le cylindre a pour expression.

$$(2) p = \frac{R}{3 \sin^2 \frac{\theta}{2}} \frac{e^2}{D^2}$$

Cette formule montre que pour un segment d'épaisseur constante, la pression et la fatigue varient de A à B, maxima en A, nulles en B.

Au point M ($\theta = \pi$) on a : $p = \frac{R^2}{3E}$

En faisant varier l'épaisseur de M à B on pourrait obtenir un segment exerçant une pression uniforme et supportant la même fatigue en tous ses points. Tirons de (2) la valeur de e . On a :

$$e = D \sin \frac{\theta}{2} \sqrt{\frac{3p}{R}}$$

A 90° de la coupure on aurait :

$$\sin \frac{\theta}{2} = 0,7 \quad \text{et} \quad e_{90^\circ} = 0,7 e_{180^\circ}$$

Au point B : $e = 0$

Pratiquement, on admet pour ce type de segment excentré une épaisseur à la coupe égale à 0,7 fois l'épaisseur en M.

La largeur des segments est variable. Il y a intérêt au point de vue étanchéité à avoir des segments étroits, mais la qualité moyenne de la fonte ne permet guère de descendre en dessous de 12 m/m. On peut loger sur une souche davantage de segments étroits que de segments larges, il y a donc davantage d'étages de détente de la vapeur filtrant entre les segments et l'alésage du cylindre, chaque étage étant déterminé par l'espace compris entre deux segments. D'autre part, un segment large risque de ne pas s'appliquer de toute sa largeur sur la paroi du cylindre lorsque la souche fléchit légèrement ; les gorges de détente dont on le munit généralement deviennent alors sans effet.

c) Mise en place.

Les segments doivent être parfaitement ajustés dans les gorges de la souche. Ils doivent se déplacer à frottement doux dans ces gorges de façon que la vapeur ne puisse passer. S'ils ont du jeu, à chaque changement de mouvement du piston, ils sont soumis à des chocs répétés qui les détériorent à la longue.

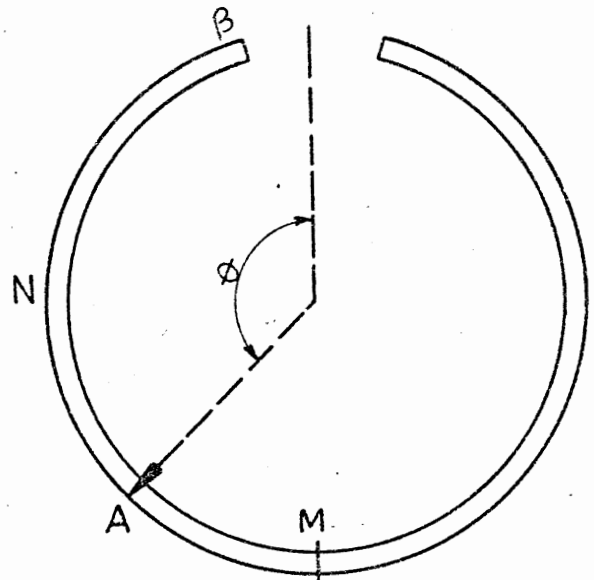


FIG. 129

Les parois latérales des gorges sont usinées avec soin pour obtenir des surfaces bien parallèles et bien polies. L'arête extérieure est abattue par un léger chanfrein de 1×1 m/m de manière à éviter le coincement des segments dans les gorges par les bavures produites par le frottement du piston sur le cylindre. Un léger chanfrein des angles de la partie frottante des segments évite également le râclage de l'huile.

Le jeu à fond de gorge du segment doit être d'origine de 0,5 à 1 m/m. Le diamètre D, d'origine au fond des gorges des souches est déterminé en fonction de l'épaisseur du segment et du type de piston suivant qu'il repose directement sur le cylindre ou sur les segments.

