

CHAPITRE V

ENTRETOISES ET TIRANTS

Nous rappelons qu'on distingue trois types d'entretoises :

-- les entretoises cylindriques ordinaires rivées à leurs deux extrémités et parfois soudées côté foyer;

-- les entretoises borgnes utilisées par les dépôts lors des remplacements, lorsque l'entretoise est placée devant un longeron ou un caissonnement et qu'elle n'est accessible que du côté foyer. Ces entretoises n'ont pas de tête côté boîte à feu, l'étanchéité est exclusivement obtenue par le blocage du filetage conique dans la paroi;

-- les entretoises articulées.

On distingue trois types de tirants :

-- les tirants de suspension de foyer, qui sont soit ordinaires, soit de dilatation, soit articulés;

-- les tirants de plaque tubulaire de foyer;

-- les tirants d'armature des parois de boîte à feu.

Les entretoises sont en cuivre rouge, en cupro-manganèse (STU n° 16) ou en acier A 37,5 e, les tirants en acier AK.

Le diamètre à donner au corps délardé des entretoises et tirants est de 3,5 mm. inférieur à celui du diamètre d'origine des bouts filetés, quels que soient les diamètres utilisés ultérieurement lors des remplacements.

On entend par diamètre d'une entretoise ou d'un tirant le diamètre au filetage, mais c'est le diamètre de la partie lisse que l'on détermine par le calcul de résistance en fonction du timbre de la chaudière, de l'écartement des entretoises et de la nature du métal (1). La fatigue unitaire du métal à la traction s'obtient par la formule :

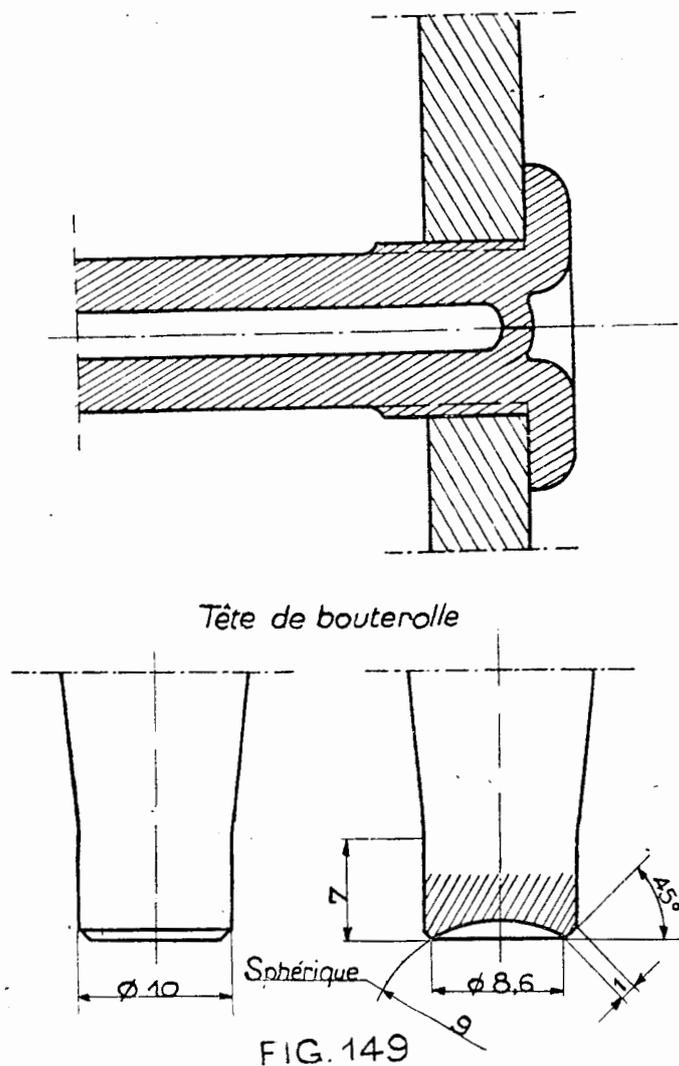
$$R = \frac{P \times a \times b}{S}$$

P étant le timbre de la chaudière,
a et b l'écartement des entretoises,
S la section de l'entretoise.

(1) Deux entretoises, l'une en cuivre, l'autre en acier ou bronze-manganèse sont équivalentes quand leurs sections utiles sont dans le rapport 1,8.

Le filetage des entretoises et tirants est exécuté au pas de 2 mm. profil S1, quel que soit le diamètre. Le procédé utilisé pour l'usinage des filets doit assurer leur continuité aux deux extrémités afin de permettre le vissage facile dans les deux parois.

Le trou central des entretoises (5 à 6 mm.) percé sur toute leur longueur est obturé à



l'une des extrémités soit par une cheville, soit à l'aide d'une buterolle suivant norme NCF 02-2141 (fig. 149).

Les tirants de ciel sont percés de part en part ou simplement à chacune de leurs deux extrémités sur une profondeur de 100 mm. environ.

A. - REMPLACEMENT DES ENTRETOISES

Les entretoises sont remplacées :

- pour rupture;
- pour usure de la tête côté foyer (lorsque la tête ne recouvre plus entièrement le filetage ou que sa saillie est égale ou inférieure à 2 mm.).

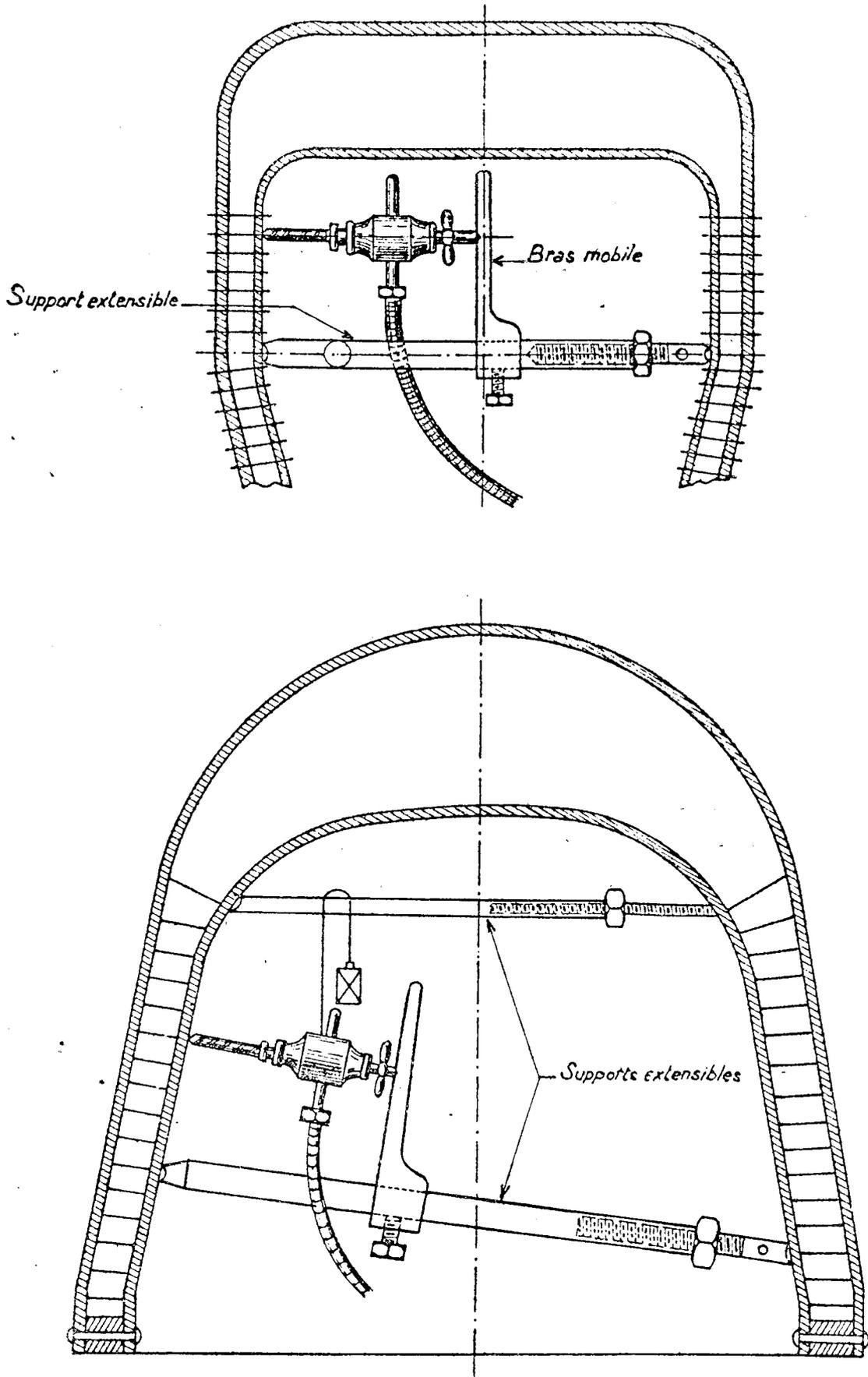


Fig. 150

Fig. 151

Broches pour appui de la planche et suspension de la machine à percer.

Bride de fixation de la planche (fer plat 40x8).

Fer rond minimum: 20

Suspensions équilibrées avec contrepoids ou avec appareils "Autoscours".

Supports extensibles

Tablier

Serre-joint

Planche chêne 210x33

Barre de retenue au rail

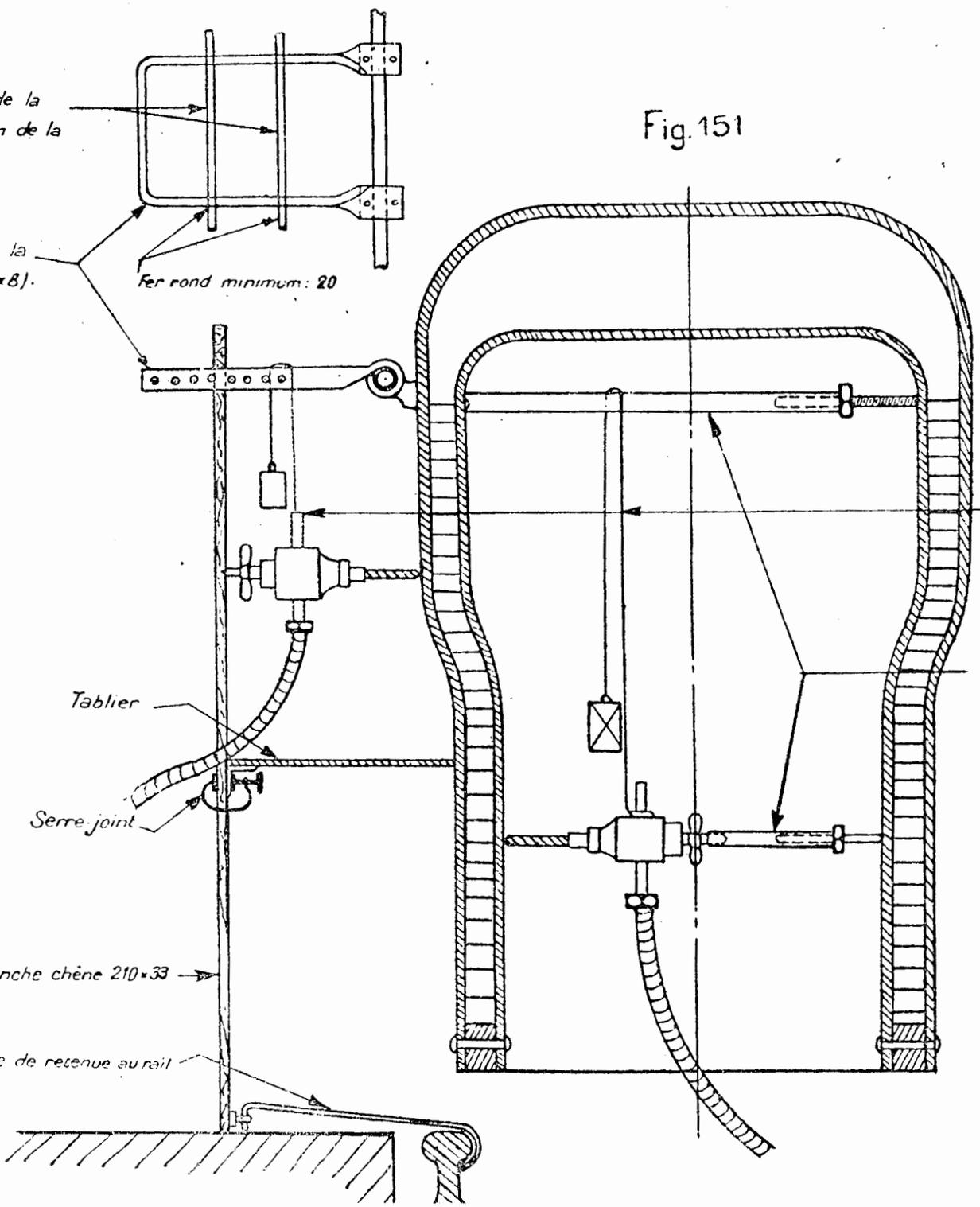
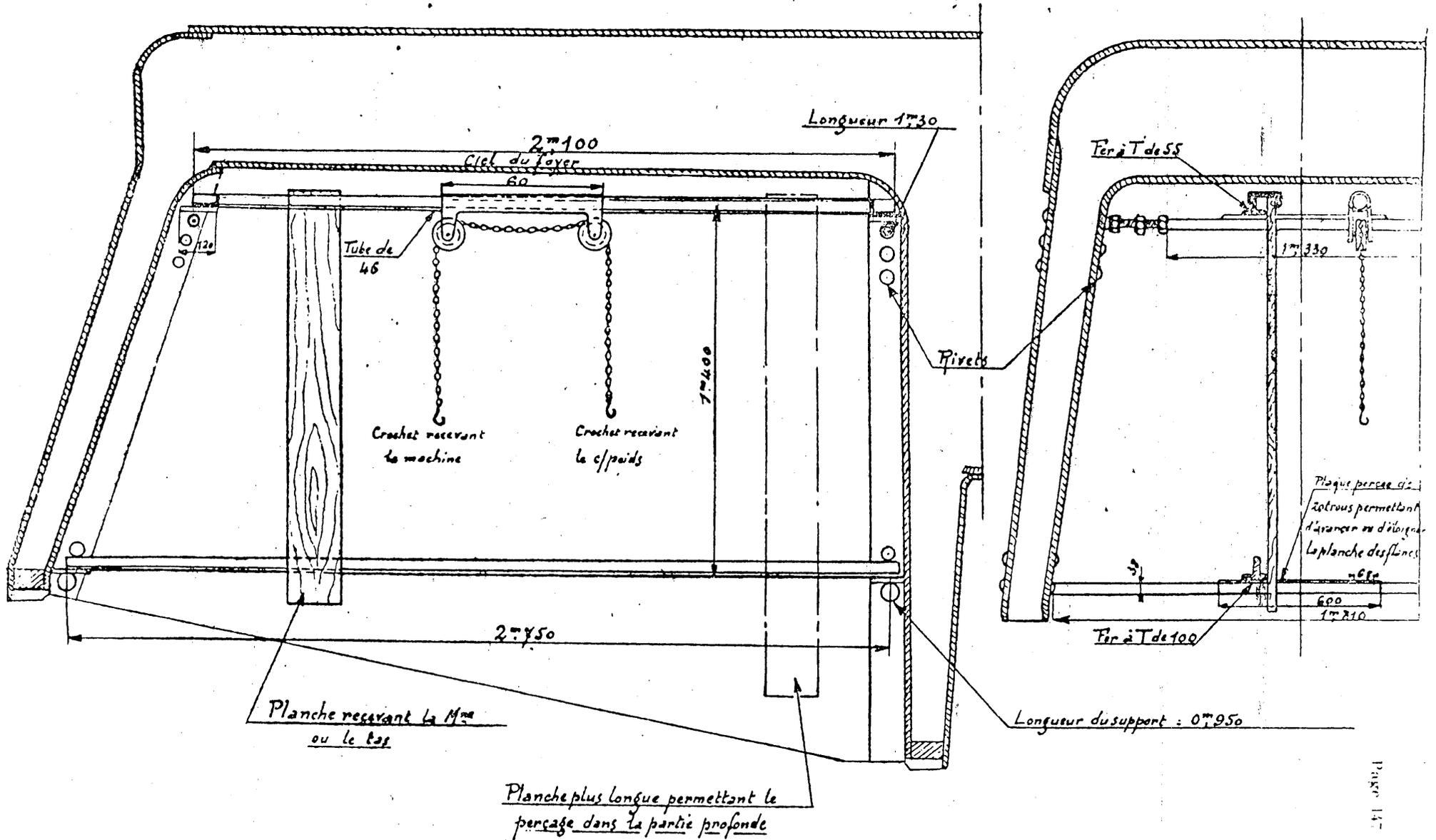


Fig. 152

Cas de remplacement important côté foyer



- pour fuites répétées au filetage, généralement dues dans les foyers en acier à des petites criques en étoile autour de l'alvéole;
- pour obstruction du trou central, le débouchage étant impossible;
- pour vérifications périodiques de l'état des entretoises;
- pour permettre ou faciliter certaines interventions sur les parois de foyer ou de boîte à feu (pose de pièces, soudure de cassures, redressage des parois, prise d'épaisseur, etc...).

1° Retrait des entretoises.

a) Entretoises accessibles côté extérieur boîte à feu.

1° Retirer les tôles enveloppes de boîte à feu pour pouvoir attaquer l'entretoise par les deux extrémités.

2° Couper les têtes à fleur de paroi en bédanant une saignée diamétrale et en faisant sauter les demi-calottes ainsi obtenues à l'aide d'un burin.

3° Percer chacune des extrémités sur une profondeur de 25 mm. à un diamètre inférieur de 5 mm. à celui du filetage, pour réduire au minimum l'épaisseur de la douille ainsi formée et rendre son enlèvement plus facile, sans toutefois attaquer les filets.

Il est interdit de faire prendre appui à la rallonge de la contre-pointe de la machine à percer ou à celle du cliquet, directement sur la paroi opposée dans l'intervalle des entretoises, ce procédé présentant l'inconvénient de provoquer des empreintes qui favorisent les érosions ultérieures. On doit interposer entre la contrepointe et la paroi une semelle d'appui ayant un trou de centre.

