

CHAPITRE VI

FAISCEAU TUBULAIRE

A. - CONDITIONS DE RÉFORME. - RÉPARATION

1° Conditions de réforme des tubes à fumée.

Après décapage, les tubes sont examinés individuellement et sondés au marteau, le cas échéant, pour déceler les zones d'épaisseur réduite.

Les tubes peuvent être réformés pour des raisons d'amincissement généralisé ou local.

Dans le premier cas, le défaut se traduit par une perte sensible de poids. Dans le second, c'est l'appréciation de l'agent d'expertise qui entre en ligne de compte.

a) Insuffisance de poids.

La perte maximum de poids est fixée à 30 % du poids des tubes neufs.

Toutefois, pour les tubes Servé, cette tolérance peut être dépassée, à la condition que l'épaisseur ne soit, en aucun point, inférieure à 1,5 mm. et que les tubes résistent à une épreuve par pression hydraulique intérieure de 25 hpz.

b) Défauts locaux.

Ces défauts se présentent sous la forme de corrosions pustulaires de 5 à 15 mm. de diamètre, en général assez profondes, diversement groupées et pouvant, dans certains cas, s'étendre en dartres ou gales de grande surface ou de piqûres (isolées ou groupées) ayant un faible diamètre. (1 à 2 mm.), mais souvent profondes. L'agent d'expertise s'appuiera, pour prendre sa décision sur les règles suivantes :

Dans le cas de corrosions ou piqûres nombreuses localisées aux extrémités des tubes : On les fait disparaître par sciage et rabotage. La longueur de l'about ainsi rapporté ne doit pas dépasser 1 mètre.

Dans le cas de corrosions affectant les autres régions des tubes :

— Si elles sont disséminées et si la profondeur de certaines d'entre elles ne dépasse pas 1 mm. pour les tubes de 2,5 mm. d'épaisseur et 1,5 mm. pour les tubes de 4 mm., le tube est conservé tel quel;

— Si elles sont disséminées et si la profondeur de certaines d'entre elles dépasse 1 mm. pour les tubes de 2,5 mm. d'épaisseur et 1,5 mm. pour les tubes de 4 mm., on décape les cor-

rosions au burin ou à la machine portative (meule ou fraise) et on les recharge par soudure autogène à condition que le nombre de ces dernières ne dépasse pas 30 sur la longueur du tube :

— Si elles sont réunies par plages plus ou moins étendues, le tube est rebuté.

Dans le cas de piqûres accompagnées ou non de corrosions :

— Si les piqûres sont isolées, elles sont réparées par rapport de métal à la soudure autogène.

— Si les piqûres groupées forment des plages importantes ou se succèdent le long d'une génératrice, le tube est rebuté.

D'une manière générale, il faut se montrer particulièrement sévère pour les tubes dont le sondage au marteau révèle dans l'ensemble un état d'usure assez prononcé.

En particulier, les gros tubes à fumée, sur l'état desquels l'agent d'expertise aura éprouvé quelques hésitations (réforme ou maintien en service), seront spécialement repérés pour subir une épreuve hydraulique supplémentaire à la pression extérieure.

2^o État des tubes neufs.

Les tubes lisses neufs sont commandés, en règle générale, à longueur commerciale comprise entre 5 et 6 mètres et aux diamètres normalisés indiqués au tableau-annexe I.

Les tubes lisses, dont la longueur d'utilisation est supérieure à 6 m., sont commandés à des longueurs non définies, variant de 6 à 7 mètres.

Les tubes Serve, sont commandés à longueurs fixes dites « d'approvisionnement » avec extrémités lisses sur 90 mm. et ailettes biseautées sur 70 mm.

La longueur d'approvisionnement est égale à la longueur d'utilisation diminuée des longueurs des 2 abouts de 180 mm. et 90 mm. appliqués systématiquement à tous les tubes à ailettes neufs avant leur mise en service.

Les abouts sont prélevés dans les chutes résultant des mises de longueur.

Un tube en service ne peut comporter qu'un seul about à chaque extrémité. La soudure d'un about neuf sur un vieil about est, en conséquence, interdite.

Les outillages de rétreint des tubes sont établis en vue d'obtenir les diamètres de rétreint normalisés (Tableau annexe I).

Les abouts rétreints des gros tubes sont toujours préparés à l'avance, recuits, tournés extérieurement (cannelés, cas des plaques en cuivre) et chanfreinés intérieurement côté foyer avant soudure.

Afin d'obtenir une épaisseur uniforme de la partie soumise à l'action du dudgeon, l'intérieur de l'extrémité rétreinte sera calibré par le passage d'un mandrin.

En outre, le tournage extérieur de cette même partie devra toujours être effectué après centrage de l'about sur l'intérieur du rétreint.

L'axe du rétreint doit coïncider avec l'axe du tube sur lequel il est soudé.

Pour les foyers en cuivre, comme pour les foyers en acier, il existe deux types de rétreints :

— le rétreint d'origine pour plaques neuves,

— le rétreint d'entretien pour plaques usagées dont les alvéoles ont subi des réalésages augmentant le diamètre d'une certaine valeur.

Les diamètres des rétreints d'origine et d'entretien, sont les mêmes pour les plaques en acier et pour les plaques en cuivre.

Les diamètres des rétreints d'origine et les diamètres des rétreints d'entretien présentent des différences de :

3 ou 4 mm. pour les petits tubes à fumée et les tubes Serve,

4-5 ou 6 mm. pour les gros tubes à fumée.

TABLEAU ANNEXE I

Unification des Rétreints des Tubes à fumée

Dimensions des tubes à fumée	Diamètres des rétreints		Tubes de cuivre rétreints d'origine	Normalisés pour rétreints d'entretien	Tubes de cuivre non normalisés
	d'origine dro	d'entretien; dre			
<i>Petits tubes à fumée</i>					
41,5 — 2,5	33,5	36,5	37 — 1,5	40 — 1,5	45 — 4
44,5 — 2,5 (1)	36,5	40,5	40 — 1,5	44 — 1,5	49 — 4
47,5 — 2,5	40,5	43,5	44 — 1,5	47 — 1,5	52 — 4
51 — 2,5	43,5	46,5	47 — 1,5	50 — 1,5	55 — 4
54 — 2,5	46,5	50,5	50 — 1,5	54 — 1,5	59 — 4
57 — 2,75	50,5	53,5	54 — 1,5	57 — 1,5	62 — 4
60 — 3	53,5	56,5	57 — 1,5	60 — 1,5	65 — 4
63,5 — 3	56,5	60,5	60 — 1,5	64 — 1,5	69 — 4
70 — 3	60,5	64,5	64 — 1,5	68 — 1,5	73 — 4
<i>Tubes Serve</i>					
65 — 2,5	56,5	60,5	60 — 1,5	64 — 1,5	69 — 4
70 — 2,5	60,5	64,5	64 — 1,5	68 — 1,5	73 — 4
<i>Gros tubes à fumée</i>					
	— Dro —	— Dre —			
127 — 4	101,5	107,5	108 — 3	114 — 3	118 — 5
133 — 4	107,5	113,5	114 — 3	121 — 3,5	124 — 5
140 — 4,5	113,5	119,5	121 — 3,5	127 — 3,5	130 — 5
143 — 4	119,5	124,5	127 — 3,5	133 — 4	
				135 — 5	
148 — 4 (2)	124,5	128,5	133 — 4	135 — 3	139 — 5
152 — 4,5	128,5	133,5	135 — 3	140 — 3	144 — 6

3° Alvéoles des plaques tubulaires de foyers.

a) Diamètres d'origine.

Les rétreints de tubes sont placés dans les alvéoles des plaques tubulaires de foyer en acier avec interposition de bagues en cuivre dont l'épaisseur est de :

1,5 mm. pour les petits tubes à fumée et les tubes Serve,

3 mm. pour les gros tubes à fumée.

Il s'ensuit que les plaques tubulaires neuves en cuivre doivent avoir des alvéoles de diamètres inférieurs aux diamètres des alvéoles des plaques en acier de :

1,5 × 2 = 3 mm. pour les petits tubes à fumée et les tubes Serve,

3 × 2 = 6 mm. pour les gros tubes à fumée.

Les alvéoles sont alésés aux diamètres :

dro ± 3,5 mm. pour les petits tubes et tubes Serve (plaque acier).

Dro + 6,5 mm. pour les gros tubes (plaque acier).

dro + 0,5 mm. pour les petits tubes et tubes Serve (plaque cuivre).

Dro + 0,5 mm. pour les gros tubes (plaque cuivre).

b) Diamètres à adopter en cas de réalésage des alvéoles.

Les alvéoles dont l'alésage est à l'origine cylindrique pour les P T en acier, et conique (conicité 5 %) pour les P T en cuivre, s'ovalisent en service et doivent être réalésés. Leur diamètre augmente au fur et à mesure de ces réalésages qui se font toujours coniques avec une conicité de 5 %. Cet alésage conique a été choisi parce qu'il permet la rectification avec

(1) En cas de construction neuve, on choisit les dimensions de tube (en caractères gras).