Dans le cas particulier des pistons sans contre-tiges munis de cales de centrage, les gorges sont également usinées au dessin pour recevoir ces cales. Les cales sont constituées, soit par une bande de tôle soudée par soudure électrique, soit par apport de métal (électrodes catégorie R). Leur longueur doit être d'environ 200 m/m. Quant à leur épaisseur, elle est déterminée par la profondeur de la gorge au point bas du piston, profondeur qui doit être égale à :

$$\frac{D - d}{2} = 0,5$$

formule dans laquelle :

D = diamètre horizontal du cylindre.

d = diamètre du piston.

Pour le diamètre D d'origine, cette épaisseur est nulle. Pour les diamètres D agrandis, on remplace ou recharge les cales dès que leur épaisseur est inférieure de 1 m/m à celle résultant de la formule ci-dessus.

Le tableau ci-dessous donne un exemple des dimensions adoptées pour différents types de pistons.

SÉRIE DE MACHINE	ALÉSAGE normal du cylindre		SOUCHE NORMALE			SOUCHE BIS		
230-001 à 055 piston sans contre-tige reposant sur les segments (règles générales)	559	D	546			556		
		D ₁	517			527		
		A	550 à 554 à 558 à 562			560 à 564 à 568 à 572		
		E	16	17,5	19	16	17,5	19,5
231-501 à 783 piston à contre-tige (règles régionales)	649	D	635			645		
		D ₁	603			613		
		A	640 à 644 à 648 à 652			650 à 654 à 658 à 662		
		E	18	20	21,5	18	20	21,5
150-001 à 010 piston sans contre-tige reposant sur la souche (règles d'origine Est)	560	D	558,6					
		D ₁	529,6					
		A	560 à 564 à 568 à 570					
		E	14	14 avec cales centrage				

Légende } D diamètre extérieur des souches de pistons.
 } D₁ » au fond des gorges des souches.
 } A plage d'alésage des cylindres et d'utilisation des souches.
 } E épaisseur des segments correspondante aux différentes souches.

En place, le jeu entre les extrémités de la coupure doit être aussi réduit que possible, mais cependant suffisant pour permettre la dilatation du segment sans qu'elles viennent en contact. Le

On se calcule facilement connaissant le coefficient de dilatation linéaire de la fonte 0,000011. On le fait pratiquement égal, dans la partie la plus faible de l'alésage, à $\frac{D}{150}$ pour les cylindres HP des machines à surchauffe et $\frac{D}{300}$ pour les cylindres BP ou ceux des machines à simple expansion. L'assemblage des parties des coupures peut être droit (fig. 130 A) ou oblique suivant un angle de

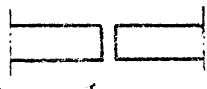


FIG. 130 A

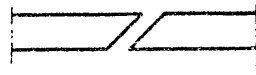


FIG. 130 B



FIG. 130 C

60° environ (fig. 130 B) ou à recouvrement (fig. 130 C). La deuxième disposition est meilleure que la première, parce qu'elle laisse un chemin plus étroit et plus long à la vapeur, la troisième disposition est meilleure que les deux premières puisqu'elle forme joint parfait, mais elle présente l'inconvénient d'affaiblir le segment à ses extrémités et de favoriser leurs ruptures.

La rotation des segments dans les gorges ne doit pas se produire, les coupes des segments d'un même piston doivent avoir chacune une position déterminée en chicane et être placés dans la par-