Les différents montages utilisés pour le perçage des entretoises sont représentés (*fig. 150, 151, 152, 153*). La *figure 153 bis* représente une perceuse pneumatique.

Si le trou central de l'entretoise est obstrué par un corps dur, on utilise pour le perçage un forêt à trou central (*fig. 154*).

4° A chaque extrémité, séparer la partie percée du reste de l'entretoise en la sectionnant au fond du trou avec un bédane coudé (*fig. 155*):

5° Dégager les anneaux filetés restés dans la plaque en pratiquant une saignée suivant une génératrice et en rapprochant les bords de la coupe vers l'axe du trou (*fig. 156*).

6° Retirer soigneusement les anneaux et autres débris d'entretoises de la lame d'eau. Pour ce faire on utilise pour recevoir les débris, des bandes de fer plat posées sur une rangée horizontale d'entretoises de la lame d'eau à quelques rangées au-dessous de celles en cours de remplacement, et pour retirer les débris la pince (*fig. 157*) introduite par les orifices d'auto-clave.

b) Entretoises inaccessibles côté extérieur boîte à feu.

1° Couper la tête côté foyer, percer l'extrémité et sectionner la partie percée du reste de l'entretoise comme indiqué ci-dessus.

2° Coucher l'entretoise à l'aide d'un poinçon (*fig. 158*) pour permettre le passage de la pince à casser l'entretoise.

3° Pratiquer des pesées de part et d'autre du tronçon d'entretoise jusqu'à sa rupture avec un levier spécial (*fig. 159*), 6 à 8 pesées sont suffisantes pour rompre une entretoise en cuivre 25 à 30 pour une entretoise en acier ou en bronze manganèse.

Pour les entretoises en acier, on utilise avec avantage le montage et le casse-entretoise représenté (*fig. 160*) auquel on imprime à l'aide d'une clef spéciale un mouvement de rotation.

Pour les entretoises en acier ou en bronze manganèse d'un diamètre supérieur à 26 mm. et pour celles en cuivre d'un diamètre supérieur à 28 mm., on procède au préalable comme

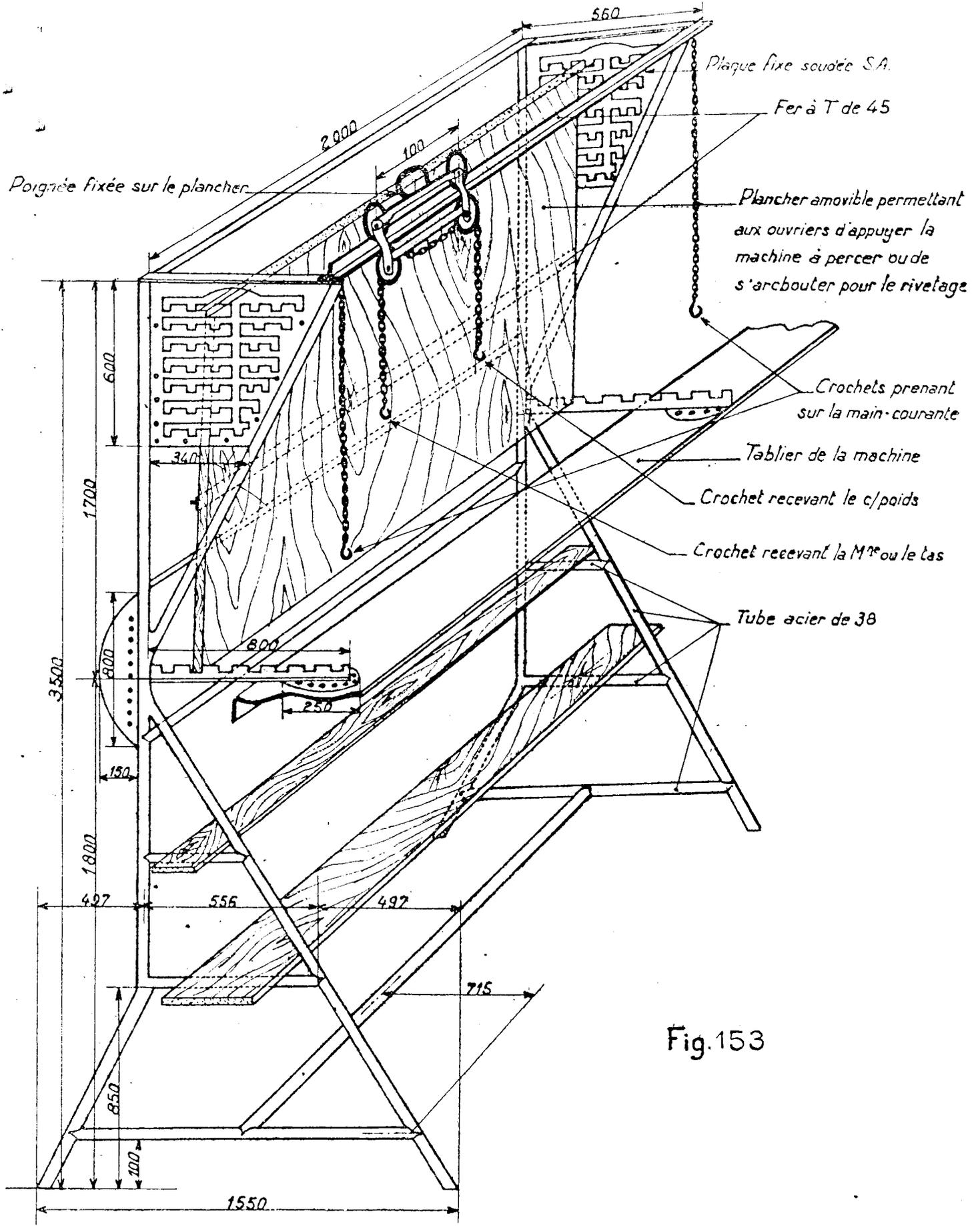
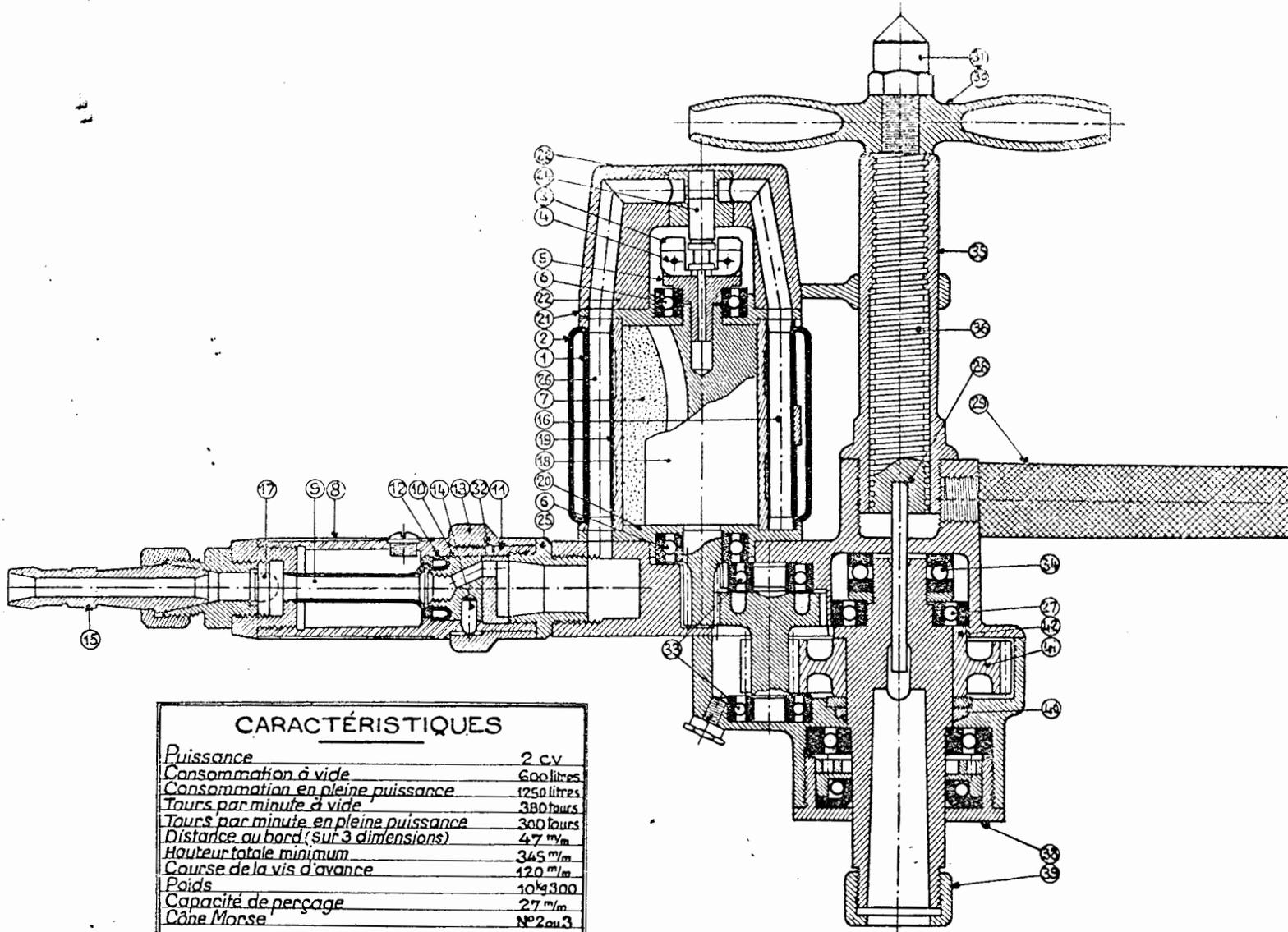


Fig.153

FIG. 153 bis



CARACTÉRISTIQUES

Puissance	2 cv
Consommation à vide	600 litres
Consommation en pleine puissance	1250 litres
Tours par minute à vide	380 tours
Tours par minute en pleine puissance	300 tours
Distance au bord (sur 3 dimensions)	47 mm
Hauteur totale minimum	345 mm
Course de la vis d'avance	120 mm
Poids	10 kg 300
Capacité de perçage	27 mm
Cône Morse	N°2 ou 3

NOMENCLATURE

N°s	DÉSIGNATION	N°s	DÉSIGNATION	N°s	DÉSIGNATION
1	Défecteur en 2 parties	15	Busette	29	Fausse poignée
2	Pare poussière	16	Tube d'admission	30	Croisillon
3	Boules de régulateur	17	Tamis	31	Contre pointe
4	Axes des boules de régulateur	18	Rotor	32	Vis de blocage du boisseau
5	Chape de régulateur	19	Cylindre	33	Roulements du pignon intermédiaire
6	Roulements du rotor	20	Joue A	34	Butée de la broche
7	Palettes	21	Joue B	35	Ecrou de vis d'avance
8	Corps de robinet joint plat	22	Chapeau B	36	Vis d'avance
9	Tube réservoir d'huile	23	Douille d'obturateur	37	Boîte du ressort du cuir
10	Clé de robinet	24	Obturateur	38	Bouchon parte cuir
11	Boisseau	25	Ecrou de blocage du boisseau	39	Ecrou de la broche
12	Cuir embouti	26	Tubes d'arrivée d'air	40	Feutre du carter inférieur
13	Collier de manœuvre	27	Roulement B de la broche	41	Engrenage de la broche
14	Ergot d'entraînement	28	Ejecteur pour broche (cône 3)	42	Broche (cône Morse N°2 ou 3)

suit; après avoir percé l'extrémité sur 25 mm. à $D = 5$ mm., continuer à percer l'entretoise sur toute la longueur de la lame d'eau avec un forêt de diamètre $D = 10$ mm., coucher et casser l'entretoise.

4° Percer la partie restée dans la paroi de boîte à feu à $D = 7$ mm.

5° Dégager les anneaux filetés restés dans ces parois en commençant par l'anneau de boîte à feu.

c) Entretoises articulées.

— Démonter le chapeau fileté vissé sur le siège dans la paroi de boîte à feu.

— Du côté foyer, opérer comme pour une entretoise ordinaire.

— Sortir le corps de l'entretoise du côté boîte à feu.

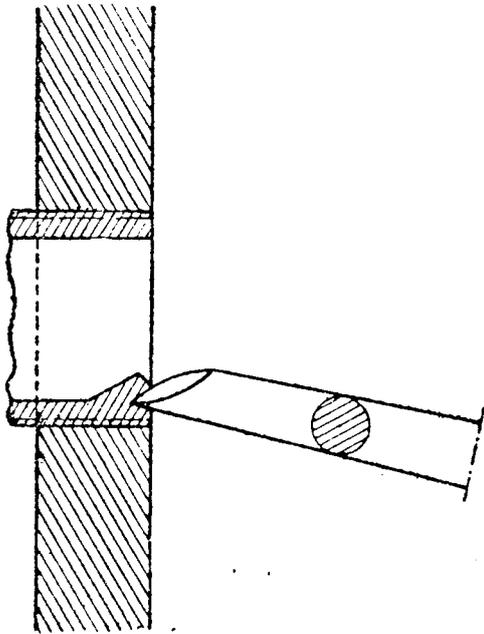
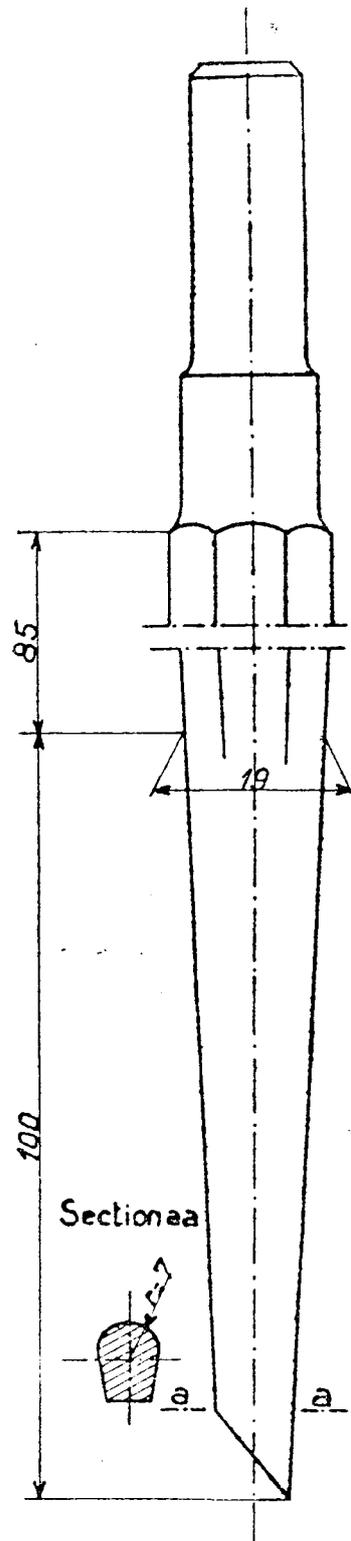


Fig. 156



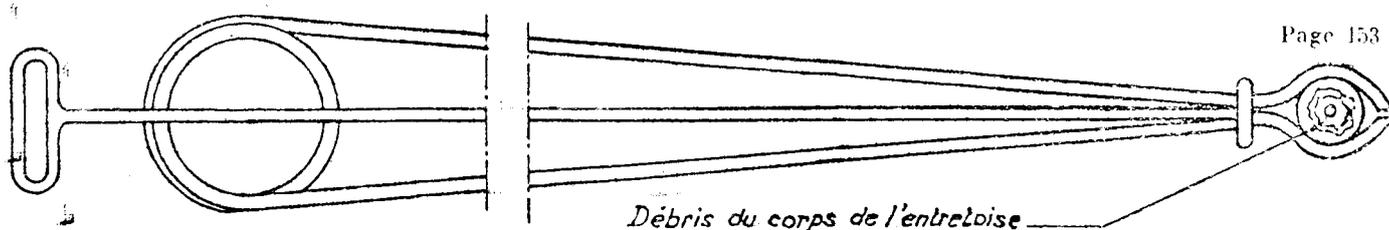


Fig. 157

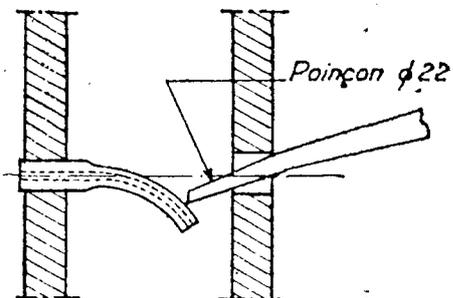


Fig. 158

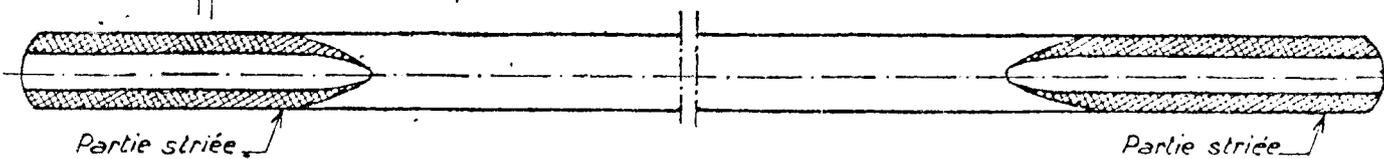
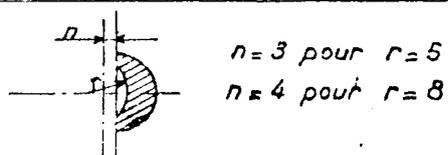
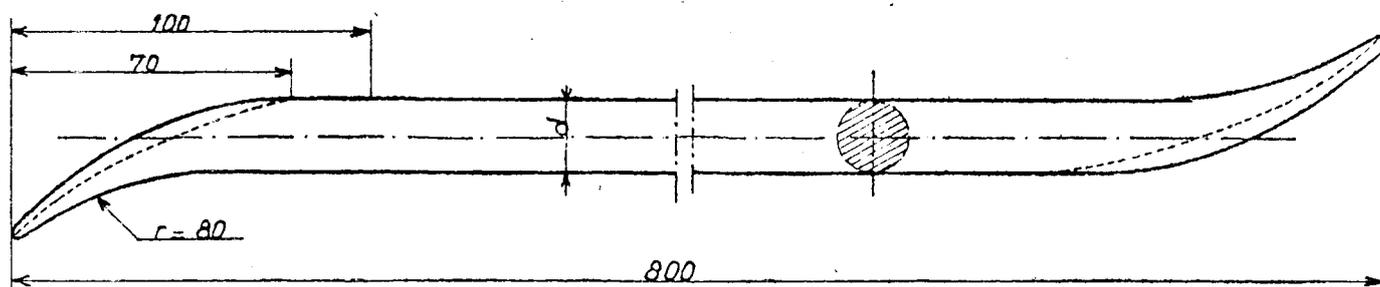