(2) Tube non normalisé à n'utiliser que pour la réparation des tubes existants.

le minimum d'outillage et aussi d'enlèvement de métal, quels que soient les diamètres des alvéoles à rectifier.

Les rétreints des tubes étant fixes, les différences de diamètres entre alvéoles et tubes sont compensées par application de bagues en cuivre rouge dans les alvéoles.

Cette application est différente suivant la nature des plaques tubulaires :

Premier Cas. — Plaques tubulaires en acier.

Les ovalisations en service sont peu importantes et, en principe, ne nécessitent pas de réalésages au cours des remplacements de tubulures effectués par les dépôts. Ces remplacements de tubulures sont, de plus, peu fréquents entre 2 G. R.

En règle générale, les diamètres d'alvéoles ne varient pratiquement pas dans l'intervalle de 2 G. R. successives, le diamètre de rétreint d'origine (dro pour les petits tubes à fumée ordinaire, Dro pour les gros tubes), ou le cas échéant, le diamètre de rétreint d'entretien (dre pour les petits tubes et Dre pour les gros tubes), peut être maintenu ainsi que les épaisseurs de bagues en cuivre, lors des remplacements intermédiaires de tubes.

Lorsqu'au cours d'une G. R. la plaque tubulaire est conservée, soit en totalité, soit partiellement (cas du remplacement de sa partie inférieure), les alvéoles sont réalésés le cas échéant et portés à des diamètres permettant d'utiliser les rétreints d'entretien dont les diamètres sont dre et Dre.

Les alvéoles sont réalésés aux diamètres :

dre + 3,5 mm. pour les petits tubes à fumée et les tubes Serve;

Dre + 6,5 mm. pour les gros tubes à fumée.

A la G. R. suivante, où la plaque tubulaire est généralement remplacée par une plaque neuve, les alvéoles de cette dernière sont percés aux diamètres d'origine.

Deuxième Cas. — Plaque tubulaire en cuivre.

Le jeu est supprimé par application de bagues en cuivre rouge dont l'épaisseur ne doit pas être inférieure à 1 mm.

Lors des réalésages, on maintient le diamètre de rétreint d'origine avec application de bagues en cuivre jusqu'à ce que le diamètre de réalésage correspondant au rétreint d'entretien soit atteint. Si le réalésage nécessite un agrandissement de diamètre de plus de 3 mm. par rapport à l'alésage d'origine des petits tubes, on passera directement au diamètre d'alésage d'entretien.

Au-delà de ce diamètre, le rétreint d'entretien est maintenu et les réalésages peuvent être poussés jusqu'à une limite correspondant à l'utilisation de bagues dont l'épaisseur maximum est de 4 mm. pour les petits tubes et 5 mm. pour les gros tubes.

Le tableau ci-après indique les diamètres des rétreints d'entretien des tubes à fumée gros et petits et les diamètres correspondants de réalésage des alvéoles des plaques tubulaires en acier et en cuivre.

Dimensions d'entretien	Plaques acier		Plaques cuivre	
	Petits tubes et tubes Serve	Gros tubes à fumée	Petits tubes et tubes Serve	Gros tubes à fumée
Diamètre des rétreints d'entretien	dre = dro + (3 ou 4 mm.)	Dre = Dro + 4,5 ou 5 mm.	dre = dro + (3 ou 4 mm.)	Dre = Dro + (4-5 ou 6 mm.)
Épaisseur des bagues en cuivre	e = 1,5 mm.	e = 3 mm.	0	0
Diamètre des alvéoles de plaques tubulaires	dre + 2e + 0,5 mm. = dre + 3,5 mm.	Dre + 2e + 0,5 mm. = Dre + 6,5 mm.	dre + 0,5 mm.	Dre + 0,5 mm.
Variation de l'épaisseur des bagues au cours de réalésages	0	0	1 à 4 mm.	1 à 5 mm.

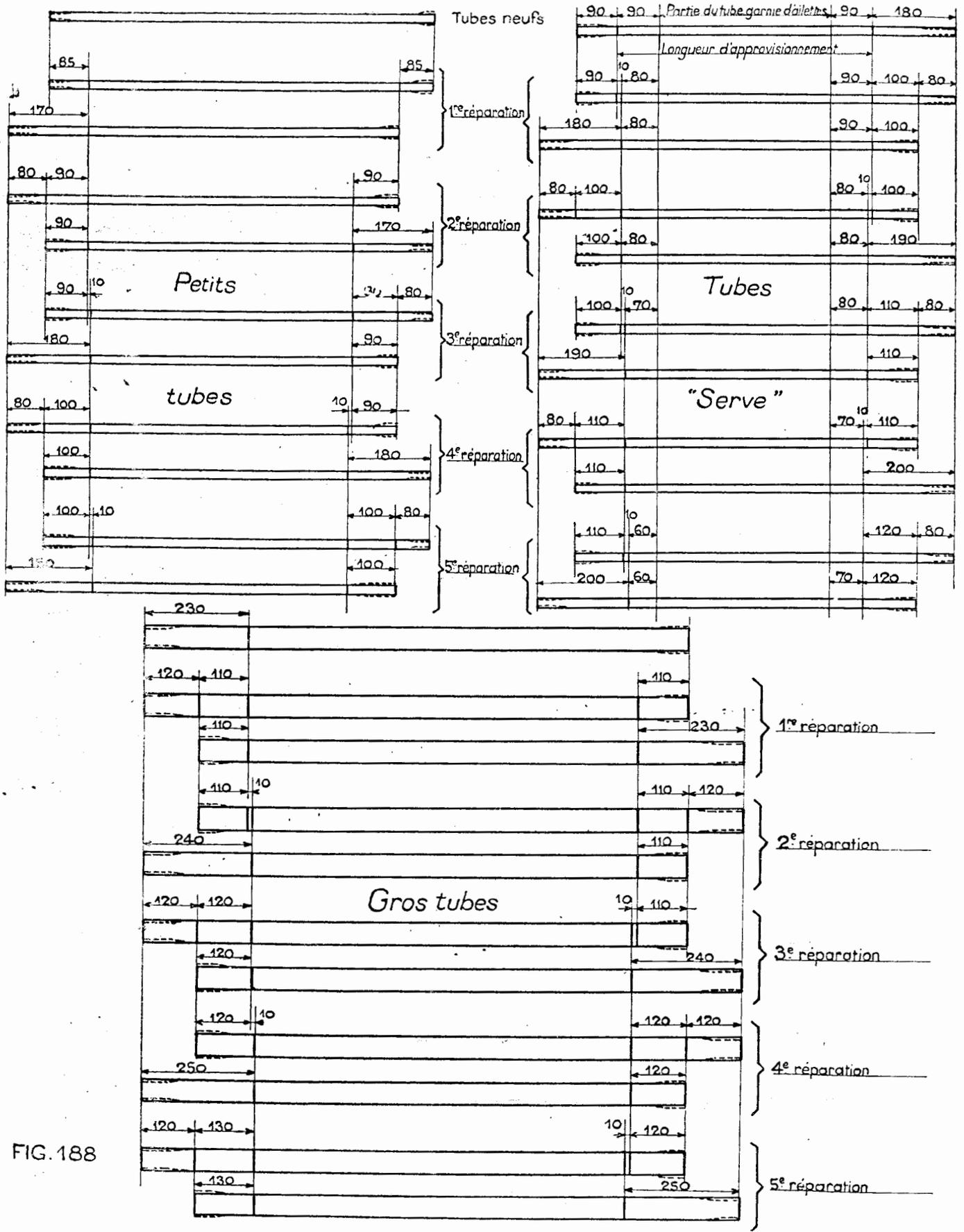


FIG. 188

Le tableau annexe I donne, en plus des diamètres des rétreints correspondants aux diamètres nominaux des séries de tubes à fumée, les dimensions des tubes de cuivre rouge normalisés et non normalisés pour confection des bagues.

4° Conditions de montage des tubes sur la plaque tubulaire.

a) Jeu du tube dans l'alvéole au montage.

Le déplacement diamétral au montage du tube dans son alvéole doit être aussi faible que possible et ne doit pas dépasser, en principe :

0,5 mm. pour les petits tubes;

1 mm. pour les gros tubes.

Cette condition de montage doit être réalisée :

dans les ateliers : Pour les plaques neuves ou réalésées en observant, dans la préparation des alvéoles et des rétreints des tubes, les tolérances d'usinage correspondant aux qualités d'ajustement CNM : H10 --- h13 dont ci-après les valeurs en microns.

Diamètres	Au-dessus de 30 jusqu'à 50	Au-dessus de 50 jusqu'à 80 ;	Au-dessus de 100 jusqu'à 120	Au-dessus de 120 jusqu'à 180
Alésages	+ 100	+ 120	+ 140	+ 160
Qualité H 10	+ 0	+ 0	+ 0	— 0
rétreints	— 0	— 0	— 0	— 0
Qualité h 13	— 390	— 460	— 540	— 630

dans les dépôts : en déterminant les épaisseurs de bagues à la demande des alvéoles retouchés et des diamètres de rétreint des tubes à fumée.

b) Formes et dimensions des évasements.