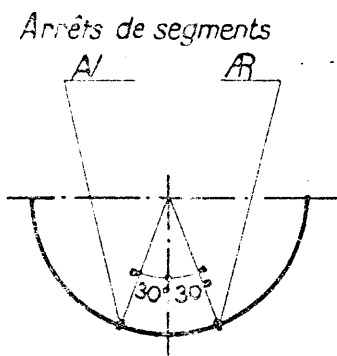


FIG. 131 A

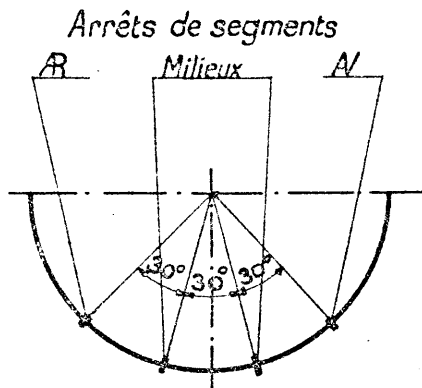


FIG. 131 B

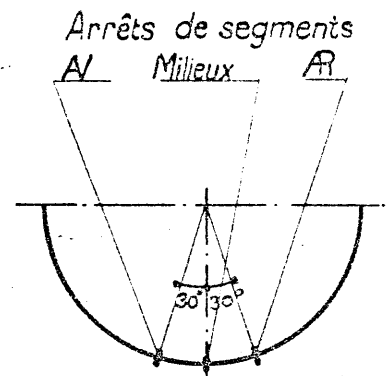


FIG. 131 C

tie du cylindre opposée aux lumières d'admission (fig. 131 A, B, C). L'arrêt des segments est obtenu par des goujons en acier doux d'un diamètre de 12 m/m, vissés dans la souche, bloqués sur la partie lisse sans contact au fond du trou, et rivés à l'extérieur chaque fois qu'on peut le faire déboucher dans un évidement (fig. 132). L'ergot a parfois la forme d'une barrette triangulaire placée perpendiculairement à la gorge, ses extrémités étant encastrées dans les cloisons des gorges dont le métal est rabattu sur cet encastrement figure 133. Avec cette disposition, la coupe des segments augmente beaucoup plus rapidement pour une même usure. Alors que pour une usure de 2 m/m sur le diamètre, la coupe augmente de $2 \times 3,14 = 6,5$ mm. dans le cas de la figure 132, elle augmente de $6,5 \text{ m/m} + 2 \text{ fois } 2 \text{ m/m} \times \text{tg } 30^\circ = 8,5 \text{ m/m}$ du fait de l'obliquité à 30° des extrémités de la coupe dans le cas de la figure 133.

La hauteur des goujons d'arrêt dans les gorges est fonction de l'épaisseur des segments, elle doit être égale à :

$$e = 3 \text{ m/m à } 4 \text{ m/m.}$$

De même, la profondeur des alvéoles des goujons d'arrêt dans les segments est limitée à 2 mm environ de la surface extérieure du segment (on utilise un foret d'angle au sommet porté à 150°).

Sur la surface extérieure des segments larges, on ménage généralement une gorge circulaire de 4 à 6 mm de largeur (fig 134). Sur son pourtour sont répartis des trous de 3 mm qui traversent l'épaisseur des segments et permettent d'égaliser les pressions de vapeur qui s'exercent sur lui en *c* et *d* ; en outre, l'introduction de vapeur grasse ne peut que réduire l'usure du segment dans sa gorge. On augmente la largeur de cette gorge extérieure lorsque la largeur du segment dépasse la