Fig. 159

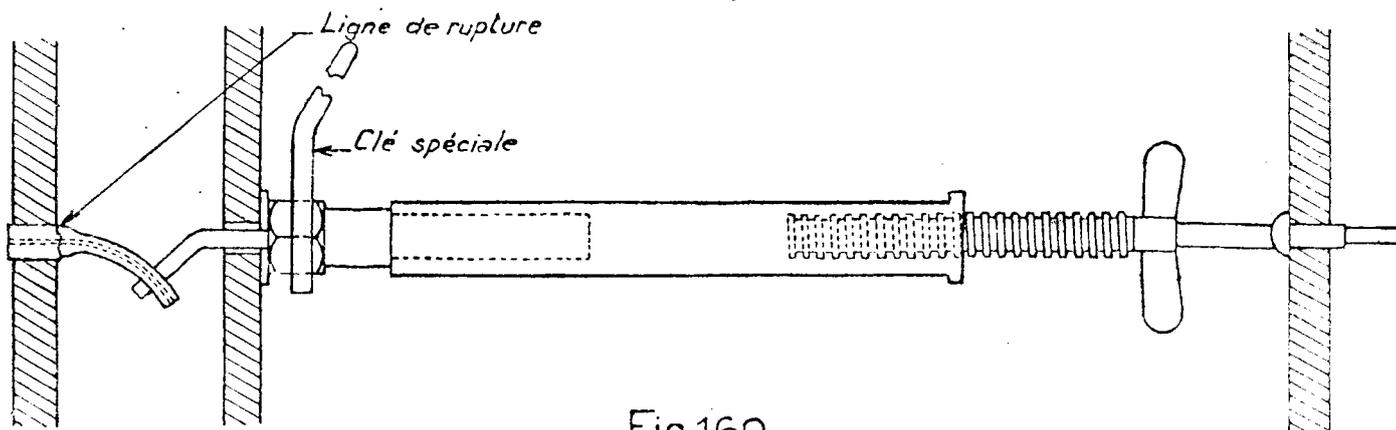
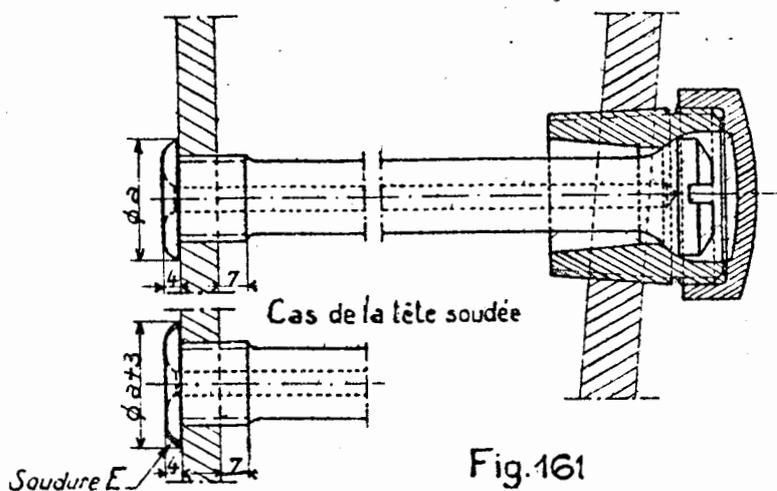


Fig. 160

Le remplacement des sièges est peu fréquent; il est nécessité soit par l'usure du filetage, soit par la rupture au ras de la boîte à feu, généralement au cours du démontage des chapeaux pour visite.

Pour le retrait du siège (*fig. 161*) après enlèvement de l'entretoise, essayer de le dévisser avec une clef à griffe; si le dévissage est impossible, opérer comme pour les anneaux filetés des entretoises en prenant les mêmes précautions, pour protéger le filetage de la tôle de boîte à feu.



2^o Préparation des trous d'entretoises.

a) Taraudage.

Les filetages dans la tôle de foyer et dans celle de boîte à feu sont retaraudés pour obtenir des filets parfaitement formés, tout en cherchant à réduire au minimum l'agrandissement des trous. **Pour les entretoises ordinaires**, on utilise le taraud NCF 02 = 1976 (*fig. 162*); celui-ci doit traverser les deux plaques et la lame d'eau. Ne jamais revenir en arrière.

Pour les entretoises borgnes, on utilise le taraud NCF-1978 (*fig. 163*) légèrement conique à son extrémité sur lequel on repère au préalable la profondeur de pénétration (épaisseur de la lame d'eau + épaisseur des tôles de foyer et de boîte à feu + 5 mm.). Le taraudage à la machine est effectué dans la tôle de foyer seulement.

Pour les entretoises articulées, le taraud cylindrique ordinaire est employé.

En cas de remplacement du siège, le filetage de son logement est retouché à l'aide d'un taraud conique; la conicité et le diamètre sont reproduits sur le siège.

Après rafraichissage des filets, relever le diamètre définitif de chacune des entretoises.

b) Réduction des diamètres des trous agrandis dans les parois de boîte à feu.

L'accroissement des diamètres d'entretoises consécutif aux remplacements successifs présente les inconvénients suivants :

— le poids de métal nécessaire à la fabrication des entretoises va en croissant, ce qui entraîne des dépenses supplémentaires;

— la rigidité des entretoises augmente, ce qui est un élément défavorable à la tenue en service des chaudières.

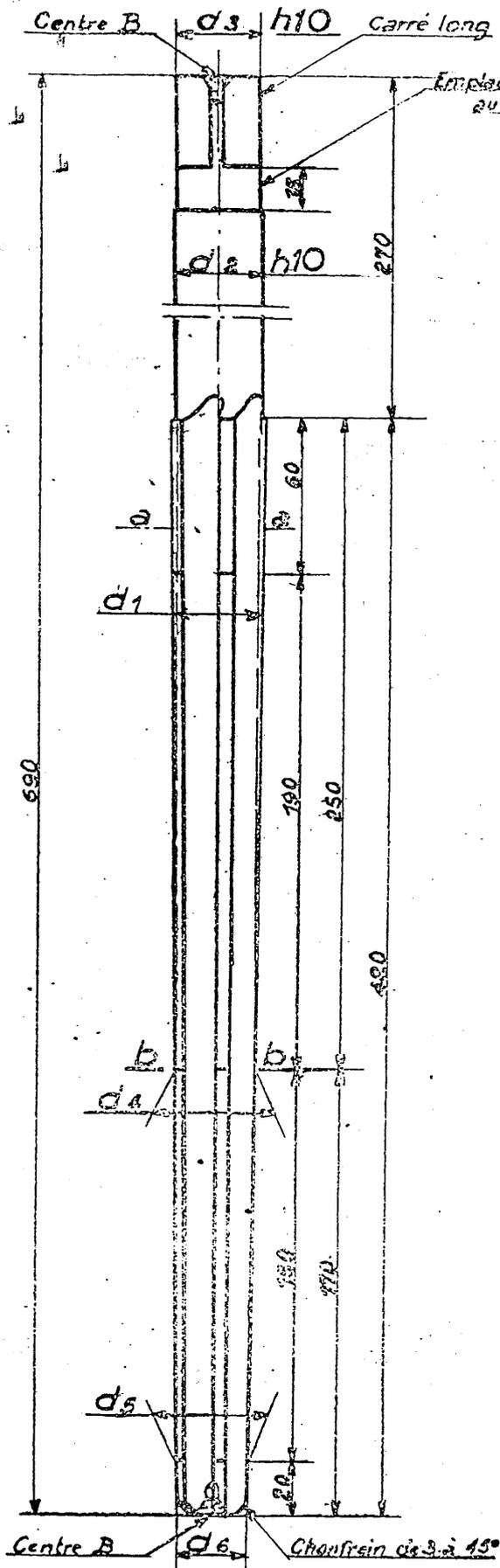


Fig. 162

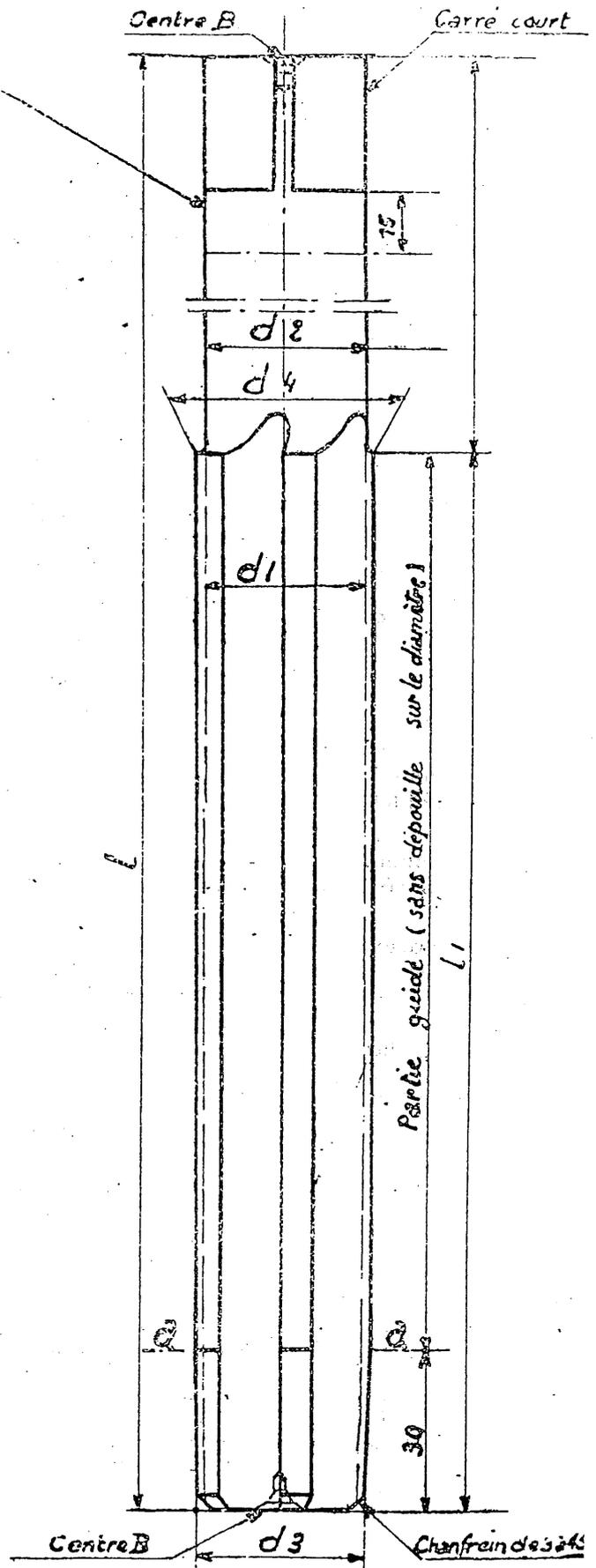


Fig. 163

On profite des réparations d'atelier au cours desquelles des remplacements d'éléments de foyer sont faits pour revenir aux diamètres d'entretoises d'origine quand ces entretoises ont atteint certains diamètres considérés comme limites.

Les modalités de réduction des diamètres de trous d'entretoises s'appuient sur certains bilans économiques rappelés ci-après :

— La réduction du diamètre d'un trou d'entretoise dans une tôle de boîte à feu peut s'obtenir soit par baguage de ce trou, soit par recharge à la soudure électrique. Mais le procédé par soudure est plus coûteux que la pose de bagues;

— le remplacement d'une tôle de boîte à feu est moins coûteux que le baguage de tous les trous d'entretoises compris dans cette tôle; l'équivalence se situe vers le remplacement du 2/3 des bagues;

— le diamètre des entretoises à partir duquel il y a intérêt économique à revenir au diamètre d'origine dépend du prix du métal constituant les entretoises.

En période normale, on considère généralement que les dépenses de main-d'œuvre et les dépenses de matières peuvent être mises sur le même pied. Il faut donc que l'économie de métal à faire sur les entretoises, par suite de la réduction de leur diamètre, soit supérieure aux dépenses de main-d'œuvre et de matières nécessaires au baguage des trous.

Il convient de noter que l'économie de métal sur les entretoises se répète chaque fois que ces entretoises sont remplacées en service.

Sur ces bases, on admet que le baguage ou le rebagUAGE permettant de revenir aux diamètres d'entretoises d'origine D, est économique pour des entretoises en **cuivre** et en **cupro-manganèse** dès qu'il évite la pose d'entretoises de diamètre $D + 4$ en période normale ou $D + 3$ en période de pénurie de matières.

Pour les entretoises en acier; le faible prix au kilo de la matière économisée rend le baguage moins intéressant. Ce n'est guère que pour une réduction de diamètre de 4 mm. et dans le cas d'entretoises qui seront remplacées deux fois en service que le baguage devient économique.

Si les tôles de boîte à feu placées en regard des parties de foyer remplacées sont mauvaises, elles sont remplacées;

Si les tôles de boîte à feu placées en regard des parties de foyer remplacées sont bonnes et non encore baguées, il est fait une **première application** de bagues pour réduction des diamètres d'entretoises;

Si les tôles de boîte à feu placées en regard des parties de foyer remplacées sont bonnes et déjà baguées, les bagues pour réduction de diamètre d'entretoises sont remplacées (**deuxième application de bagues**).

Les bagues sont confectionnées conformément à la norme NCF n° 21-3020. Elles sont prélevées dans les barres d'acier A 37. 5. e. Ces barres sont recuites avant usinage. Elles sont filetées extérieurement à l'un des diamètres nominaux suivants : 36,39, 42 mm.

Pour les filetages extérieurs, les vérificateurs définis ci-après sont à employer :

— 1 bague filetée maxi "entre" au profil S1 - épaisseur 20mm. (10 filets) - Diamètre à flanc de filets $D + 200$ microns.

— 1 bague fil-tée mini "n'entre pas" à palpeurs médians, épaisseur 20 mm. (10 filets) - Diamètre à flancs de filets D.

Le trou central est percé avec tolérance H 12 vérifiée par calibre tampon double maxi-mini.

Le tableau ci-après définit les dimensions des bagues à employer dans le cas de pénurie de matière :

Diamètre nominal des entretoises		20	21	22	23	24	25	26
Diamètre limite sans baguage	entretoises cuivre et bronze manganésé	23	24	25	26	27	28	29
	entretoises acier	24	25	26	27	28	29	30
Diamètres nominaux des bagues	1 ^{re} application	36/14,5	36/14,5	36/14,5	39/17	39/17	39/19	39/19
	2 ^e application	39/14,5	39/14,5	39/14,5	42/17	42/17	42/19	42/19

Pour que la solidité des entretoises posées dans des bagues soit satisfaisante, il faut que le diamètre de ces entretoises n'exécède jamais, en entretien courant dans les dépôts :

28	dans les bagues de diamètre extérieur	36 mm.
31	—	39 mm.
34	—	42 mm.

Afin de réserver aux dépôts la marge d'agrandissement nécessaire pour des remplacements d'entretoises en service courant, les grands ateliers ne doivent jamais poser d'entretoises de diamètre supérieur à :

25	dans les bagues de diamètre extérieur	36 mm.
28	—	29 mm.
31	—	42 mm.

Les bagues sont engagées dans leur logement à la main d'une portion de filet puis vissées à la machine à l'aide d'un entraîneur. Le réglage final s'opère de façon à garantir l'affleurement de la bague sur la paroi extérieure de la boîte à feu.

La longueur de la bague doit être suffisante pour garantir un débordement d'environ 5 mm. à l'intérieur de la lame d'eau. De cette manière, on est assuré d'avoir un nombre suffisant de filets en prise. Le débordement à l'intérieur de la lame d'eau décèle à coup sûr la présence des bagues lors des remplacements éventuels d'entretoises dans les dépôts.

La fraisure profonde de 5 mm. doit être placée côté eau. Elle maintient la longueur d'encastrement de l'entretoise à la valeur de l'épaisseur de la tôle.

L'étanchéité de la bague dans son logement est obtenue par brochage.

La pénétration complète peut s'obtenir :

- soit avec une broche spéciale sous l'action d'une presse hydraulique;
- soit avec l'outil NCF 02-2252 sous l'action d'un marteau pneumatique du type buri-neur (Renault B 14 ou B 45).

Avec ce dernier procédé, pour éviter la rotation de certaines bagues vissées avec le jeu maxi, il peut être nécessaire d'immobiliser la bague après réglage par un coup de pointeau entre cuir et chair.

Pour éviter une déformation des filets au cours de l'opération de brochage au marteau pneumatique, il peut également être nécessaire de retenir la bague côté eau, au moyen d'un tas dans certains cas d'assemblage avec jeux maxi entre bague et boîte à feu.

3^o Préparation des entretoises : détermination des dimensions.

a) Entretoises ordinaires.

Lorsque les entretoises sont exécutées en séries et interchangeables (Ateliers) on utilise pour leur décolletage (mise à longueur, au diamètre, et débardage) un tour automatique avec tourelle à outils multiples et pour leur filetage :

- soit une machine à fileter à peignes radiaux (*fig. 163 A*);
- soit une machine à rouler « Kayser » alternative (à peignes droits) dans laquelle les filets sont laminés entre deux plaques (*fig. 163 C*). Le diamètre de tournage de la barre lisse utilisée est celui à flanc de filet (1).

(1) Voir article de la Revue Générale des Chemins de fer (mars 1931).

La résistance des filets laminés est plus grande que celle des filets taillés car les fibres longitudinales ne sont pas coupées mais refoulées. En dehors de leur meilleure étanchéité ce type d'entretoises permet une économie sensible, tant de métal (20 %) que de main-d'œuvre.

Le tournage au diamètre à flanc de filet (à la tolérance h 7) se fait en deux opérations (ébauche et finition) sur tours utilisant des outils au carbure de tungstène.

Les entretoises en cuivre et bronze, métaux capables de résister à froid à de grands efforts sont filetées en une seule opération; celles en acier en deux : la première passe est effectuée à un diamètre supérieur de 0 mm. 15 au diamètre définitif, la deuxième à celui-ci.