Les tubes seront évasés en règle générale au diamètre $D + 4$ mm. (D étant le diamètre nominal du tube), les alvéoles correspondants de la plaque tubulaire de boîte à fumée étant alésés en conséquence, pour faciliter les démontages.

c) Soudures des tubes.

Ainsi qu'il a été précisé, les corrosions et piqûres sont rechargées par soudure autogène.

Le rabotage s'effectue, soit à la soudure par résistance, soit à la soudure oxyacétylénique, lorsque ce procédé se montre plus économique, pour certaines catégories de tubes.

On conserve, à l'endroit de la soudure, un léger bourrelet dont la saillie est régularisée par martelage ou meulage.

d) Epreuve hydraulique.

Tous les tubes doivent résister, sans suintement ni fuite, à une pression intérieure de 25 hpz.

c) Conditions particulières de réparation des tubes de chaque type.

Sauf dans les cas particuliers motivés par le mauvais état des tubes sur une longueur importante, les réparations doivent être effectuées suivant le cycle prévu à la *figure 188*.

Un tube n'est rabouté qu'à une extrémité à chaque réparation.

Les longueurs indiquées pour les abouts ne sont valables que dans les cas de réparation par soudure au chalumeau.

Lorsqu'on effectue la soudure à l'aide d'une machine à souder par résistance, il faut tenir compte, pour la longueur du tube à rabouter et pour celle de l'about, de la perte de métal qui résulte de l'emploi de ce procédé.

Quand l'état des extrémités d'un tube lisse nécessite l'application d'abouts anormaux, le tube peut être rabouté simultanément aux deux extrémités.

On devra alors s'astreindre à appliquer côté foyer un about de longueur minimum.

Par contre, l'about côté boîte à fumée pourra atteindre une longueur de 1 mètre.

La méthode de raboutage employée par la suite devra toujours entraîner la consommation minimum de tube neuf pour abouts.

On pourra donc, lorsque la longueur et le bon état de l'about côté boîte à fumée le justifient, effectuer du même côté (côté foyer) plusieurs raboutages successifs.

B. - RETRAIT ET MISE EN PLACE DES TUBULURES

1^o Retrait des tubes.

a) Gros tubes à fumée.

Premier Cas. — Remplacement total.

— Araser la soudure côté foyer à la gouge, pour les plaques tubulaires en acier.

— Couper les deux extrémités des tubes au chalumeau coupeur, à 4 cm. environ de la face côté eau des plaques tubulaires.

— Pratiquer une seconde saignée dans les parties de tubes extrêmes serties dans la plaque suivant une génératrice (*fig. 189*).

— Retirer les culots en chassant au marteau de l'intérieur de la chaudière vers le foyer ou la boîte à fumée.

— Softir les tubes, côté boîte à fumée, par un des alvéoles.

Deuxième Cas. — Remplacement partiel.

— Araser la soudure côté foyer à la gouge pour les plaques tubulaires en acier.

— Couper le cordon du tube au ras de la plaque de foyer.

— Tréfler les deux parties serrées dans les plaques et chasser ensuite le tube vers la boîte à fumée.

On peut également chauffer au chalumeau les parties du tube serties dans les plaques. Sous l'effet de la dilatation, le tube vient serrer l'alvéole, son métal se comprime et, au refroidissement, il est complètement desserti. On peut, à ce moment, le sortir facilement côté boîte à fumée par un tirant qui s'appuie sur l'extrémité du tube côté foyer et sur lequel on agit, côté boîte à fumée, par un écrou et un étrier prenant appui sur la boîte à fumée.

b) Petits tubes à fumée, tubes Serve.

Premier Cas. — Remplacement total.

Couper les extrémités en commençant par ceux de la partie inférieure du faisceau. Cette opération peut se faire au chalumeau détubeur ou au coupe-tube. Ce dernier (*fig. 190*) peut être actionné à l'aide du moteur du dudgeonnage.

Les tubes peuvent être sortis par leur propre alvéole, côté boîte à fumée, si ce dernier a un diamètre supérieur de 4 mm. au diamètre nominal du tube, soit : $D + 4$ mm. Cette cote est généralisée et peut s'obtenir par un réalésage à l'occasion d'un remplacement de tubulure complète. Elle facilite le retrait des tubes en entretien courant.

Les plaques tubulaires de boîte à fumée, qui sont en acier, ont, d'origine des alvéoles

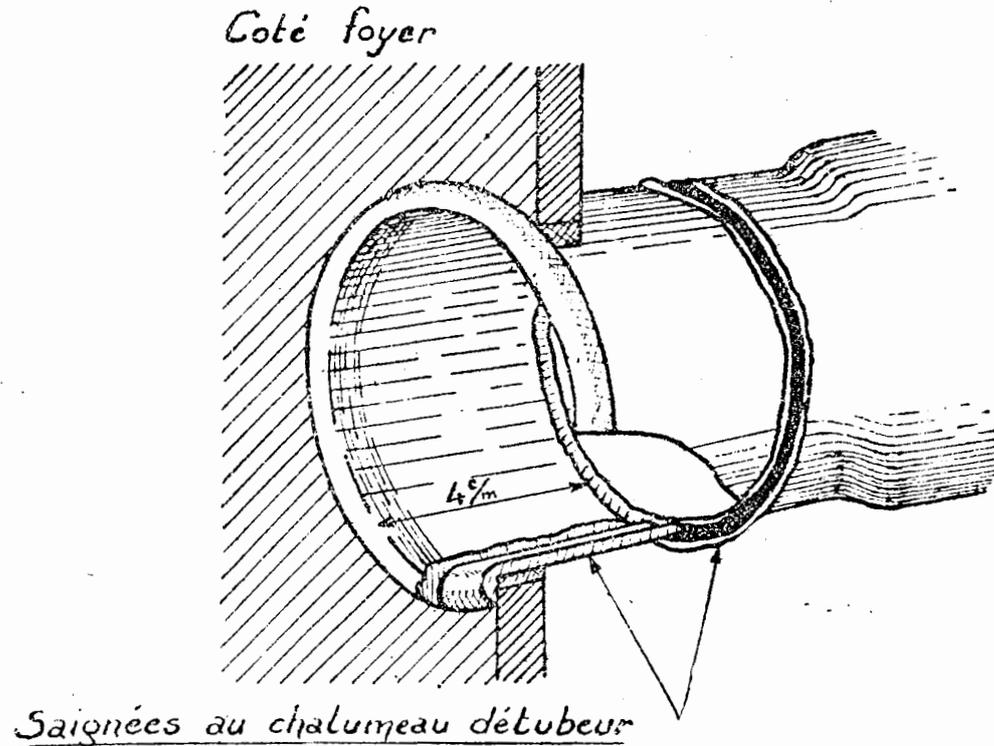


Fig. 189

cylindriques. Le réalésage peut être cylindrique ou conique suivant l'outillage dont dispose le dépôt.

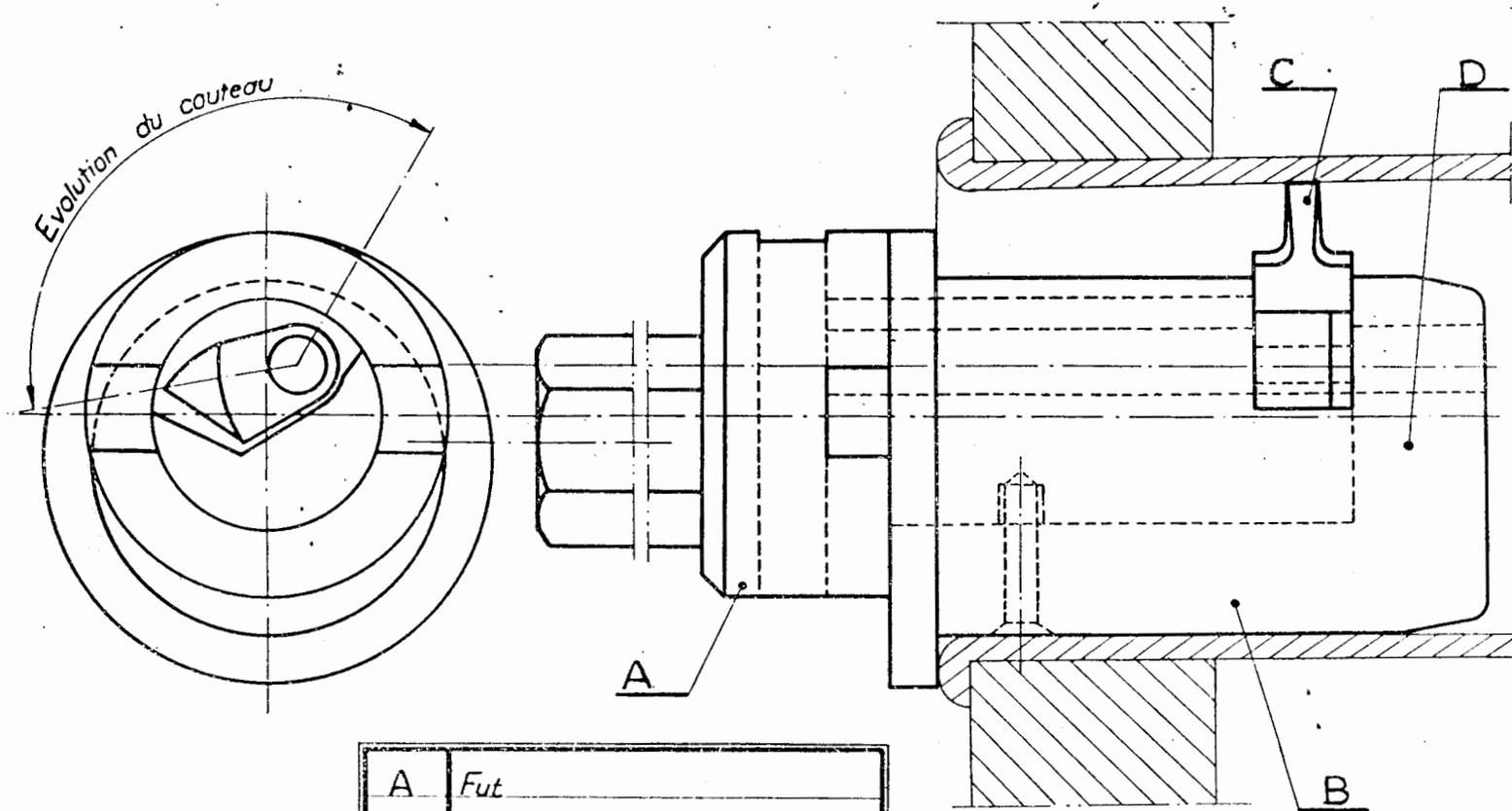
Pour le cas des chaudières à surchauffe, dont le faisceau des petits tubes à fumée serait seul à remplacer, on enlève un gros tube de la rangée inférieure pour permettre le retrait des petits tubes.