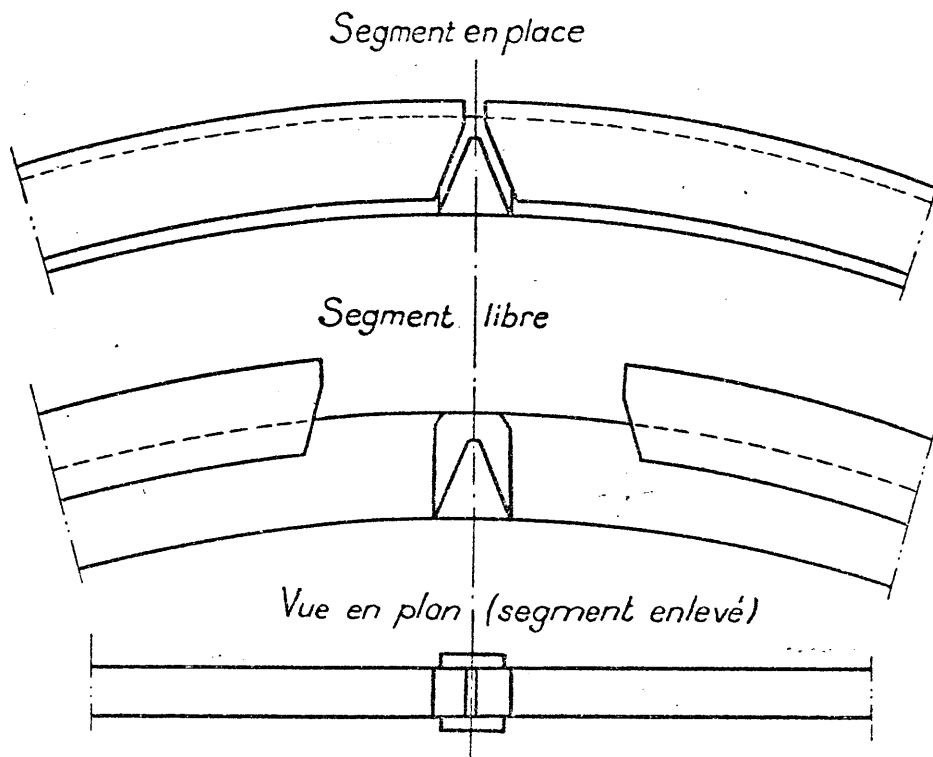


FIG. 133

cote prévue afin de conserver une surface de frottement sensiblement constante et égale à celle d'origine.

d) **Usinage des segments.**

Deux procédés sont employés :

Premier procédé. — Tournage en une seule opération.

On tourne le segment directement à son épaisseur définitive, à un diamètre extérieur égal à $1,022 D$ (c'est-à-dire approximativement $\left(D + \frac{e}{2} \right)$ pour la raison déjà donnée) et à un diamètre intérieur égal à $(1,022 D - 2e)$. On coupe un morceau de segment de :

$(0,022 D \times 3,1416) + e$.

e étant la coupe en place prévue pour la dilatation.

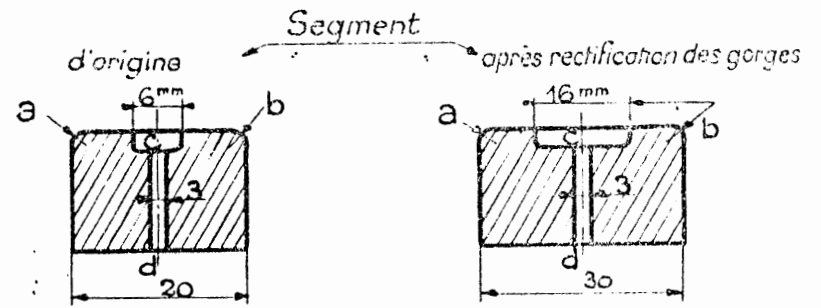
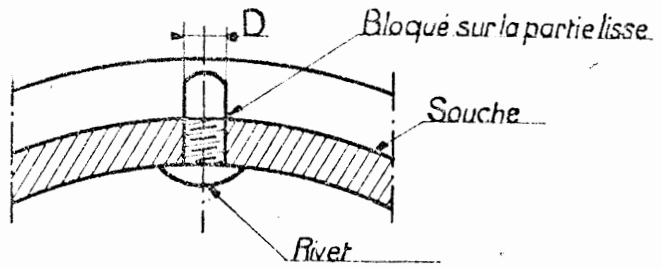