Le débit de la machine est de 18 entretoises à la minute (1 passe).

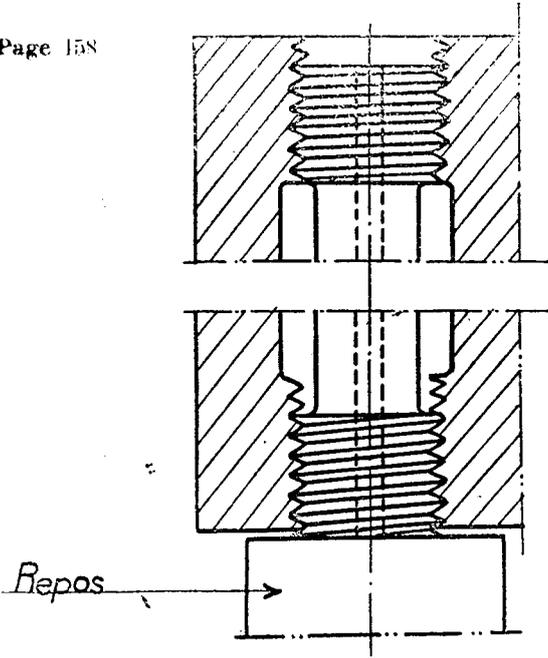


FIG. 163 C

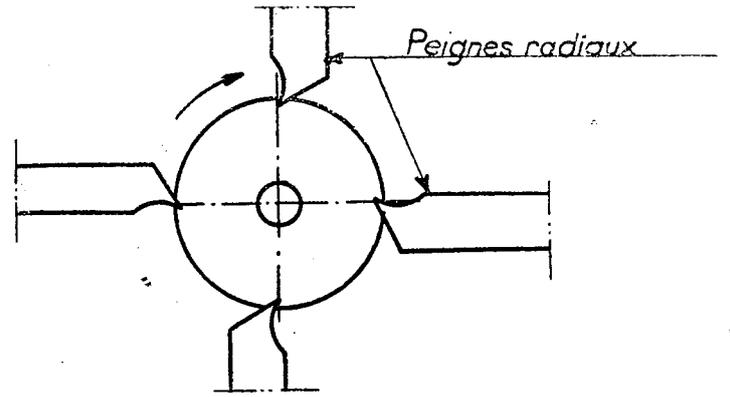
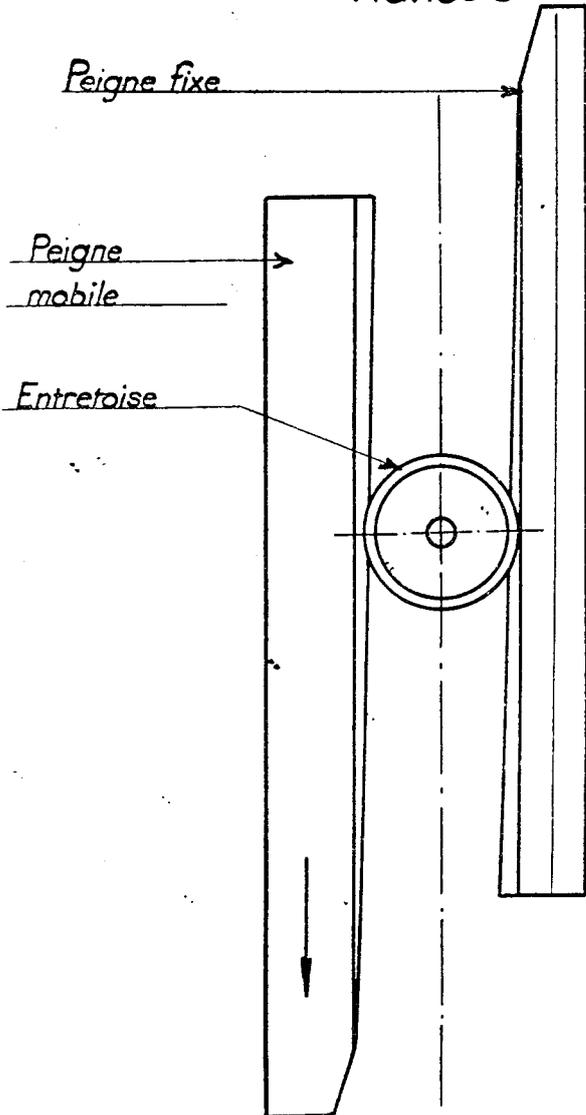


FIG. 163 A

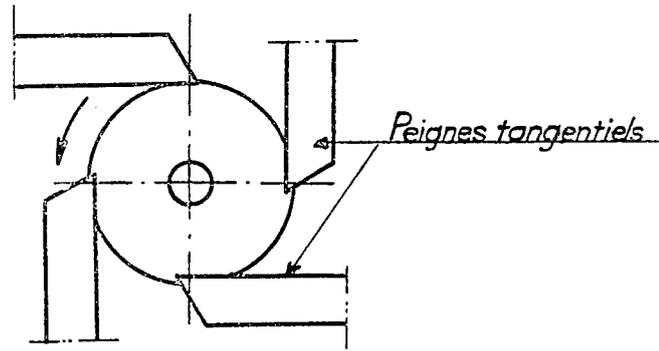


FIG. 163 B

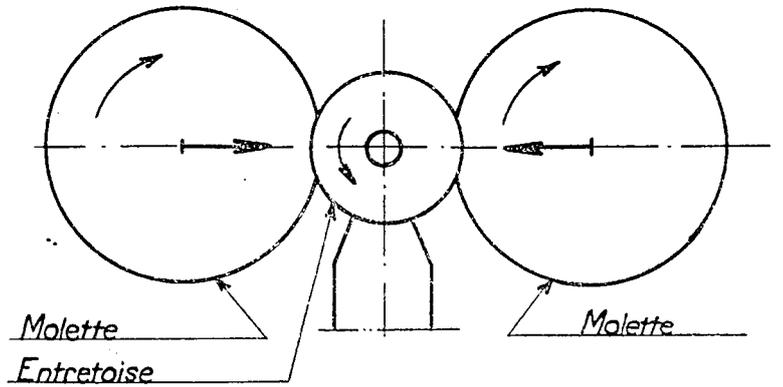


FIG. 163 E

— soit une machine à rouler « Pee Wee » dans laquelle les filets sont laminés entre deux molettes (fig. 163 E).

Lorsque les entretoises sont exécutées par faibles quantités (dépôts), on utilise le tour parallèle et l'outil à fileter ordinaire.

Le diamètre du filetage des entretoises doit correspondre exactement à celui des tarauds utilisés pour le rafraîchissage des trous afin qu'à leur mise en place, les entretoises se vissent sans jeu dans les parois de la chaudière. Pour obtenir ce résultat, il convient de vérifier leurs filetages à l'aide d'un écrou-étalon confectionné d'après les tarauds (1).

La longueur des entretoises dépend :

— de la saillie ménagée pour la formation des têtes. Cette saillie est constante quel que soit le diamètre et est fixée à 7 mm. Il convient toutefois d'utiliser pour le rivetage la bouterolle appropriée au diamètre de l'entretoise.

La longueur à donner aux entretoises sera donc égale à :

$$L = e + 14 \text{ mm.}$$

(e étant la distance des faces extérieures des tôles de foyer et de boîte à feu). Elle est relevée

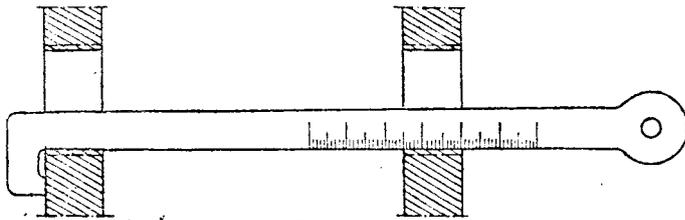


Fig. 164

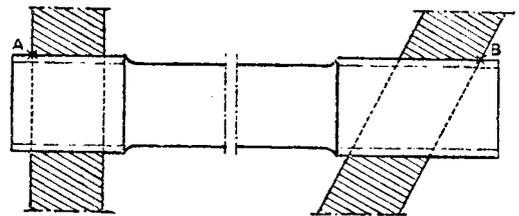


Fig. 165

à l'aide de la jauge à talon représentée figure 164, cette jauge a ses divisions décalées de 14 mm., ce qui permet la lecture directe de la cote L.

NOTA. — Dans le cas d'entretoises obliques par rapport aux tôles, on prend pour e la longueur AB, distance maximum séparant les faces extérieures des tôles (fig. 165).

Les entretoises sont délardées dans les conditions indiquées, la longueur du délardage étant inférieure de 10 mm. à l'écartement intérieur des parois de façon à ménager sur chaque paroi côté eau une saillie de 5 mm. de la partie filetée (fig. 166 et 167).

b) Entretoises borgnes.

Confectionner l'entretoise dans les conditions indiquées pour les entretoises ordinaires. L'extrémité côté boîte à feu est ensuite retouchée au peigne sur le tour pour donner au filetage une conicité correspondant à celle du taraud ayant servi au rafraîchissage des filets de la paroi boîte à feu.

(1). Aux Ateliers et dans le cas d'utilisation de la machine « Kayser » le contrôle des entretoises terminées se fait par sondage et on utilise :

— Un comparateur pour mesure du diamètre à flancs de filets faisant le même usage que les deux bagues lisse « n'entre pas » et fileté « entre ».

— Un appareil de contrôle à palpeurs pour mesure du décalage du pas, les tolérances étant les mêmes que pour les tarauds.

— Un comparateur optique Carl Zeiss pour vérification du profil du filet.

— Des bagues filetées et lisses, maxi-mini.

Les rebuts de fabrication n'atteignent pas 2 %, ni ceux de montage 3 %.

En ce qui concerne les trous d'entretoises, le \varnothing d'alésage avant taraudage est supérieur de 0 mm. 5 au diamètre du noyau du taraud.

Pour les alésoirs la tolérance admise sur le diamètre nominal est de : $\begin{matrix} + & 0 \\ - & 20 \end{matrix}$ (alésoir de 23). Une bague « n'entre pas » détermine le diamètre limite d'utilisation.

Pour les tarauds les tolérances sont récapitulées dans les normes O. C. F.

Cette partie de l'usinage devra être particulièrement soignée pour garantir en service une bonne étanchéité de l'entretoise.

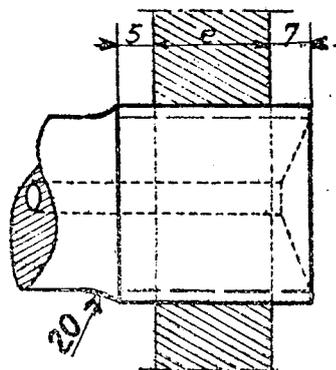


Fig. 166

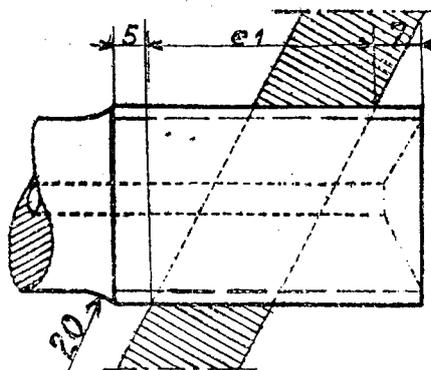


Fig. 167

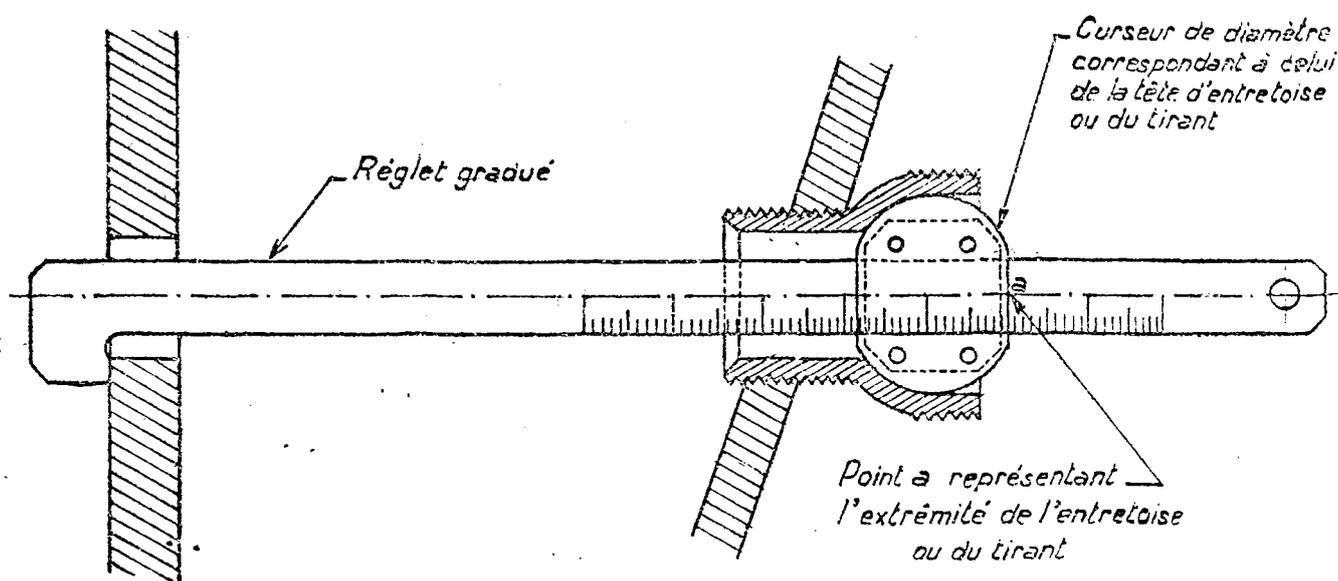


Fig. 168

c) Entretoises articulées.

Les prescriptions générales données pour les entretoises ordinaires restent applicables.

La longueur de l'entretoise sera mesurée à l'aide d'une jauge à vernier sphérique (fig. 168); cette jauge a sa graduation décalée de 7 mm. pour tenir compte de la saillie nécessaire pour le rivetage côté foyer.

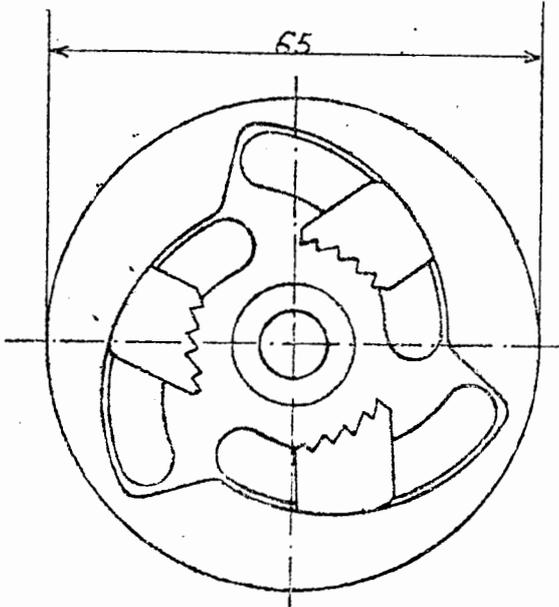
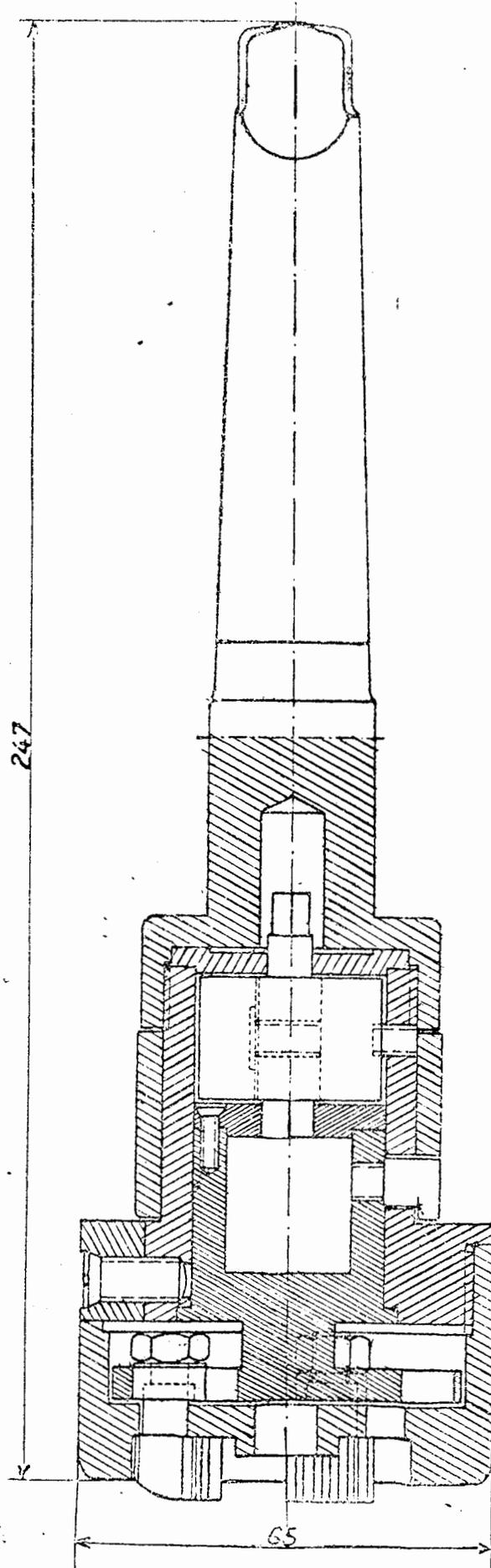
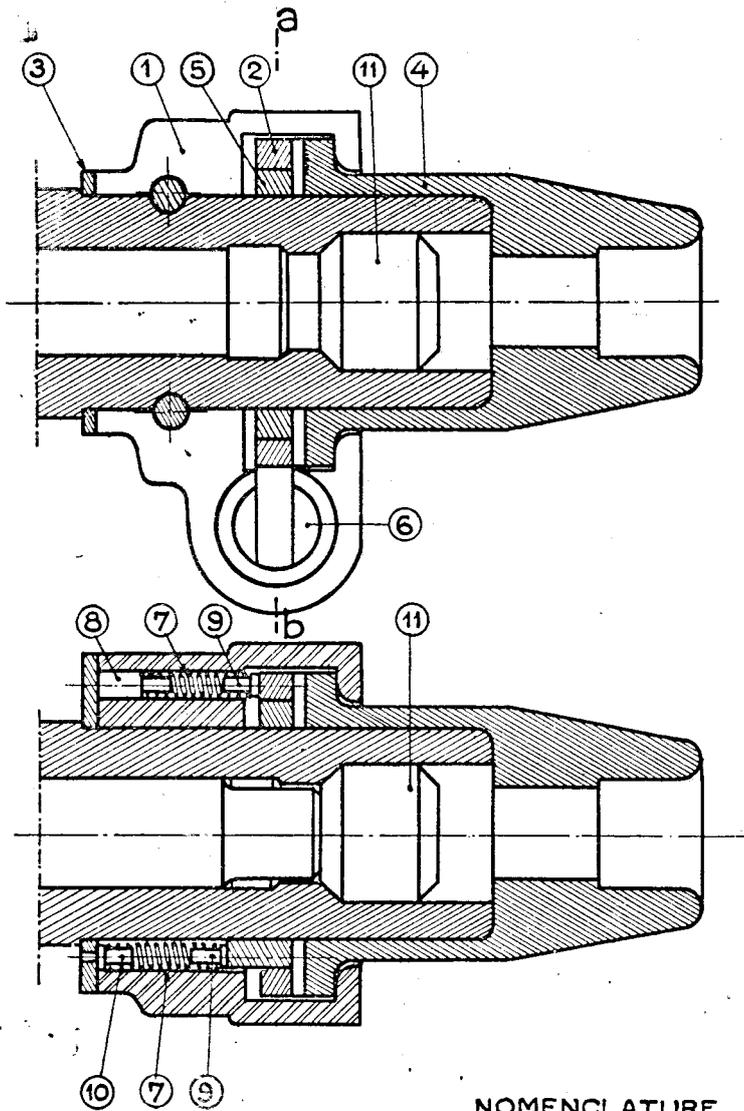
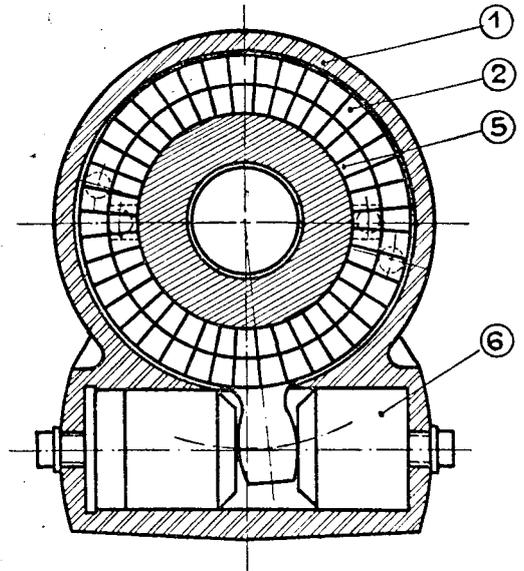