Pour les tubes soudés sur la plaque tubulaire en acier :

- Araser le tube et sa soudure au burin ;
- tréfler les culots à l'aide d'une langue de carpe (outil à tréfler norme NCF 02-2203).
- chasser les extrémités côté foyer et côté boîte à fumée.

Deuxième Cas. — Remplacement partiel.

— S'il s'agit de petits tubes à fumée, groupés à la partie inférieure du faisceau, couper ces tubes à l'aide du coupe tube intérieur et opérer le retrait par l'ouverture de l'autoclave inférieur de la plaque tubulaire de boîte à fumée si cette ouverture est assez grande, dans le cas contraire, opérer le retrait par un alvéole agrandi à cet effet.



A	<i>Fut</i>
B	<i>Tambour</i>
C	<i>Couteau</i>
D	<i>Axe des couteaux</i>
E	<i>Levier d'axe</i>

FIG. 190

S'il s'agit de quelques tubes isolés, couper le cordon des tubes (et, éventuellement la soudure pour les plaques en acier), les tréfler côté foyer et côté boîte à fumée et les chasser côté boîte à fumée par où s'opère le retrait.

Précautions à prendre au cours du débutage.

Lors du burinage des bordures pour les tubes soudés, du tréflage des culots, veiller tout particulièrement à ce que la plaque ne soit pas détériorée par les outils (burins, outils à tréfiler). Le burinage notamment doit être fait avec soin pour que la surface d'application de la bordure du nouveau tube reste plane.

Dans le cas où le chalumeau est employé pour effectuer le détubage il faut aussi prendre les précautions voulues pour ne pas détériorer la plaque.

2° Préparation des plaques tubulaires.

Décaper soigneusement les deux surfaces de chaque plaque tubulaire entre les alvéoles des

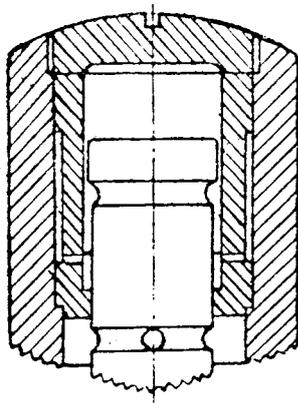


FIG. 191

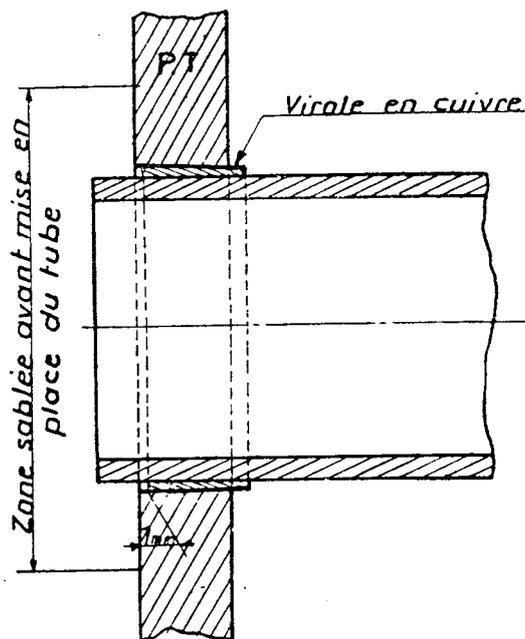


FIG. 193

tubes, notamment la plaque de foyer à l'aide d'un outil à main ou, d'un petit marteau pneumatique du type de la *figure 191* ou à l'aide d'une sableuse pour enlever l'oxyde ou le tartre adhérent à la plaque.

Ce détartrage côté eau est plus particulièrement recommandé pour les plaques acier qui se recouvrent d'une mince pellicule de tartre dur, très nocive en service.

La surface côté foyer et côté eau de la P T Foyer est soigneusement examinée pour rechercher les amorces de fissures de cloisons entre les alvéoles et dans les arrondis verticaux et horizontal des bords tombés. Si elle présente des irrégularités trop prononcées autour des alvéoles de plaques tubulaires, la surface est planée au burin avec achèvement à la lime ou à l'aide d'une fraise appropriée, ou, mieux encore, à la meule.

Mesurer l'ovalisation des alvéoles. Il faut corriger cette ovalisation par un alésage conique d'une conicité égale à celle des appareils à mandriner (5 %) que la plaque soit en cuivre ou en acier, en laissant de faibles traces de métal ancien qui permettent de contrôler la bonne exécution du réalésage et de limiter au minimum l'affaiblissement des cloisons. Utiliser les alésoirs spéciaux (Normes NCF 02-1864 et 1865). La *figure 192* représente un ensemble de montage pour travaux d'alésage.

Les alvéoles non rectifiés sont grattés pour enlever le tartre et mettre le métal à nu.

L'alésage amène, bien entendu, à faire varier les diamètres d'alvéoles d'une même plaque tubulaire. Mais on a, d'autre part, intérêt à préparer les extrémités des tubes côté foyer au diamètre d'origine ou au diamètre d'entretien parce qu'ils conservent ainsi la même épaisseur de métal et demandent le même serrage au mandrinage, ce qui n'est pas sans importance, que ce mandrinage soit fait au limiteur d'effort ou à la main.

Le jeu entre les tubes au diamètre de préparation et le pourtour des alvéoles réalésés est à combler par bagues en cuivre rouge lisses d'épaisseurs appropriées; l'épaisseur de la