FIG. 134 bis A

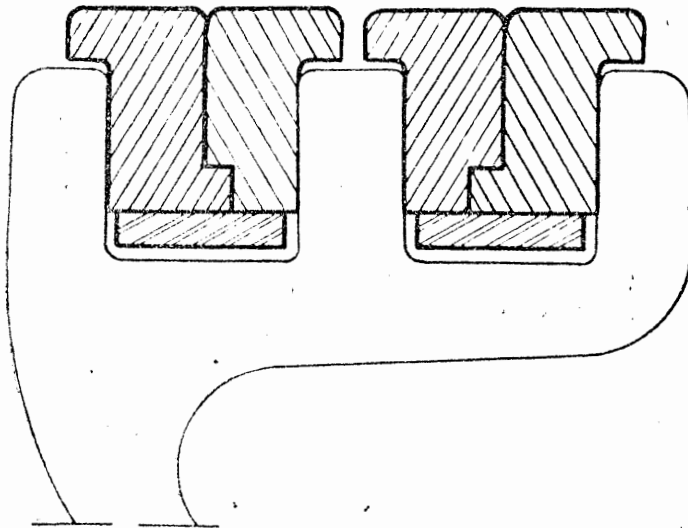
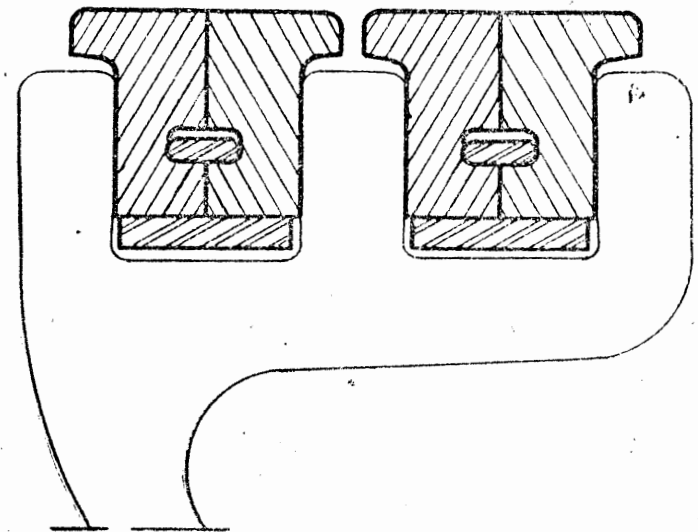


FIG. 134 bis B



Le segment monté doit théoriquement rester circulaire, la pression d'application variant d'une valeur nulle à la coupe à sa valeur maximum au point diamétralement opposé. S'il n'épouse pas parfaitement sur tout son pourtour la forme du cylindre on l'ajuste en le battant extérieurement ou intérieurement avec un petit marteau spécial.

Deuxième procédé. — Tournage en deux opérations.

On fait un premier dégrossissage au diamètre extérieur $1,022 D + 4$ à 6 m/m. et à un diamètre intérieur : $1,022 D - 2e - 4$ à 6 m/m.

On fend le segment, on le coupe pour lui donner la bande voulue et on le referme à l'aide d'un collier sur une petite cale égale à la coupe qu'il devra avoir dans le cylindre. Le collier constitué par une bande de fer plat de 3 m/m d'épaisseur n'étant pas indéformable, le segment refermé n'est plus cylindrique. Avec un collier élastique, le segment se déforme de telle façon que sa pression d'application contre le collier soit presque uniformément répartie sur tout le pourtour. Le dernier usinage au diamètre exact du cylindre enlève les parties saillantes dissymétriques. Au montage le segment conserve évidemment sa forme ronde, il n'a pas besoin d'être ajusté et sa pression d'application sur les parois est mieux répartie que dans le premier procédé. On évite pratiquement d'accroître la déformation des segments sciés et assemblés lorsqu'on les serre sur le tour à l'aide des mors, mais ce serait aussi une erreur de la réduire.

e) Segments spéciaux.

Les figures 134 bis A et B représentent les deux types Koppers et Hunt Spiller de segments à éléments multiples équipant les pistons des 141 R. Un jeu de segments est composé d'une couronne d'éléments en bronze accolée à une couronne d'éléments en fonte soit par une bague intérieure en acier soit par recouvrement. Les couronnes sont pressées contre les parois du cylindre par l'action d'un anneau en acier formant ressort. Le montage de ces segments sur le piston doit être tel que la couronne à éléments en bronze soit toujours située du côté extérieur de la souche.