Fig. 170





Coupe ab rabattue à gauche



CARACTÉRISTIQUES

Poids	14 ^k 500
Longueur	485 ^{mm}
Alésage	30 ^{mm}
Course	180 ^{mm}
Coups par minute	1150
Air libre par minute	1000 ^{litres}
Capacité de rivetage	32 ^{mm}
Diamètre du flexible	15 ^{mm}

NOMENCLATURE

Nos	DÉSIGNATION
1	Carter des rochets
2	Rochet mobile
3	Rondelle butée des ressorts
4	Manchon porte outils
5	Rochet fixe
6	Pistons du carter
7	Ressorts des rochets
8	Embouts des ressorts
9	d°
10	d°
11	Piston intermédiaire

FIG. 172

4° Pose des entretoises.

Les filetages des entretoises doivent être à plein dans ceux de deux plaques et le contrôle doit être fait avant rivetage par le dirigeant intéressé.

a) Entretoises ordinaires.

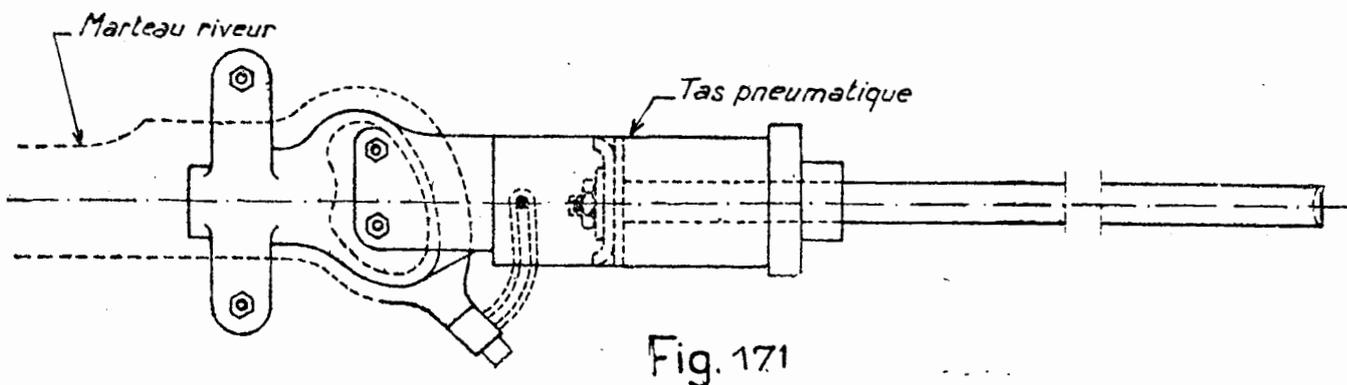
Visser l'entretoise à la main de quelques filets dans la paroi par laquelle a été faite le rafraîchissage du filetage.

Terminer la mise en place à l'aide d'une griffe spéciale (*fig. 169-170*) entraînée par une perceuse pneumatique ou électrique. La griffe est confectionnée de telle façon qu'en l'amenant au contact de la paroi, la saillie de l'entretoise sera celle prévue pour la formation des têtes.

On peut utiliser pour le rivetage suivant le nombre d'entretoises à traiter :

- soit le marteau à main ou le marteau pneumatique;
- soit le marteau riveur rotatif avec tas pneumatique (*fig. 171*).

La *figure 172* représente la tête spéciale du marteau riveur rotatif.



Le carter de rotation des rochets 1 fixés à l'extrémité du fût du marteau comporte un cylindre dans lequel peuvent se déplacer 2 pistons 6. L'une des faces du piston est raccordée par un conduit au canal de relève et l'autre au canal de frappe du marteau.

Un rochet mobile 2 raccordé par tenon aux pistons 6 pivote alternativement dans les deux sens. Deux cliquets actionnés par des poussoirs à ressorts (7, 8, 9) rendent le rochet 2 solidaire du porte-outil 4 dans l'un des deux sens. Lorsque la rotation s'effectue dans l'autre sens, le rochet mobile tourne autour du porte-outil maintenu par le rochet fixe 5 et ses cliquets à ressorts. Les canaux d'alimentation sont disposés de manière que la rotation s'effectue pendant la course de frappe. Une enclume 11 est intercalée entre le piston et l'outil.

En principe, dans le cas d'emploi de marteau riveur rotatif avec tas les deux têtes sont formées simultanément; les marteaux sont suspendus à l'aide d'un C ou il est adopté pour l'appui des tas les montages représentés *figures 152 et 153*. On peut également avec cet outillage river les têtes alternativement; on commence alors par le côté foyer; l'extrémité de l'entretoise est appuyée sur un tas. Dans le cas d'emploi de marteau pneumatique ou à main les têtes sont toujours rivées alternativement dans les conditions exposées ci-dessus.

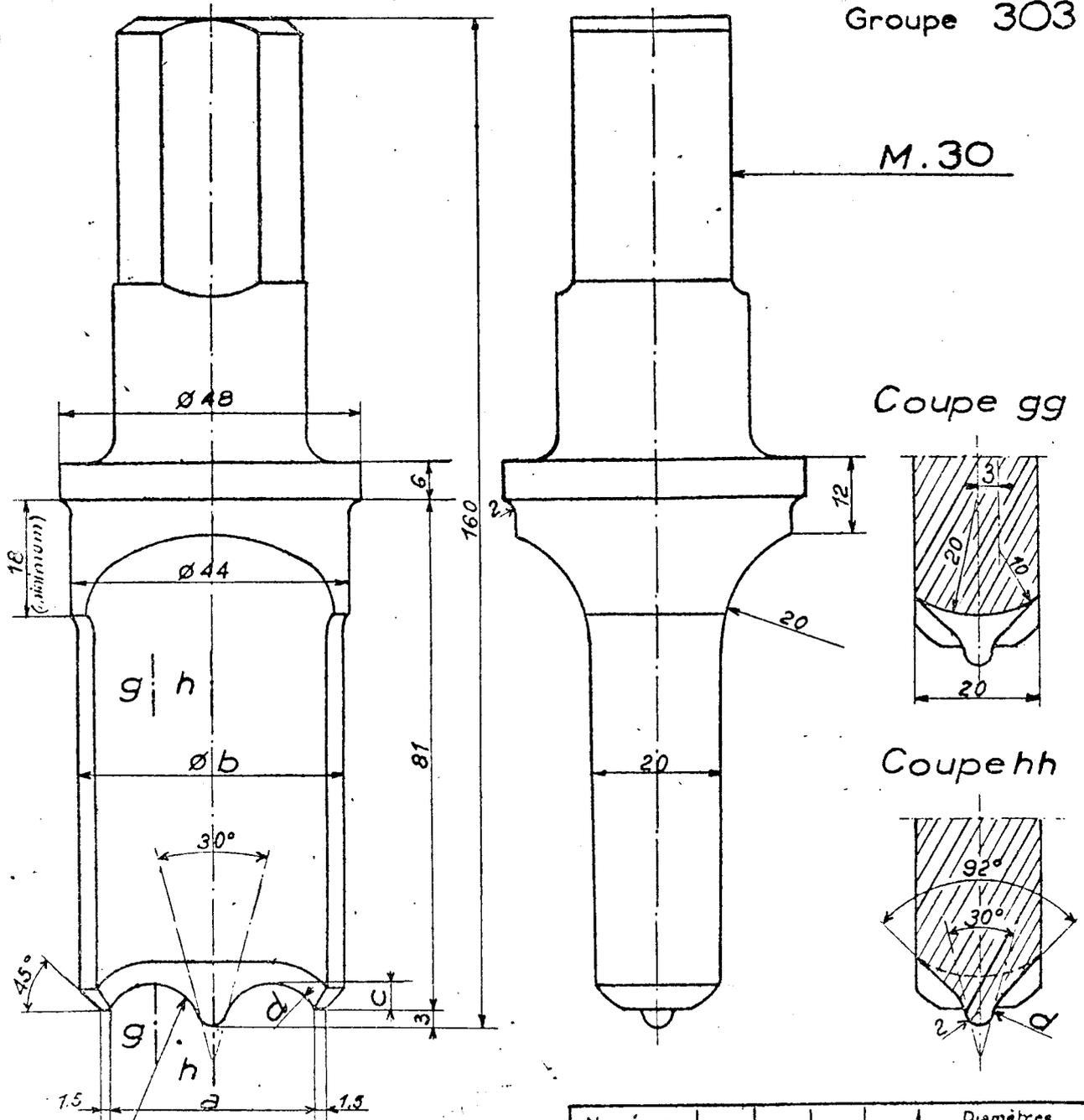
Le travail de rivetage est exécuté avec une bouteille NCF 02-2135, son choix dépend du diamètre de l'entretoise (*fig. 173*).

—	entretoise de	20, 21, 22, 23	de diamètre à	bouterolle	0411
—	—	24, 25, 26	—	—	0412
—	—	27, 28, 29	—	—	0413
—	—	30, 31, 32	—	—	0414
—	—	33, 34	—	—	0415

Bouterolles pour entretoises (à têtes normales)
de chaudières

OCF 02.2135

Groupe 303



M.30

Coupe gg

Coupe hh

Calibre de vérification, voir
feuille : CCF 06.7726

Numéros des bouterolles	a	b	c	d	Diamètres correspondants des entretoises
0411	30	40	4	6,8	20-21-22-23
0412	32	42	4,5	7,4	24-25-26
0413	34	45	5	7,8	27-28-29
0414	38	48	5	9,2	30-31-32
0415	42	51	5	10,8	33-34

Fig. 173

L'usure de ces bouterolles doit être contrôlée à l'aide des calibres de vérification correspondants. Les bouterolles sont réparées ou rafraîchies par le centre réparateur. Elles ne doivent pas être meulées par les dépôts.

Pour faciliter le rivetage, il est conseillé de pratiquer aux deux extrémités des entretoises une cuvette conique, d'angle au sommet 120°, ainsi que l'indique la figure 174.

Après la pose, les entretoises sont bouchées.

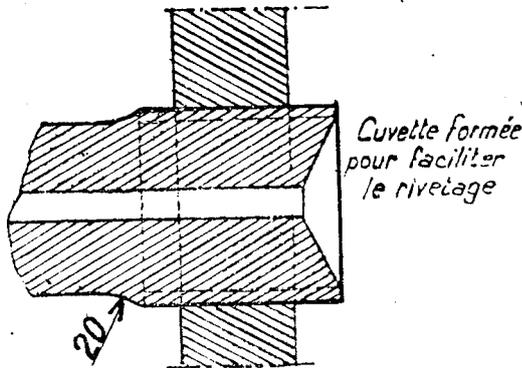


Fig. 174

RECOMMANDATIONS IMPORTANTES

1°) Veiller à bien orienter le marteau et le tas de manière que l'axe du marteau et celui de l'entretoise coïncident, sinon, on risque soit la rupture du téton-guide, soit le déport de la tête.

2°) Dans le cas des entretoises obliques par rapport aux tôles buriner la tête pour que la face d'extrémité de l'entretoise soit parallèle à la tôle.

3°) Il est interdit de former ou de mater les têtes quand il y a de l'eau dans la chaudière.

4°) Dans toute opération de remplacement

d'entretoise, il est recommandé d'utiliser tout montage ou dispositif assurant la sécurité des ouvriers pendant leur travail.

5°) Prendre les plus grandes précautions à la fin du rivetage de la tête pour éviter de former un sillon autour de celle-ci.

b) Entretoises borgnes.

— Avant la mise en place, obturer le trou central.

— Visser l'entretoise à la main en utilisant la griffe spéciale. Opérer un serrage énergique pour assurer une bonne étanchéité côté boîte à feu.

En principe, la saillie dans les foyers de doit être normale et permettre la formation la tête. En cas d'un excès de longueur celle-ci est ramenée à la valeur voulue en usant son extrémité à l'aide d'un foret d'un diamètre supérieur à celui de l'entretoise.

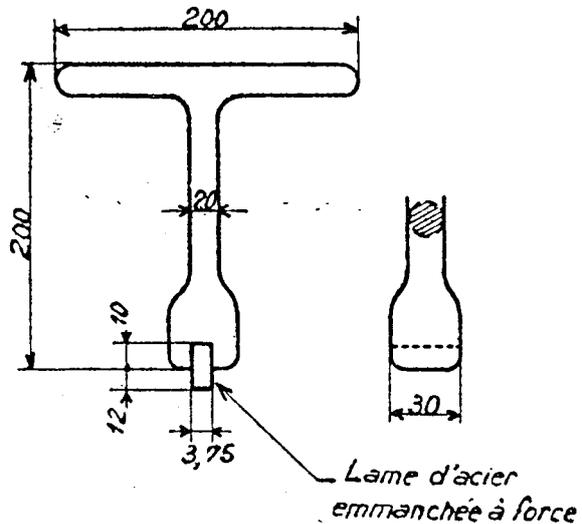


Fig. 175

c) Entretoises articulées.

Le cas échéant, mettre le siège en place. Utiliser pour permettre un vissage commode, le chapeau qui porte un six pans. Enlever ensuite le chapeau pour la mise en place de l'entretoise.