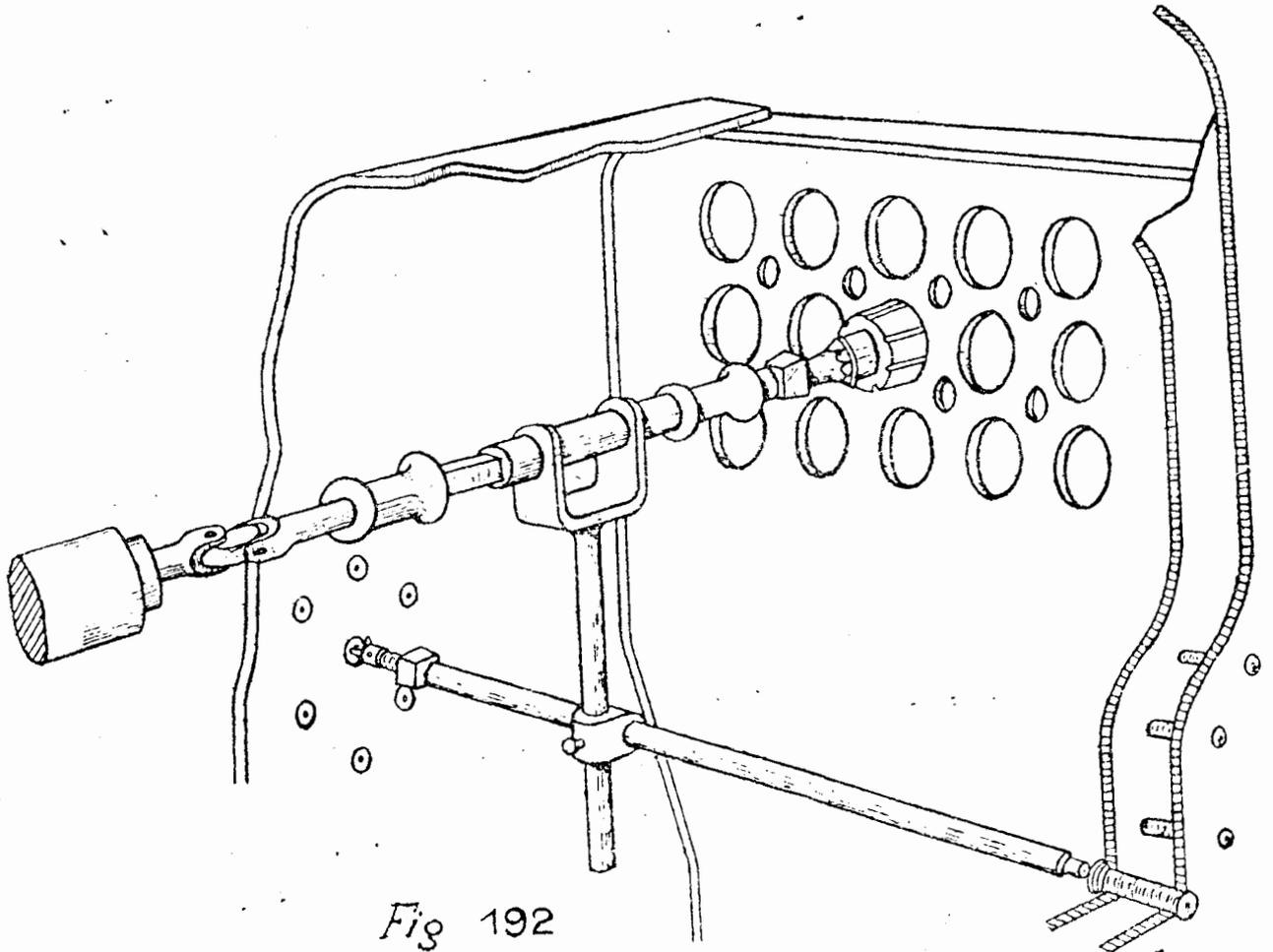


Fig 192

bague doit être calculée pour chaque tube et un léger mandrinage de cette bague montée dans l'alvéole permet le placement du tube avec un jeu extrêmement réduit (voir § A 3° a et b).

La préparation de bagues usinées dans des tubes en cuivre d'épaisseur appropriée est plus rapide, plus sûre que l'opération de rétreint des tubes à différents diamètres d'autant plus qu'il est déjà assez compliqué de couper ces tubes à des longueurs différentes pour compenser la déformation des plaques tubulaires.

Repérer convenablement ces bagues. Après recuit les placer dans les alvéoles correspondant légèrement en retrait par rapport à la face côté feu de la plaque tubulaire. Le mandrinage préalable qu'elles subissent pour leur fixation et qui leur donne le cône de 5 % et le mandrinage du tube ne doivent pas les faire déborder côté feu (fig. 193). S'il en était autrement la soudure du cordon du tube sur plaque acier serait rendue plus difficile.

3^o Préparation des tubes.

a) Mise de longueur.

Les tubes sont livrés à des longueurs plus grandes que celles nécessaires parce que la distance entre les plaques tubulaires est souvent quelque peu différente entre machines de même série et que, d'autre part, elle varie dans une même machine lorsque les plaques sont déformées. Il faut donc mesurer la distance qui sépare la face arrière de plaque tubulaire de foyer à la face avant de la plaque tubulaire de boîte à fumée, en plusieurs points, et particulièrement où cette mesure est la plus grande et la plus petite. Aux différentes longueurs ainsi obtenues on ajoute 8 à 10 mm. pour bordage côté foyer et 5 à 6 mm. côté boîte à fumée.

L'excédent est coupé côté boîte à fumée à la machine à tronçonner *figure 194* ou encore dans le cas de gros tubes ou à la scie mécanique.

b) Vérification des diamètres.

Les tubes sont livrés avec les extrémités côté foyer rétreintes aux diamètres prévus (tableau annexe I). Celles des gros tubes sont tournées et chanfreinées, des rainures extérieures étant pratiquées lorsqu'ils doivent être montés sur plaque cuivre. Les diamètres sont contrôlés à l'aide de bagues calibres et rectifiés s'il y a lieu pour que le jeu à la mise en place soit au plus égal à 1,5 mm.

Les extrémités côté boîte à fumée sont évasées s'il y a lieu à l'aide de mandrins sphériques (*fig. 195*).

c) Recuit.

Il doit être exécuté avec soin pendant une durée de 10 à 15 minutes à une température de 800 à 850° (rouge cerise).

Il s'opère soit à la forge (2 ou 3 tubes à la fois) soit dans des fours à recuire aménagés pour recuire à la fois les deux extrémités d'une tubulure. Dans le premier cas on fait refroidir les tubes dans du fraisil ou du sable sec, dans le deuxième cas on peut les laisser dans le four.

Après recuit les extrémités sont blanchies au jet de sable. Un nettoyage parfait est nécessaire pour empêcher toute interposition d'oxyde au dudgeonnage.

4^o Montage et mandrinage.

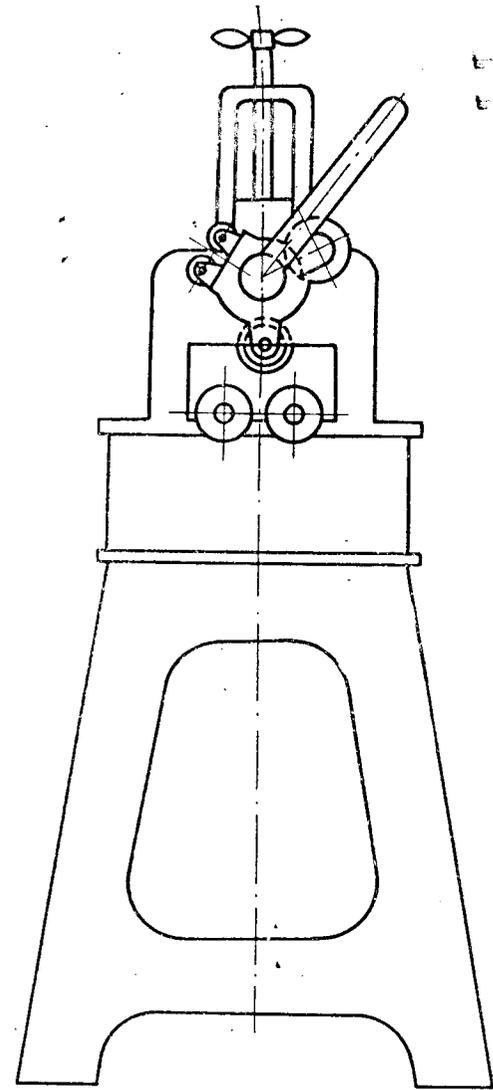
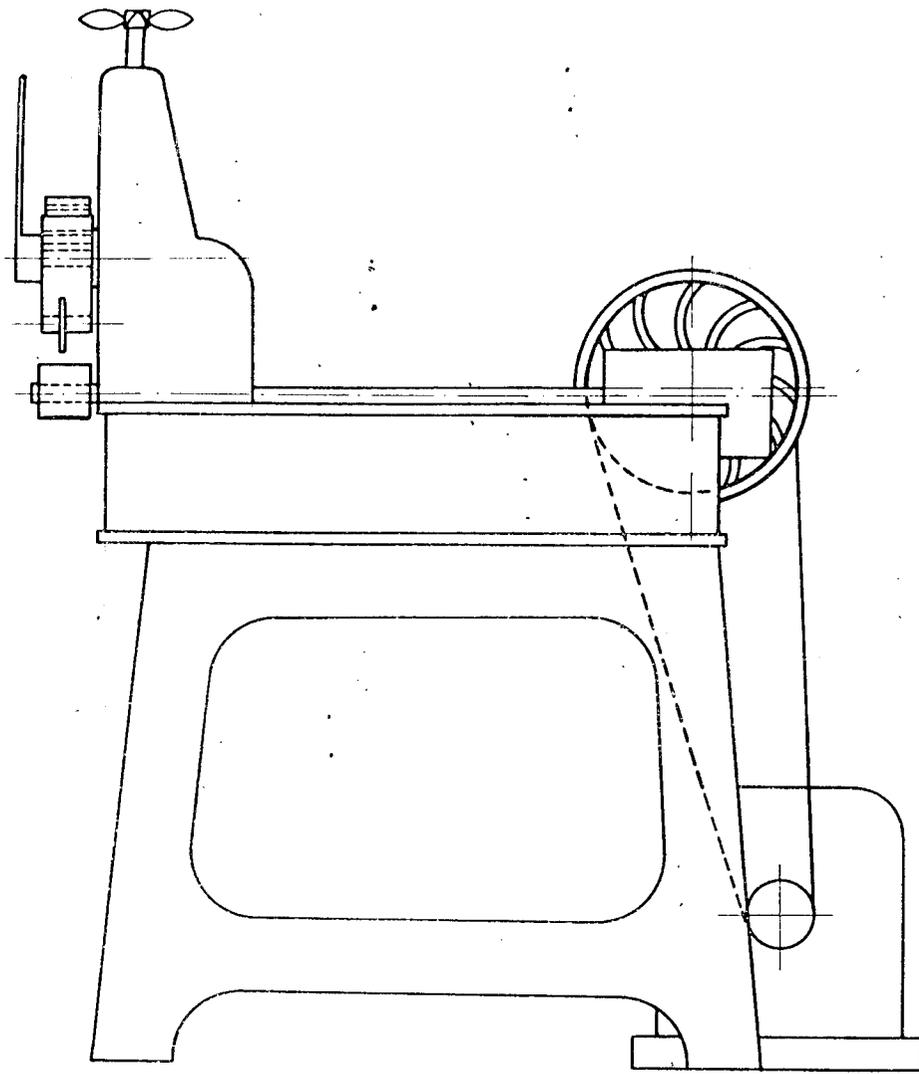
Placer les tubes dans leurs alvéoles et les régler côté foyer pour obtenir une longueur suffisante pour la formation des bordures.