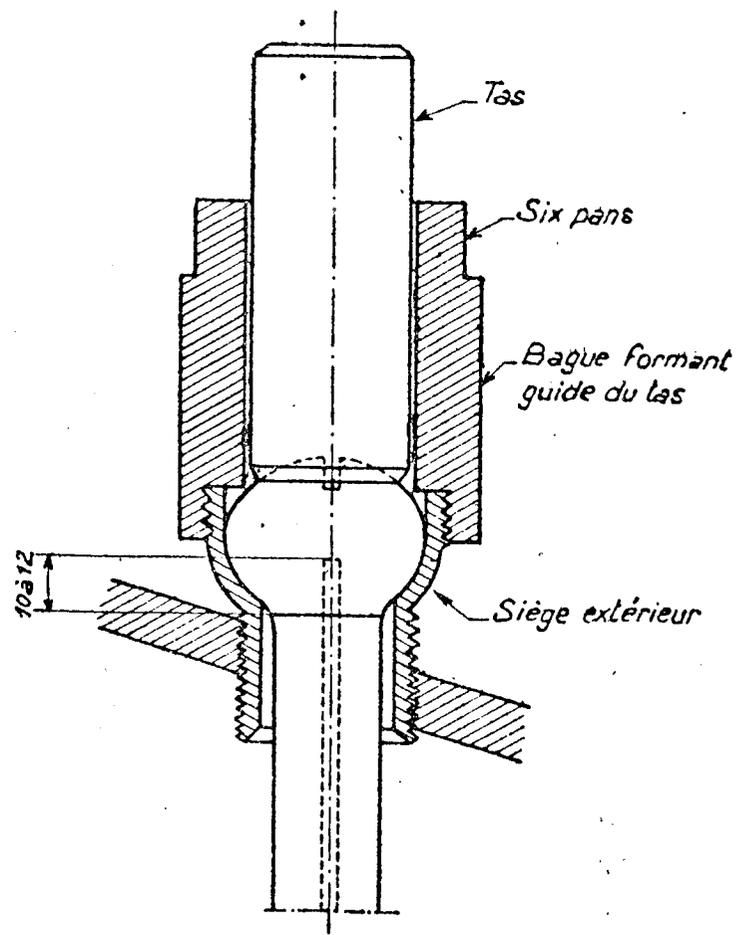


Fig. 176

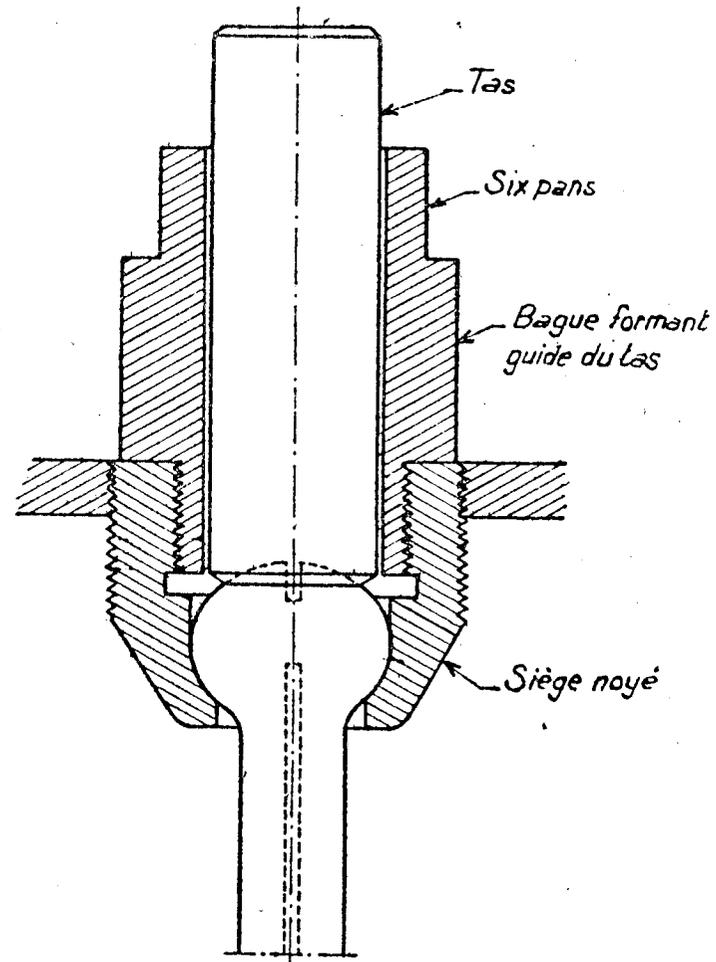


Fig. 177

Visser l'entretoise en utilisant le tournevis représenté (fig. 175) jusqu'à assurer le contact de la tête dans le siège. Desserrer alors d'un quart de tour pour éviter le blocage lors du rivetage. River la tête en maintenant l'extrémité sphérique à l'aide d'un tas spécial (fig. 176 et 177).

Revisser le chapeau après rivetage de la tête côté foyer.

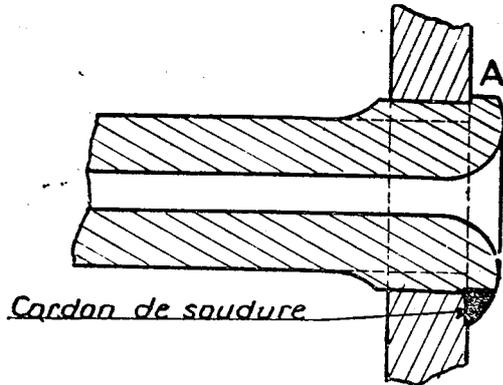


Fig. 177 bis

5° Resserrage des filetages - Rectification des têtes d'entretoises usées - Soudure des têtes.

a) Formation des têtes.

L'écroissage du métal qui se produit au martelage intéresse surtout les premiers filets, aussi quand le brochage est nécessaire par la suite, les poinçons utilisés doivent avoir un cône peu accentué, de 1/10 au maximum, pour que le resserrage ne se fasse pas seulement sur les premiers filets, mais sur toute l'épaisseur de la tôle.

Pour rectifier les têtes usées, on ramène le métal en saillie en général usé irrégulièrement, sur tout le pourtour du filetage en utilisant la bouterolle normalisée (fig. 176 bis).

b) Soudure des têtes.

Dans le cas des machines puissantes à taux de combustion élevé et assurant un service difficile, il peut arriver que l'on ne puisse pas maintenir l'étanchéité des têtes d'entretoises côté foyer par simple rivetage, on a recours alors à la soudure du bord des têtes après rivetage. Cette mesure doit être exceptionnelle et n'être appliquée qu'aux séries de machines où elle est manifestement nécessaire pour assurer une tenue acceptable des entretoises.

Trois cas à considérer :

Premier Cas (fig. 177 bis).

Les entretoises sont déjà rivées avec les bouterolles forme normalisée NCF et elles donnent lieu à fuites :

On réduit le diamètre de la tête avec un outil de forme appropriée de façon à obtenir avant soudure la forme de tête représentée en A. L'épaisseur au bord de la tête est alors suffisante pour éviter de brûler le métal.

Deuxième Cas (fig. 178).

L'entretoise vient d'être posée, la tête ne devant pas être rivée. Avant soudure, on délarde l'extrémité de l'entretoise débordant la face de foyer jusqu'à fond de filet comme l'indique la figure.

Troisième Cas (fig. 179).

L'entretoise est rivée avec une bouterolle de diamètre plus petit que la normale (n° 0411,

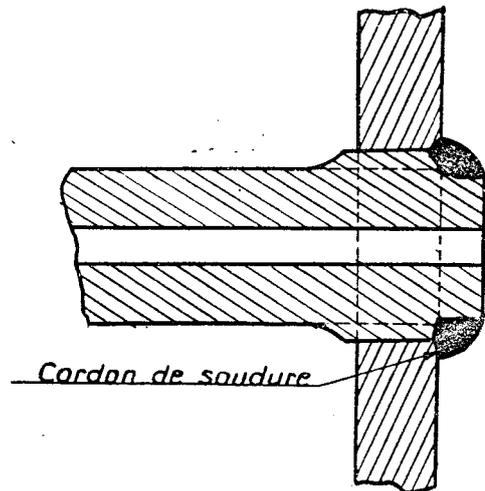
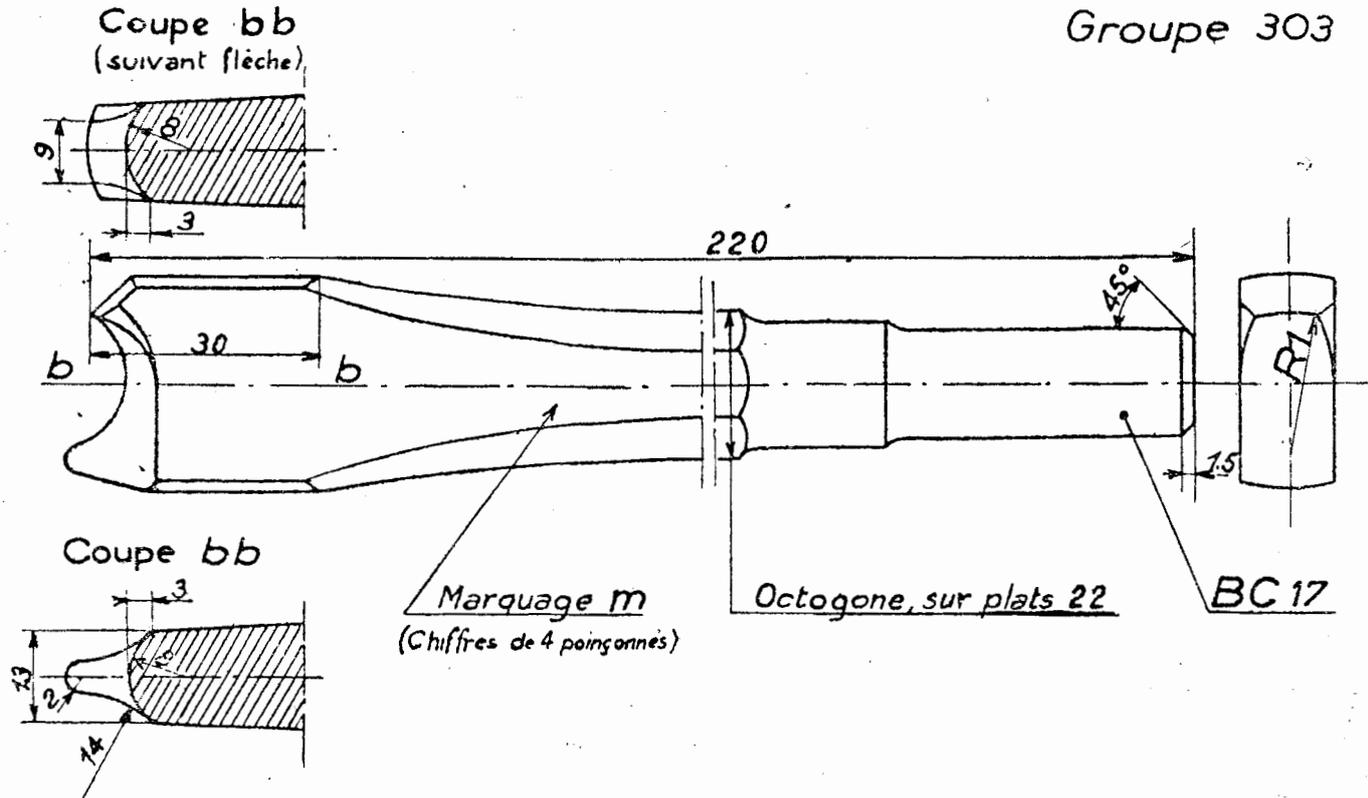


Fig. 178

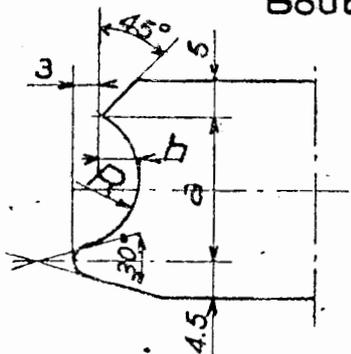
Bouterolles à reformer et resserrer les têtes d'entretoises de chaudières (Travaux de dépôt)

OCF. 02.2138^B

Groupe 303

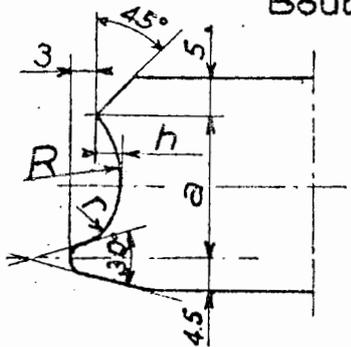


Bouterolles à poser les entretoises



Numéros des bouterolles	a	h	R	R1	m	Diamètres correspondants des entretoises
0442	15	4	6.5	17	30.4	20-21-22-23
0443	16	4.5	7	18	32.45	24-25-26
0444	17	5	7.4	19	34.5	27-28-29
0445	19	5	8.8	21	38.5	30-31-32
0446	21	5	10.4	23	42.5	33-34

Bouterolles à mater les entretoises



Numéros des bouterolles	a	h	R	R1	r	m	Diamètres correspondants des entretoises
0452	14	2	8	16	4	28.2	20-21-22-23-24-25-26
0453	16	2	10.5	18	4	32.2	24-25-26-27-28-29
0454	17	3	10	19	4.5	34.3	27 à 34
0455	19	3	12.5	21	4	38.3	30-31-32-33-34
0456	18	0	-	-	2.5	36.0	pour entretoises sans tête

Fig. 176^{bis}

Normes N. C. F. pour les entretoises de 22 à 29 et n° 0413 pour les entretoises de 30 à 34). La tête est seulement ébauchée.

La soudure s'effectue directement sans préparation spéciale en dehors du sablage.

Exécution de la soudure.

Sabler la plaque et les entretoises.

Procéder à la soudure en formant un cordon tout autour de la tête pour les premier et troisième cas, autour de l'entretoise pour le deuxième cas.

Les soudures s'exécutent de haut en bas, avec de l'eau-chaude dans la chaudière chaque fois que l'étanchéité le permet.

L'ordre de succession des soudures est le même que celui conseillé pour les tubes.

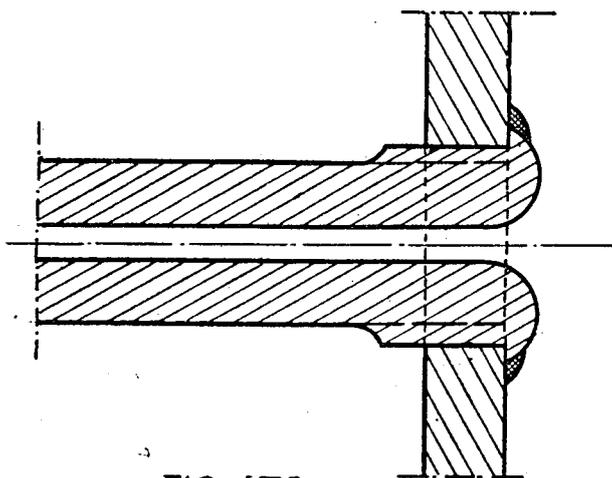


FIG. 179

B. - REMPLACEMENT DES TIRANTS DE SUSPENSION ET D'ARMATURE

Les tirants sont remplacés :

- pour rupture ou fissure (au ras du filetage côté foyer ou boîte à feu)
- pour usure du corps atteignant les limites fixées (généralement immédiatement au-dessus du ciel de foyer);
- pour obstruction du trou central, le débouchage étant impossible;
- pour vérifications périodiques.

En règle générale on remplace tous les tirants lorsqu'ils ont plus de vingt ans de service.

1° Retrait des tirants.

a) Tirants de suspension ordinaires.

Cas des foyers Belpaire :

- Percer les deux extrémités du tirant à une profondeur telle que le trou dépasse environ

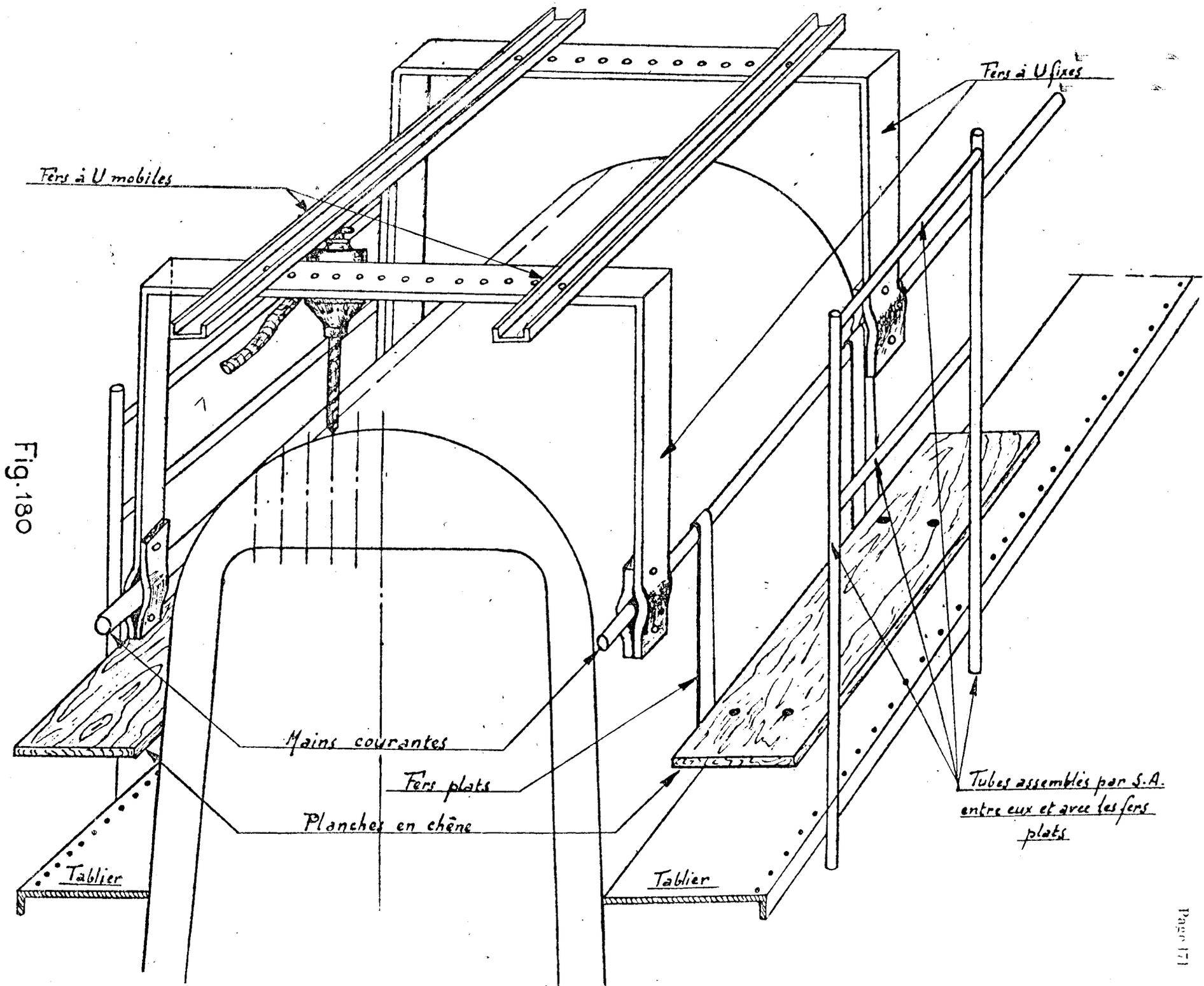
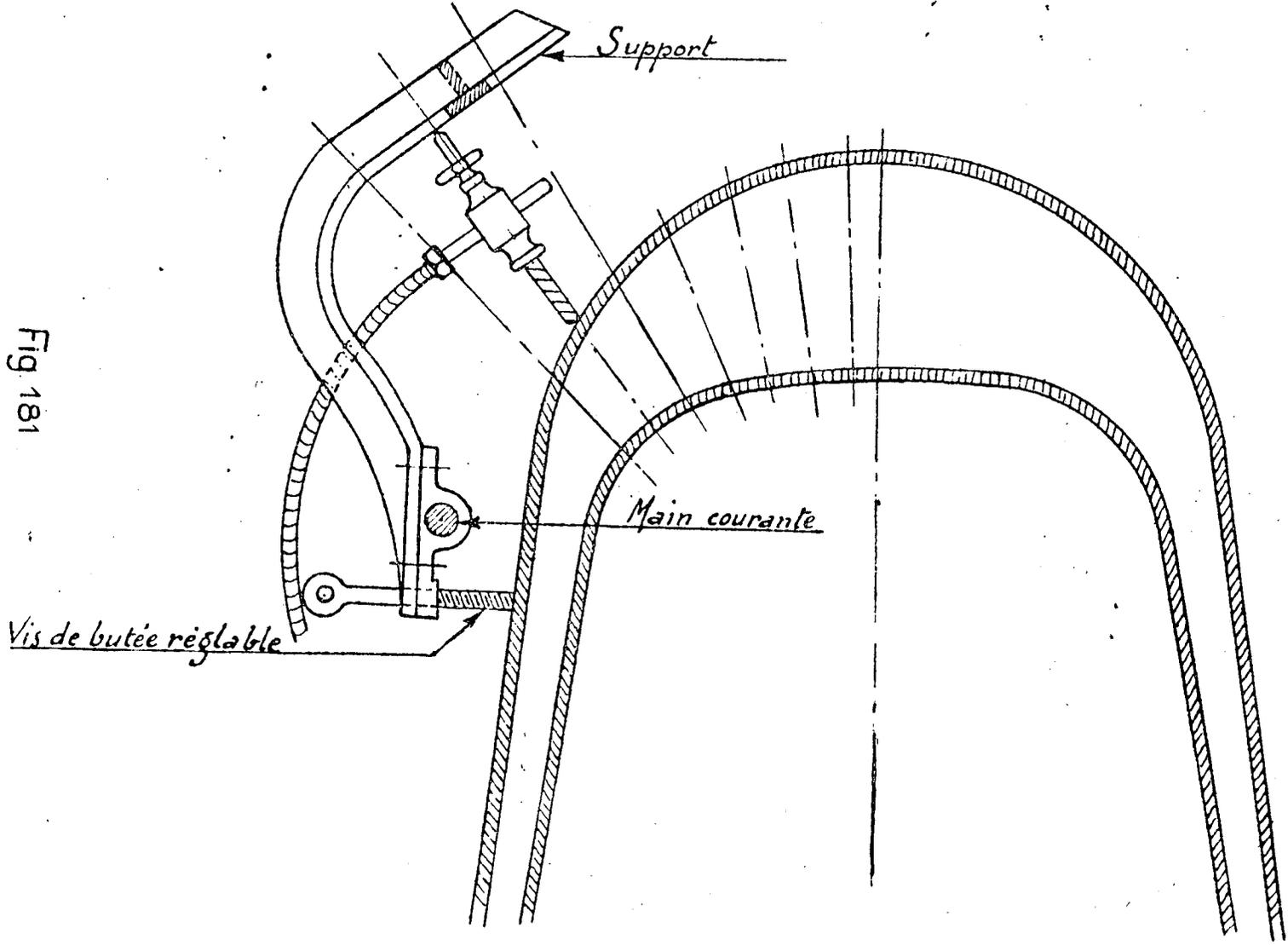


Fig. 180

Fig. 181



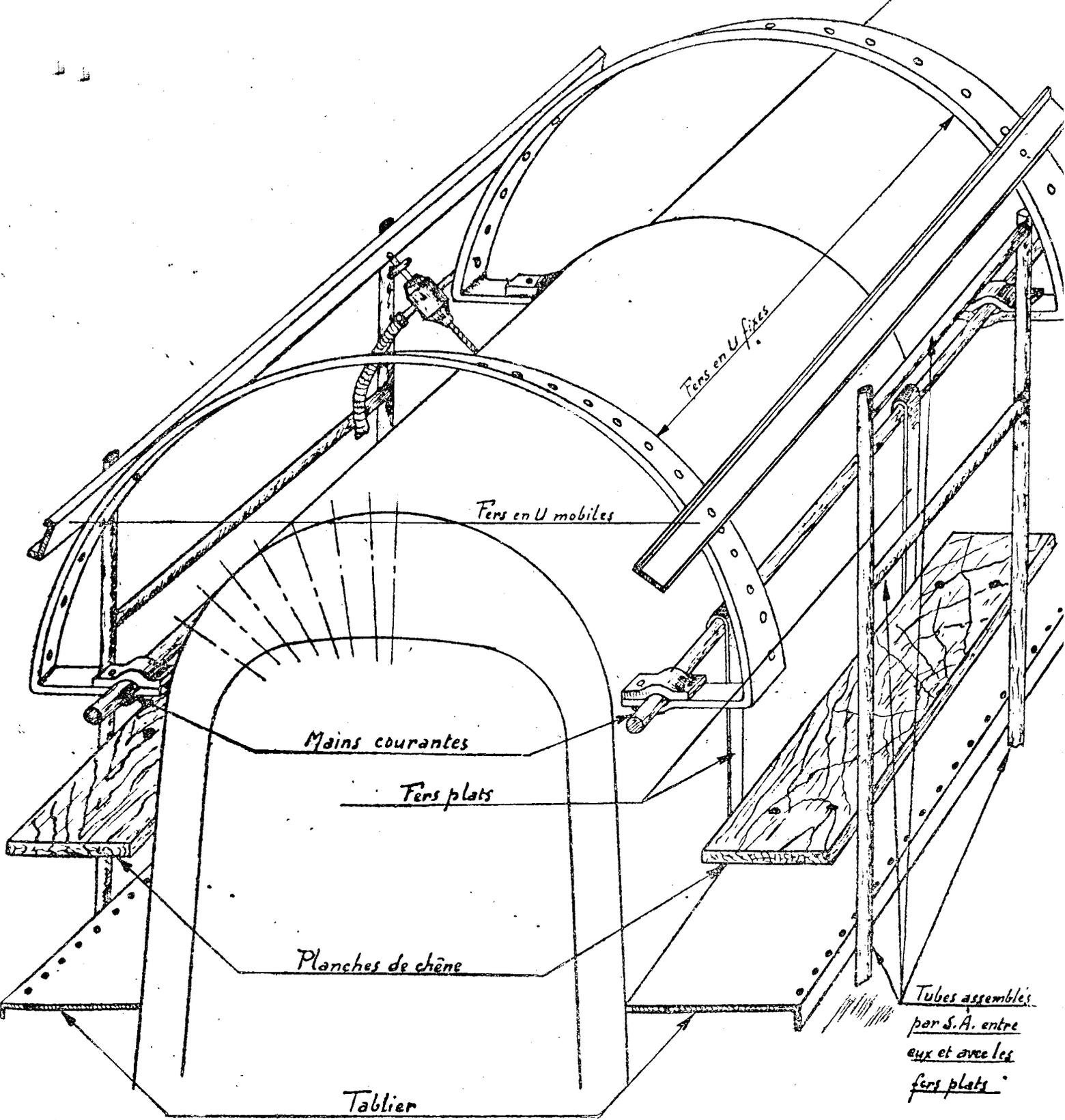


Fig. 182

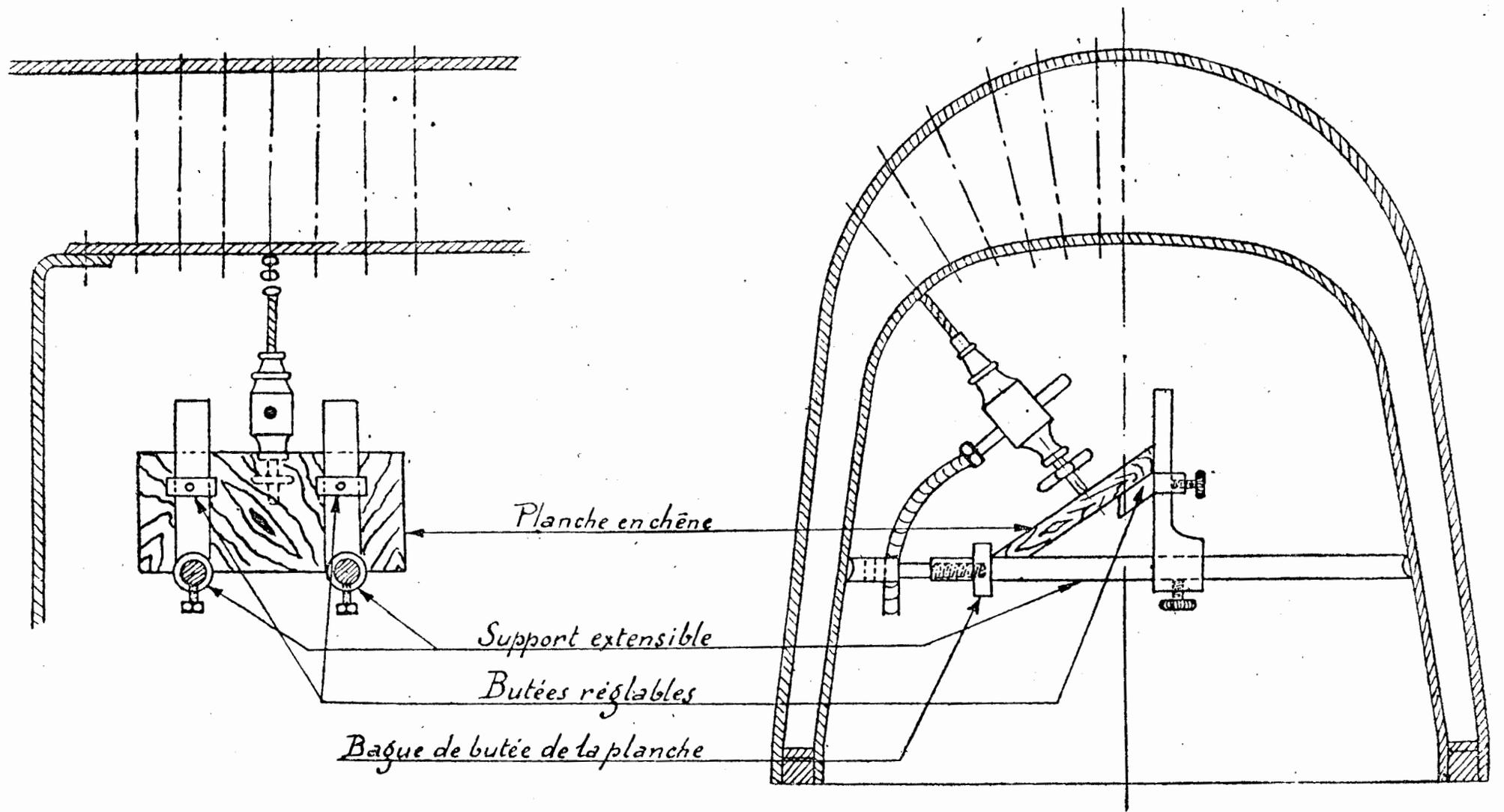


Fig. 183

de 10 mm. la face intérieure de la tôle et à un diamètre inférieur de 5 mm. à celui du tirant (voir fig. 180, 181, 182 et 183).

— Casser le tirant à ses deux extrémités par torsion, en agissant sur les écrous à l'aide d'une clé.

— Sectionner le corps du tirant à environ 7 à 8 mm. de la face intérieure des tôles et dégager les anneaux en opérant comme pour les entretoises ordinaires.

Cas des foyers Crampton :

— Le retrait des tirants verticaux de foyer Crampton et des tirants à rotules se fait, en principe, dans les conditions exposées ci-dessus. Toutefois, le côté boîte à feu (rivure ou rotule) est traité comme indiqué pour les entretoises ordinaires ou à rotule.

NOTA. — Dans le cas du remplacement d'une garniture complète de tirants, afin d'éviter la déformation du ciel de foyer et de boîte à feu, il faut veiller à ne pas enlever simultanément tous les tirants. On procède donc, soit au remplacement successif de groupes de 2 ou 3 rangées, soit au remplacement d'une dizaine de tirants répartis sur le ciel de foyer, avant l'enlèvement du reste de la garniture.

b) Tirants de dilatation.

Opérer pour le perçage côté foyer comme indiqué pour les tirants verticaux.

Retirer le corps du tirant, suivant le type, soit directement à la main, soit en désaccouplant l'étrier ou la biellette de suspension.

Dans le cas de tirant type américain à chape, il est presque toujours impossible de desserrer l'écrou dans la chape. Pour dégager le tirant on le coupera donc, à l'aide d'un pyrocopt, au ras de la partie inférieure de la chape.

c) Tirants transversaux.

Le mode opératoire est le même que pour les tirants verticaux. Il convient, au perçage des extrémités du tirant de faire un trou suffisamment profond (longueur de la partie fileté + 5 à 6 mm.) pour que le tirant puisse être sectionné dans sa partie lisse.

Cette précaution est indispensable pour permettre la sortie facile du corps du tirant par son propre logement de la boîte à feu.

d) Tirants longitudinaux.

Seuls les tirants réunissant les angles supérieurs des plaques AV et AR sont accessibles de l'extérieur de la chaudière (cas des foyers Belpaire).

Leur remplacement se fait dans les conditions indiquées ci-dessus pour les tirants transversaux.

Les autres tirants transversaux exigent de gros travaux accessoires pour leur remplacement. Celui-ci ne peut se faire que dans les dépôts spécialement équipés pour traiter des RA chaudière ou dans les grands ateliers.

2° Préparation des trous de tirants.

a) Tirants de suspension.

Rafraîchir les filets des trous de tirants à l'aide de tarauds spéciaux (OCE) de façon à réaliser des filets parfaitement formés dans les tôles de foyer et de boîte à feu. Le côté foyer étant d'un diamètre inférieur de 2/10 de mm. à celui du côté boîte à feu, le taraudage se fait côté boîte à feu et le taraud ne doit pas traverser de part en part. On pourra faire cette opération à la machine.

Noter soigneusement le nouveau diamètre de chacun des tirants. En principe, si le tirant à remplacer a été convenablement retiré, on arrive à former un filet parfait sans agrandir

le trou. On ne doit tolérer dans le cas le plus défavorable qu'un millimètre d'agrandissement (voir *fig.* 184).

Pour les tirants à rotule, opérer comme pour les entretoises articulées.

b) Tirants d'armature transversaux et longitudinaux.

Même procédé que pour les tirants verticaux. On utilise pour le rafraîchissage des filets dans les tôles de boîte à feu, des tarauds cylindriques ordinaires de diamètre approprié.

3° Préparation des tirants.

Le diamètre et le pas du filetage des tirants doit correspondre exactement à ceux des tarauds utilisés pour le rafraîchissage des trous afin qu'à leur mise en place, les tirants se vissent sans jeu dans les parois de la chaudière. Pour obtenir ce résultat, il convient de vérifier leurs filetages à l'aide d'un écrou-étalon confectionné d'après les tarauds.

La longueur des tirants dépend :

— de l'écartement (l) des faces extérieures des ciels de foyer et de boîte à feu ;

— de la hauteur (h) des écrous et de l'épaisseur (e) des rondelles interposées entre ceux-ci et la tôle du ciel.

Pour permettre un démontage plus facile de l'écrou et éviter le contact des flammes avec l'extrémité du tirant, il convient, du côté foyer, de maintenir l'extrémité du tirant en retrait de 3 mm. dans son écrou.

On aura donc : $L = l + 2h + 2e - 3$ mm. (tirants à 2 écrous);

$L = l + h + e - 3 + 7 = l + h + e - 4$ (tirants à un écrou et une extrémité rivée).

$L = l + 14$ mm. (tirants à 2 extrémités rivées).

La valeur de l est mesurée à l'aide d'un réglet à talon.

Pour les tirants à rotule, mesurer la cote l comme pour les entretoises à rotule. On a :

$L = l + h + e - 3$ mm. ou

$L = l + 7$ mm.

selon que l'extrémité ordinaire est avec écrou ou avec rivure.

Les tirants sont délardés dans les conditions indiquées pour les entretoises.

4° Pose des tirants.

a) Tirants verticaux.

1°) Visser le tirant à la main dans la tôle de boîte à feu (cette opération est très facile; le diamètre de l'extrémité du tirant côté foyer étant plus faible de $\frac{2}{10}$ que du côté boîte à feu) et mettre quelques filets en prise dans la tôle de foyer.

2°) Terminer le vissage à l'aide d'une douille (*fig.* 185) entraînée par une perceuse lorsque le nombre de tirants à remplacer le justifie et lorsque les tirants reçoivent des écrous. Pour ménager sans tâtonner le dépassement voulu pour permettre la mise en place de la rondelle et de l'écrou, il est recommandé de faire un repère sur chacun des tirants avant sa mise en place.