Les immobiliser côté boîte à fumée à l'aide de coins ou de pointes dont l'extrémité aura été préalablement aplatie, lorsque le mandrinage n'a pas lieu simultanément aux deux extrémités.

Le mandrinage ne doit donner lieu à aucun effort exagéré. Il faut qu'il soit suffisant pour serrer convenablement chaque tube dans la plaque, sans déformation permanente de l'alvéole.

Il est évidemment difficile de donner à cet effort la valeur strictement utile parce que plusieurs facteurs le conditionnent.

- la résistance du métal de la plaque;
- la résistance du tube, variable avec son épaisseur (d'où nécessité de n'en avoir qu'une seule) et avec le recuit qui doit, par conséquent, être bien exécuté;
- l'entretien de l'appareil à dudgeonner, au point de vue des surfaces, propreté et graissage.



Disposition de la machine pour: Rétreindre

Evaser

Trançonner à froid

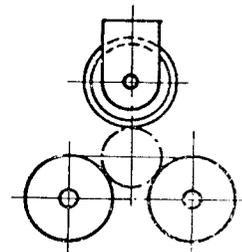
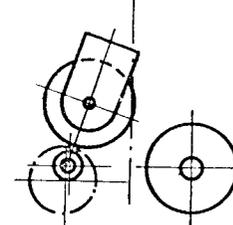
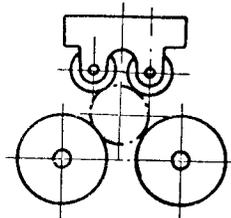
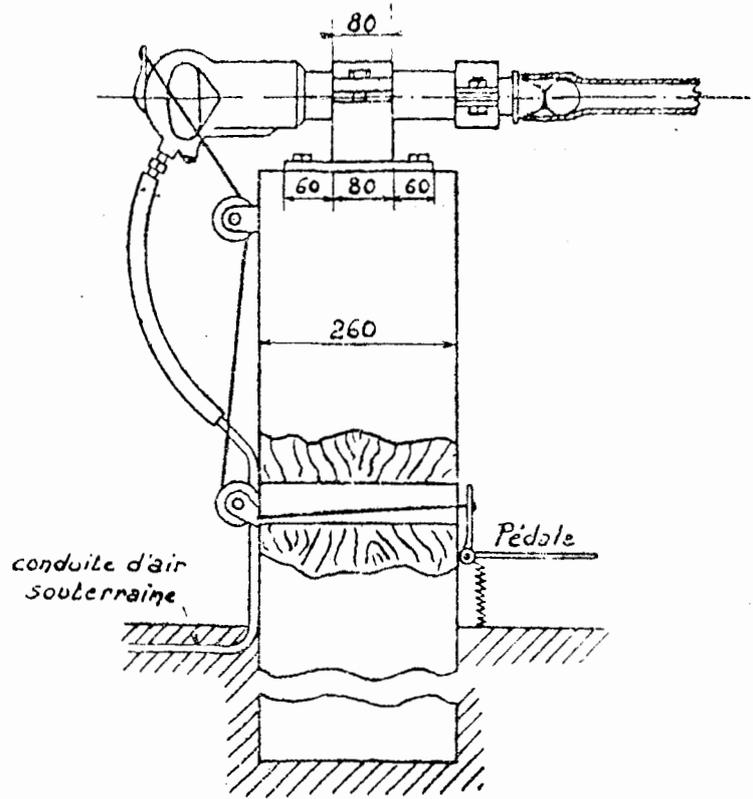
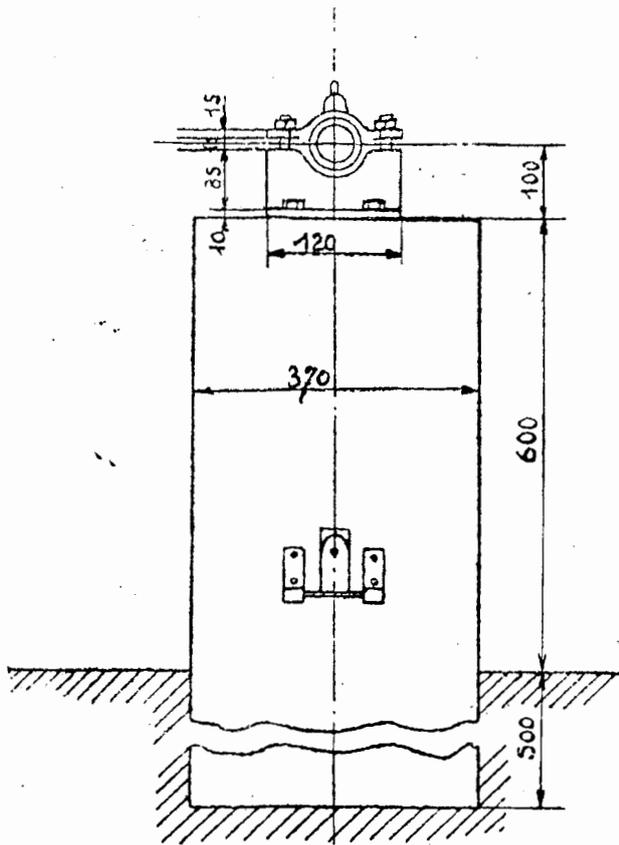
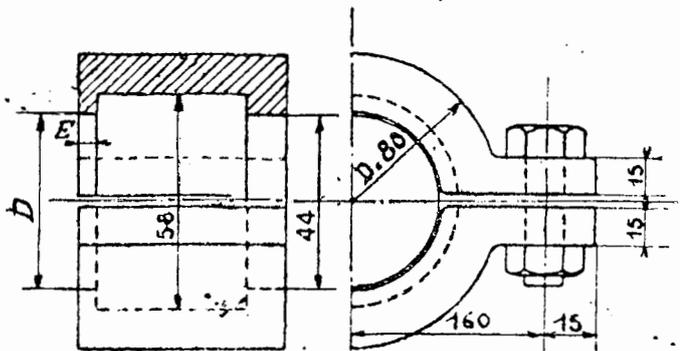


FIG. 194

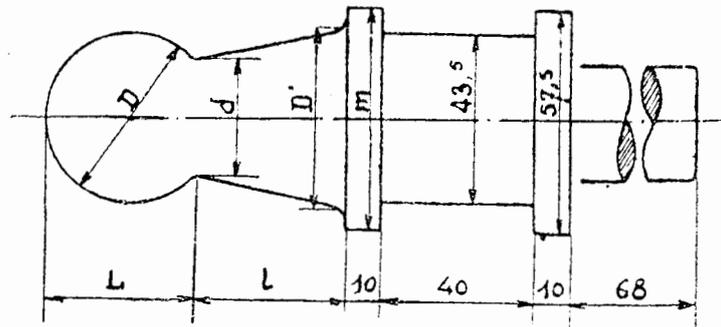


Bride de fixation



D = diamètre du fond de la gorge du marteau
E = largeur de la gorge

Mandrin



La cote D sera déterminée en tenant compte du fait qu'après cisaillement les tubes doivent rentrer librement, sans jeu supérieur à 1^m, dans les alvéoles côté boîte à fumée

Fig 195

Toutes les précautions étant prises, il est indispensable de régler uniformément cet effort pendant tout le dudgeonnage et, quand il se fait à la main, cette opération exige une grande expérience de l'ouvrier.