3°) Mettre en place les rondelles et écrous du côté boîte à feu et du côté foyer et bloquer les écrous. S'il s'agit d'un tirant de zone rayonnante du foyer Crampton dont l'extrémité côté boîte à feu est rivée, on monte l'écrou côté foyer, puis, en prenant appui sur l'extrémité

Echelle 1/15

Vue dans le sens de la longueur de la chaudière

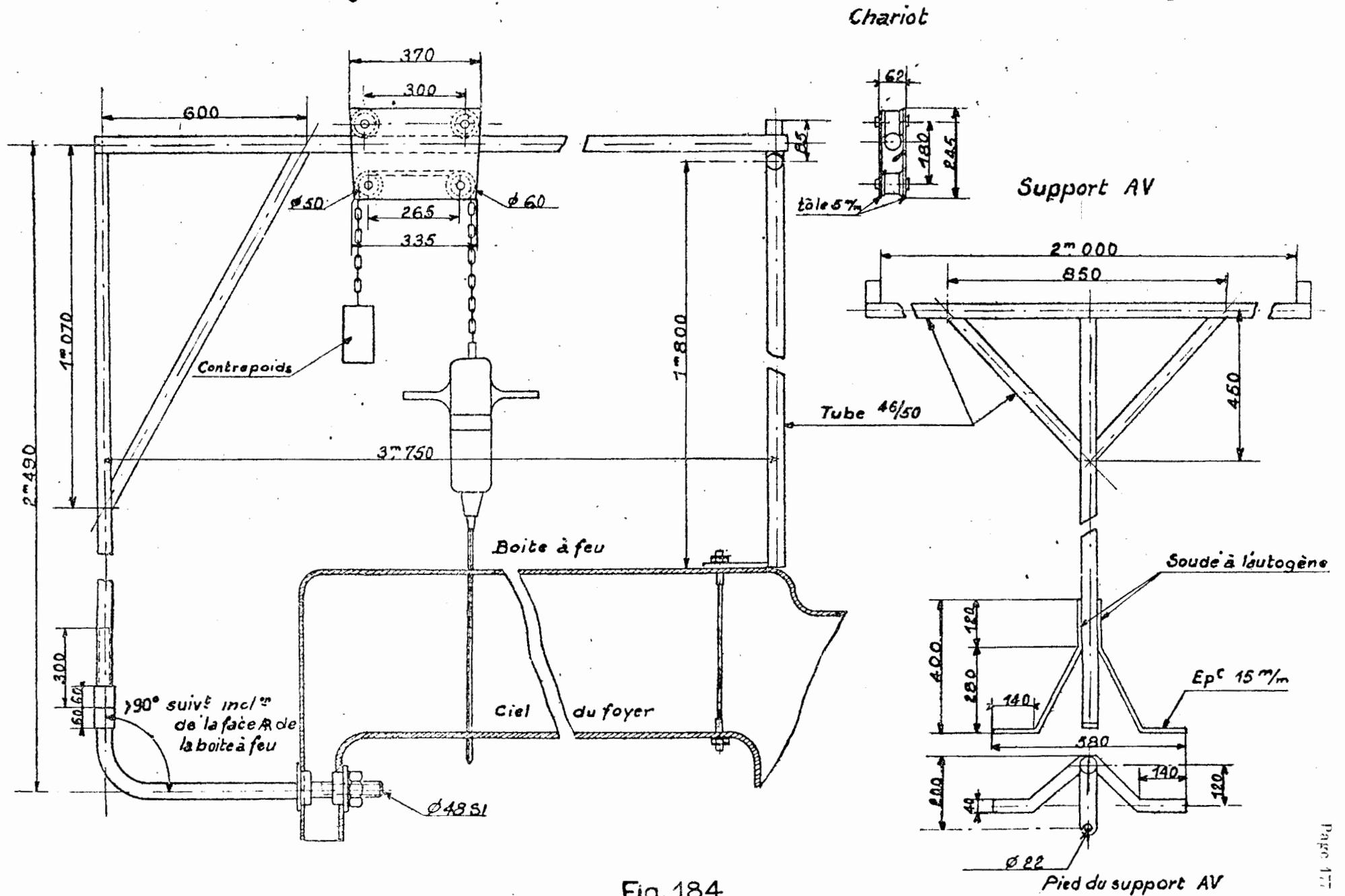


Fig. 184

du tirant (fig. 186), on rive l'autre extrémité en utilisant la bouterolle (fig. 187). Dans le cas du tirant rivé aux deux extrémités, on opère comme indiqué pour les entretoises ordinaires.

Après le montage du tirant il convient de vérifier qu'il est bien en retrait dans l'écrou côté foyer.

La règle générale ci-dessus est applicable aux tirants à rotule; le côté articulé est traité comme indiqué pour les entretoises du même type.

b) Tirants d'armature transversaux et longitudinaux.

Le mode opératoire est le même que celui indiqué pour les tirants verticaux.

Toutefois, les deux filetages d'extrémités ayant, en principe, le même diamètre, le vissage dans les deux parois est fait à l'aide d'un tourne à gauche. De plus, compte tenu de la longueur du tirant, il est nécessaire de le guider par les trous autoclaves pour permettre sa mise en place dans la deuxième paroi. Lorsqu'il

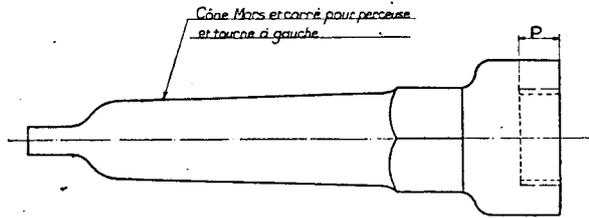
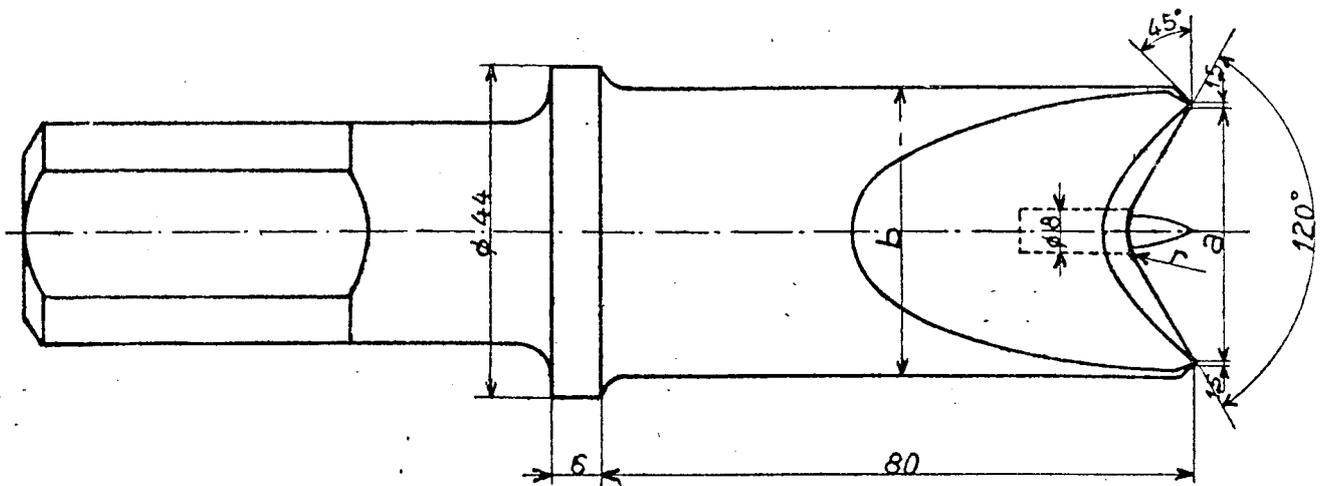


Fig. 185 *P est fonction des diamètres du tirant*



Tirants de :	a	b	r
23 à 27	35	45	7,5
28 à 30	38	48	8,5
31 à 33	40	50	9

Fig. 187

s'agit d'un tirant vissé dans des bossages rivés sur les parois de la boîte à feu (foyers Crampton) il est nécessaire de parfaire l'étanchéité du fait de l'absence d'écrou en rivant légèrement à la main l'extrémité du tirant. Il est prévu à cet effet dans la détermination de la longueur du tirant un supplément de 10 mm.

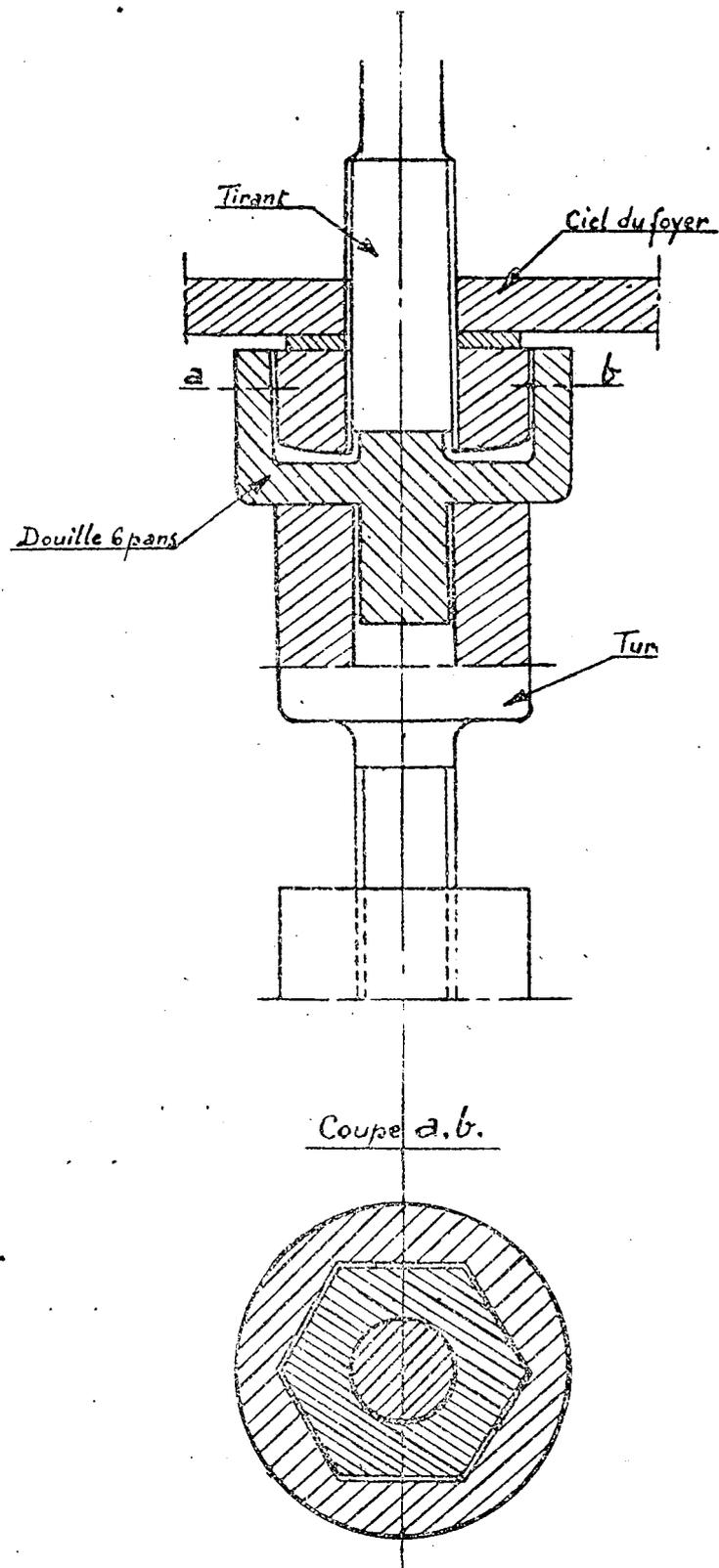


Fig. 186

5° Remplacement des tirants de plaques tubulaires.

Les tirants de plaque tubulaire sont remplacés uniquement pour rupture.

a) Retrait.

- Dévisser si possible la partie de la vis tenant à la tête;
- Percer la partie restant dans l'armature avec un foret d'un diamètre inférieur de 5 mm. à celui de la vis;
- Sectionner l'anneau comme indiqué pour les entretoises. Apporter le plus grand soin à cette opération pour ne pas détériorer le filetage de la plaque tubulaire et de l'armature.

b) Préparation des trous.

Les filetages sont rafraîchis à l'aide de tarauds ordinaires. On opère à la main en veillant à ne pas buter avec le taraud au fond du trou de l'armature.

Comme pour les entretoises et les tirants, on reforme parfaitement le filet en évitant d'augmenter le diamètre des trous.

On admettra un agrandissement maximum de 2 mm.

c) Préparation des tirants.

Le diamètre du filetage doit correspondre exactement à celui des tarauds utilisés pour le rafraîchissage des trous.

Pour que la tête applique bien sur la plaque tubulaire, il faut que l'extrémité du tirant ne bute pas dans le fond du trou de l'armature. On mesure donc avec une jauge graduée la distance entre la plaque tubulaire et le fond du trou; la longueur l doit être diminuée de 10 mm. pour avoir la longueur sous tête du tirant.

d) Pose des tirants.

— Visser le tirant à la main à l'aide d'un tourne-à-gauche (l'usage d'une machine est interdit).

— Serrer énergiquement pour faire joint avec la tête sur la plaque tubulaire.

C. - SURVEILLANCE DANS LES DÉPÔTS DE L'ÉTAT DES ENTRETOISES, TIRANTS.

Pour que les parois de foyer et de boîte à feu ne subissent pas de fatigue excessive et, partant, de déformation permanente, il importe que les pièces d'entretoisement des parois soient constamment en bon état, que leur rupture soit immédiatement signalée et que leur remplacement soit effectué en temps opportun.

Les entretoises et les tirants sont visités à intervalles réguliers, mais il est indispensable de s'assurer avant tout examen que le trou central de ces organes n'est pas obstrué. Il convient d'observer que, sur les entretoises en acier, les fissures progressent lentement, de la périphérie vers le centre, et que l'oxydation peut empêcher toute fuite d'eau ou de vapeur, en cas de rupture, même si le trou central est parfaitement débouché. La surveillance de ces entretoises se fait conformément aux règles spéciales indiquées ci-après.

1^o Visite et débouchage des entretoises et des tirants.

Les visites et les débouchages des entretoises et tirants sont effectués à intervalles d'un mois à l'occasion d'un jet de feu, d'un levage ou d'une R. A. de chaudière. Mention en est faite sur le livre d'entretien de la chaudière.

Toutefois, le débouchage des entretoises et tirants de plaque tubulaire masqués par la voûte n'est à faire qu'à chaque remplacement de voûte, sous réserve que le délai entre deux visites consécutives n'excède pas trois mois.

La chaudière étant pleine d'eau, on s'assure que le trou central de l'entretoise du tirant n'est pas bouché en y introduisant à la main une sonde et en poussant celle-ci jusqu'au bouchon obturant l'entretoise ou au fond du trou du tirant côté foyer, c'est-à-dire au delà de la zone habituelle de rupture.

Il est recommandé d'utiliser pour cette opération une sonde dont le diamètre doit être compris entre 2,5 et 3,5 mm. et dont la mèche non trempée ou à trempe très douce est à « langue d'aspic ». Si, en retirant la sonde, on constate à son extrémité la présence d'humidité ou de traces blanchâtres de tartre, l'entretoise doit être considérée comme rompue.

Lorsque, en raison de la dureté des scories, il n'est pas possible de dégager le trou central à l'aide d'une sonde à la main, il peut être fait emploi de forets confectionnés avec de la corde à piano de 2,5 mm., montés sur une petite perceuse portative.

2^o Mesures à prendre à la suite de la rupture d'entretoises ou de tirants.

Une entretoise rompue doit être remplacée le plus tôt possible. Cependant, on peut attendre pour effectuer ce remplacement soit le jour du lavage, soit un jet de feu de la machine pour une réparation de quelque durée, sous réserve d'obturer le trou central de l'entretoise à l'aide d'un tampon et d'observer les règles ci-après :

1^o) Le nombre total des entretoises rompues dans un foyer ne doit pas excéder 8.

2^o) Le nombre des entretoises rompues par élément de foyer (plaque tubulaire, plaque avant, plaque arrière, parois D et G, chambre de combustion, siphons Nicholson) ne doit pas être supérieur à 3.

3^o) Deux entretoises rompues doivent toujours être séparées par deux rangées au moins, verticales ou horizontales, d'entretoises en bon état.

Lorsque ces conditions ne sont plus remplies, la machine doit être immédiatement arrêtée et les réparations nécessaires exécutées.

NOTA. — On peut admettre, en cas d'absolue nécessité, que le dépôt se borne à faire les remplacements d'entretoises permettant de réaliser les conditions ci-dessus énoncées.

Les tirants rompus doivent être remplacés sans délai.

3^o Examen particulier des entretoises foyer en acier.

En règle générale, les ruptures d'entretoises en acier ne sont pas brutales. Les fissures qui naissent à périphérie se développent progressivement. Il convient d'en suivre l'évolution par des sondages plus ou moins fréquents suivant les séries de machines et de remplacer systématiquement, avant rupture complète, les entretoises dont les sections saines ne sont pas trop réduites.

La rapidité de progression des fissures et l'emplacement des entretoises fissurées dépendent du type de foyer et du service assuré. Aussi les Régions doivent-elles déterminer elles-mêmes, compte tenu de leur propre expérience, les zones d'entretoises à sonder et la cadence des sondages. Cette question doit être particulièrement suivie en cas de mise en service d'une locomotive d'un type nouveau ou de transformation importante d'une locomotive ancienne.

Des sondages en divers points de chacune des parois sont **obligatoires**, lors des lavages, et quel que soit le comportement en service des foyers.

Les sondages sont effectués de la façon suivante :

— L'entretoise est percée du côté foyer, puis cassée au ras de la tôle de bois à feu. Si l'examen du corps de l'entretoise laisse apparaître une fissure de flèche supérieure à 2 mm., les quatre entretoises les plus voisines sont soumises à la même vérification (étant entendu que l'on se borne à vérifier celles encore en place si une ou plusieurs ont déjà été retirées). Cette opération est étendue progressivement jusqu'à ce qu'on trouve des entretoises parfaitement saines ou fissurées avec une flèche inférieure ou égale à 2 mm.

Au cours des visites d'entretoises, les tirants devront être examinés; leur remplacement, même sans rupture, est à faire lorsque l'usure du corps, qui se produit généralement au ras du ciel de foyer, sera telle que leur diamètre sera devenu inférieur à 20 mm.

4^o **Contrôle de la tenue et du remplacement des entretoises et des tirants.**

Chaque remplacement d'entretoises et de tirant doit être noté sur le registre d'entretien de la chaudière prévu par le décret du 2 avril 1926.

Indépendamment de cet enregistrement, les dépôts doivent tenir à jour un « schéma d'entretoises ».

Ce schéma qui est conservé au dossier de la chaudière est destiné à donner à tout instant la situation des entretoises à remplacer pour rupture et à contrôler l'exécution des remplacements. Il permet, en outre, de suivre la fréquence de ces remplacements, leur localisation et d'en déduire les zones de sondage.

Les ruptures doivent y être notées dès qu'elles sont connues et les remplacements dès qu'ils sont effectués aussi bien dans le dépôt d'attache que dans un dépôt étranger.

L'enregistrement est fait de la façon suivante :

1^o) Une entretoise rompue (ou indébouchable), et non encore remplacée est indiquée dans la case voulue du schéma par un trait incliné à 45° et tracé à l'encre rouge.

Après remplacement de l'entretoise, ce trait est surchargé à l'encre noire.

2^o) Une entretoise remplacée pour une autre cause que la rupture est indiquée de la même façon mais le trait est tracé à l'encre bleue.

Le schéma est établi à la sortie de G. R. de la machine, il devra être utilisé jusqu'à la G. R. suivante. Pour obtenir ce résultat, il est utile de le tenir avec le plus grand soin. Notamment, chacun des traits tracés dans les cases d'entretoises devront être distincts des précédents pour permettre une bonne lisibilité. Exceptionnellement, lorsque le schéma sera trop chargé, il pourra être remplacé par un nouvel exemplaire, les schémas successifs seront numérotés et datés.