Le dudgeonnage mécanique, beaucoup plus rapide et qui peut être plus régulier, ne peut cependant être admis qu'à la condition d'être limité par un dispositif d'arrêt de l'opération

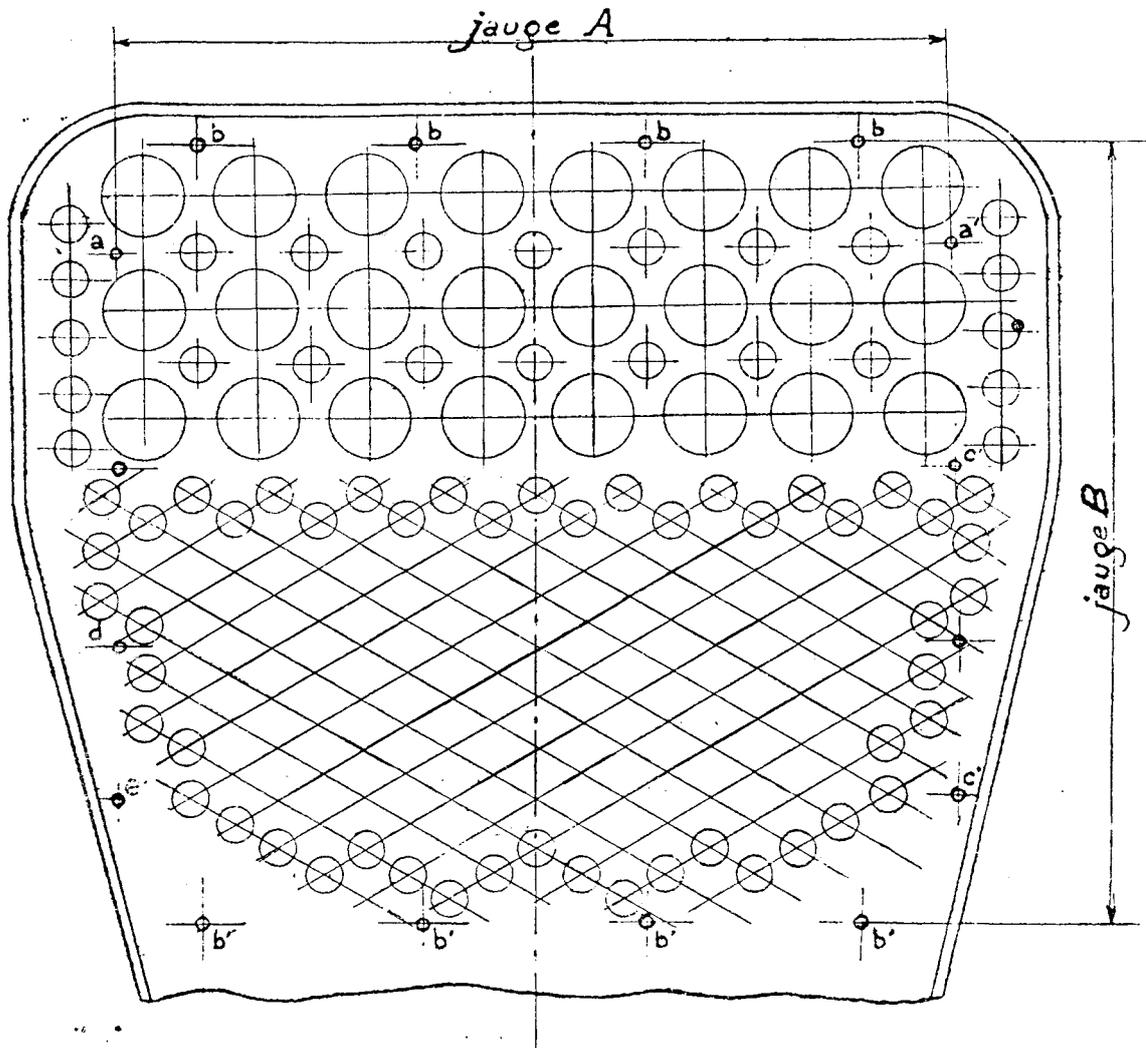


FIG. 196

quand l'effort utile est atteint; mais encore faut-il que ce dispositif d'arrêt soit judicieusement réglé et bien entretenu.

Les phases successives du mandrinage sont les suivantes :

— Amener au contact, en tous points de l'alvéole, la surface externe du tube par expansion.

— Produire dans l'alvéole un serrage extérieur du tube en le laminant.

— Mandriner les tubes en commençant côté foyer, à l'aide de dudgeons de diamètres

appropriés, actionnés par un moteur pourvu d'un limiteur d'effort mécanique ou électrique lorsqu'il s'agit de tubulures complètes ou de groupes de tubes assez importants. Pour des tubes isolés le mandrinage est fait à la main.

Quel que soit le type de dudgeon utilisé, on doit le choisir pour qu'il rentre librement dans le tube, sans trop de jeu cependant, de façon à avoir une extension suffisante pour que le tube soit mandriné en une seule fois sans changer d'appareil.

Au cours du mandrinage, lubrifier les mandrins, parfaitement nettoyés avant l'opération, avec de l'eau de savon lorsque les bordures doivent être soudées. Dans l'autre cas, la graisse consistante ou l'huile peuvent être utilisées.

Le mandrinage se fait en commençant par les tubes du pourtour pour finir par le centre.

Pour les machines à surchauffe, il faut, en principe, commencer le dudgeonnage des gros tubes par le haut.

Après un dudgeonnage correct, sans effort excessif, la plaque ne doit avoir subi aucun allongement appréciable en hauteur ou en largeur. Pour le vérifier, on prend sur la plaque les repères *aa'*, *bb'*, *cc'*, *dd'*, *ee'* (*fig.* 196). Des jauges A, B, C, D, E, dont la longueur est égale à la distance des repères avant tout travail, permettent de contrôler l'allongement de la plaque après dudgeonnage. Ce dernier, ne doit pas être supérieur à 2 ou 3 mm. suivant les dimensions de la plaque.

Les tubes sont ensuite dudgeonnés dans la plaque tubulaire de boîte à fumée après retrait des coins ou pointes ayant servi à les immobiliser, nettoyage et graissage des dudgeons. Cette opération se fait mécaniquement avec le limiteur d'effort.

Lorsqu'un tube a donné lieu à fuites, en service, il n'est pas toujours indiqué de le mandriner :

— Si sa pose est récente, on peut admettre qu'il y a eu, à l'origine, insuffisance de serrage et, dans ce cas, un mandrinage peut être fait.

— Si, au contraire, la machine a effectué un certain parcours depuis la pose et que des fuites se déclarent, il est souvent préférable de remplacer le tube car l'eau qui a coulé par la fuite a provoqué des dépôts de tartre ou la formation d'oxyde entre tube et plaque de sorte que le mandrinage ne peut donner qu'une étanchéité précaire.

Quand les fuites ne se sont pas fréquemment renouvelées, un mandrinage très léger, le bordage refait avec un appareil mécanique qui écrouit le métal et accroît la résistance du cordon, améliorent généralement la tenue du tube.

Le remplacement partiel de tubulure doit être fait avec des précautions pour ne pas provoquer la déformation des alvéoles voisins et le dessertissage de leurs tubes.

5° Bordage des tubes.

Le bordage des tubes est fait pour préserver leur extrémité et pour mieux entretoiser les plaques. Il n'est effectué généralement qu'aux extrémités des tubes côté foyer.

Dans certaines séries de machines (Amér. B par exemple) les tubes de quelques rangées étaient, à l'origine, bordés sur la plaque tubulaire de boîte à fumée pour combattre la déformation de cette plaque qui avait la même épaisseur que la plaque tubulaire de foyer. Les déformations et fissures constatées en service ont entraîné les Régions à les remplacer par des plaques plus épaisses.

Le bordage est effectué, sur les foyers en acier, à l'aide des outils normalisés (Norme NCF 02-2200) et dans les conditions indiquées *figures* 197 A et B.

Pour les foyers en cuivre dont les cloisons interalvéolaires sont plus fragiles ou quand ces cloisons sont fissurées, on emploie de préférence des appareils à galets qui peuvent être commandés mécaniquement (voir § C 5°).

Dans les deux cas, il faut s'attacher à obtenir des cordons bien lisses, exempts de cassures et dont l'extrémité adhère bien à la plaque tubulaire sur tout son pourtour.

*Rabattement des extrémités des tubes
sur la plaque tubulaire du foyer*

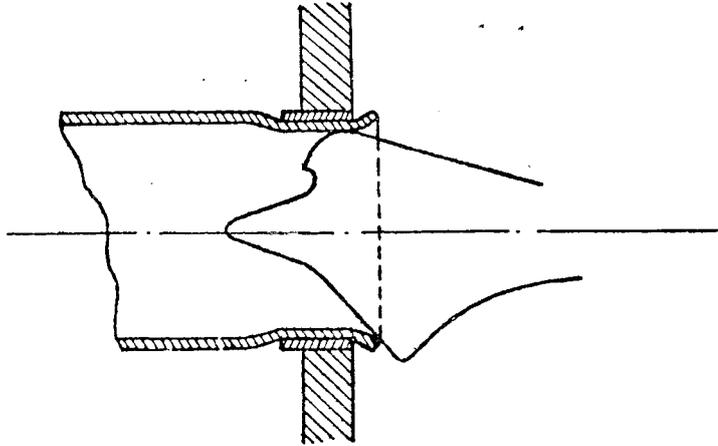


FIG. 197 A

Formation de la bordure

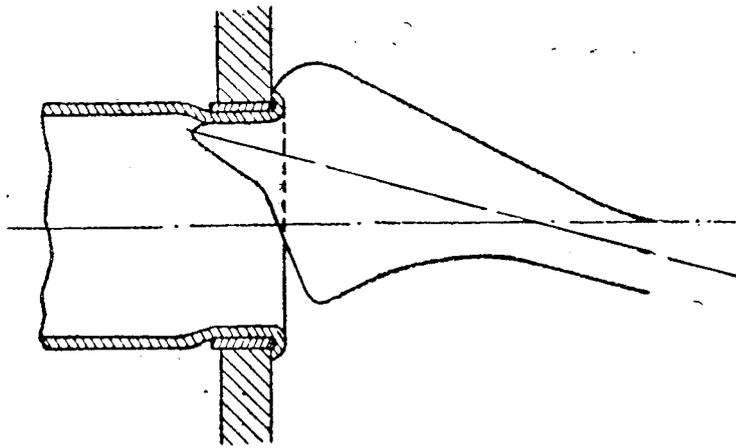


FIG. 197 B

6° Soudure des tubes sur plaque acier

La parfaite étanchéité des assemblages est indispensable pour pouvoir effectuer les soudures pendant lesquelles la chaudière doit contenir de l'eau à hauteur normale, méthode

qui donne seule de bons résultats. Les fuites ne permettraient pas de souder, il faut donc retoucher le mandrinage en cas de besoin.

Sabler à nouveau la plaque après bordage des tubes.

Remplir la chaudière à hauteur du niveau minimum, l'eau étant à une température moyenne de 50 degrés pour faciliter l'amorçage de l'arc, éviter des échauffements localisés et des déformations possibles de la plaque.

On soude les bordures de haut en bas sur la plaque en suivant les indications de la *figure 198*. Lors de la soudure de la deuxième zone, faire chevaucher légèrement les extrémités de la ligne de soudure sur celles de la ligne déjà réalisée.

Utiliser des électrodes de 3,25 mm. pour les petits tubes et de 4 mm. pour les gros.

En cours de soudure, diriger l'arc sur la plaque d'abord, plutôt que sur la bordure du tube qui risquerait d'être brûlée, en ayant soin toutefois de bien assurer la liaison de la bordure avec la plaque.

L'ordre dans lequel les soudures doivent être effectuées est précisé, à titre indicatif, sur la *figure 199*.

En principe, souder les gros tubes en premier lieu et ne pas opérer sur des groupes de tubes voisins pour ne pas soumettre la plaque à un échauffement local important pouvant provoquer des déformations de la zone intéressée.

Quand une fuite se produit en service à une soudure de tube, c'est que ce tube n'est pas suffisamment mandriné dans l'alvéole de la plaque.

Il faut alors couper soigneusement la soudure du cordon. Si ce dernier est encore convenable, on peut :

— mandriner légèrement le tube pour que l'effort exercé ne décolle pas les tubes ou soudures voisines;

— reformer le cordon;

— sabler les parties à souder et recommencer la soudure.

En cas d'insuccès ou de nouvelle fuite, il faut remplacer le tube.

C. - APPAREILS UTILISÉS AUX TRAVAUX DE TUBULURES

1^o Coupe-tube.

Le coupe-tube normalisé est indiqué à la *figure 190*.

Pour qu'il donne de bons résultats, il faut qu'il soit fréquemment nettoyé et graissé. Avant de procéder à la coupe des tubes montés dans la chaudière, il convient de nettoyer convenablement l'entrée du tube aux deux extrémités sur toute la longueur de pénétration du coupe-tube et de graisser abondamment l'intérieur de ces deux extrémités.

Le coupe-tube peut être actionné à la main ou mécaniquement.

2^o Appareils à aléser.

L'aléseuse mécanique est constituée par :

— Le corps de l'aléseuse, qui comporte les organes de guidage et d'entraînement d'un arbre porte-outil se raccordant à sa partie arrière avec un arbre télescopique entraîné par moteur électrique.

— Une traverse à crampons amovibles et d'écartement réglable destinée à recevoir le corps de l'aléseuse (*fig. 200*). Elle est utilisée pour les alvéoles de petits tubes.

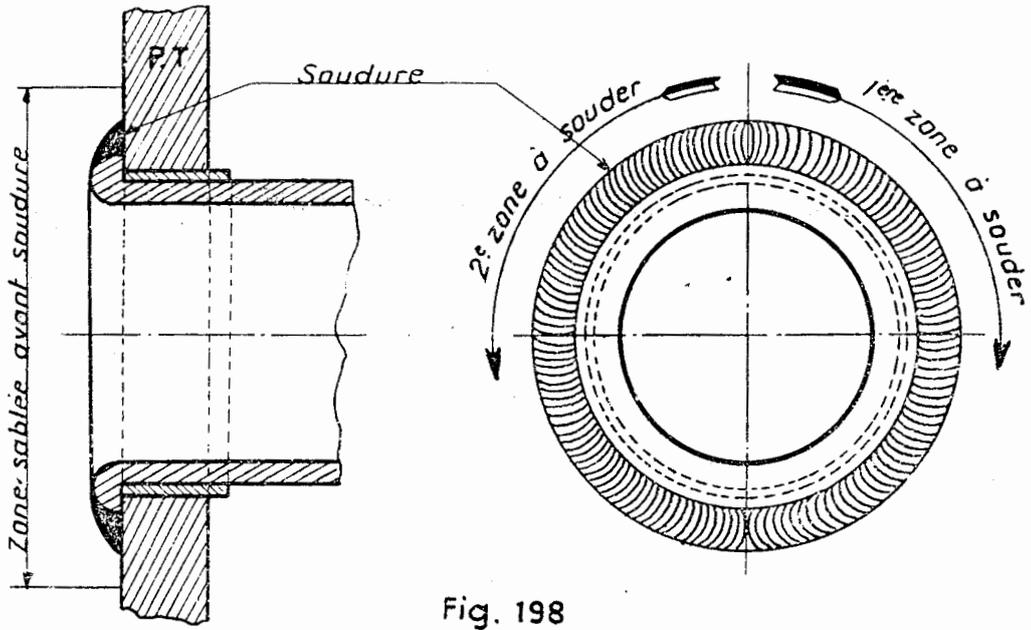


Fig. 198

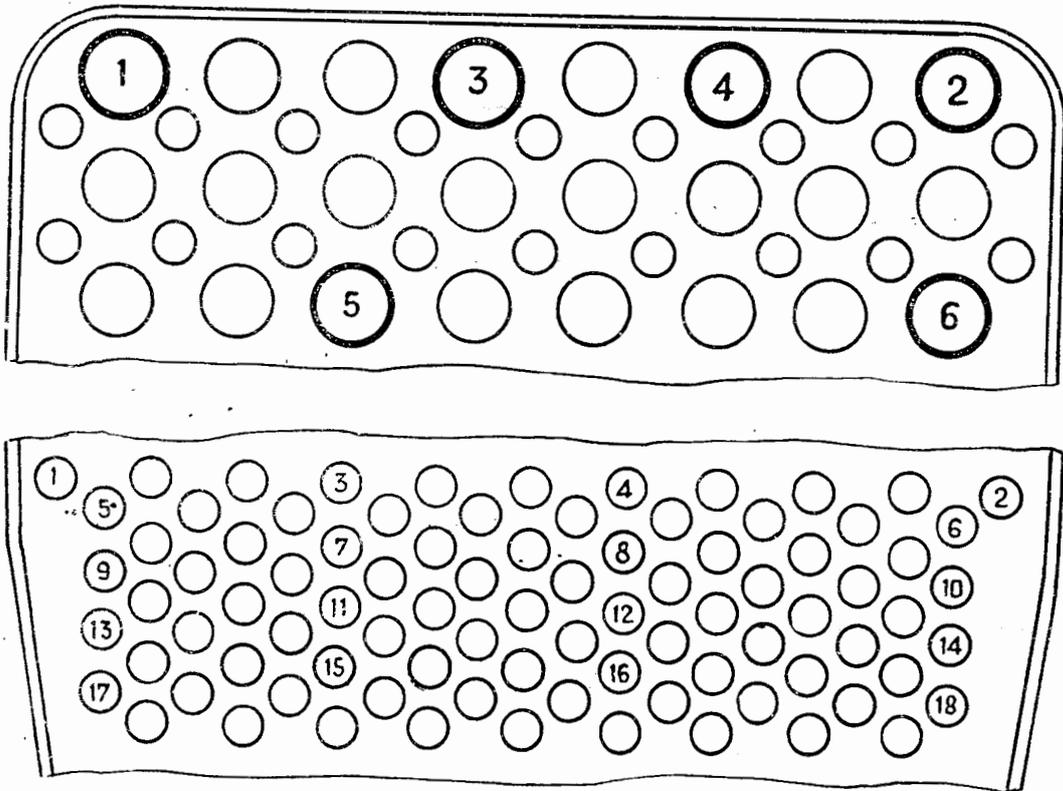


Fig. 199

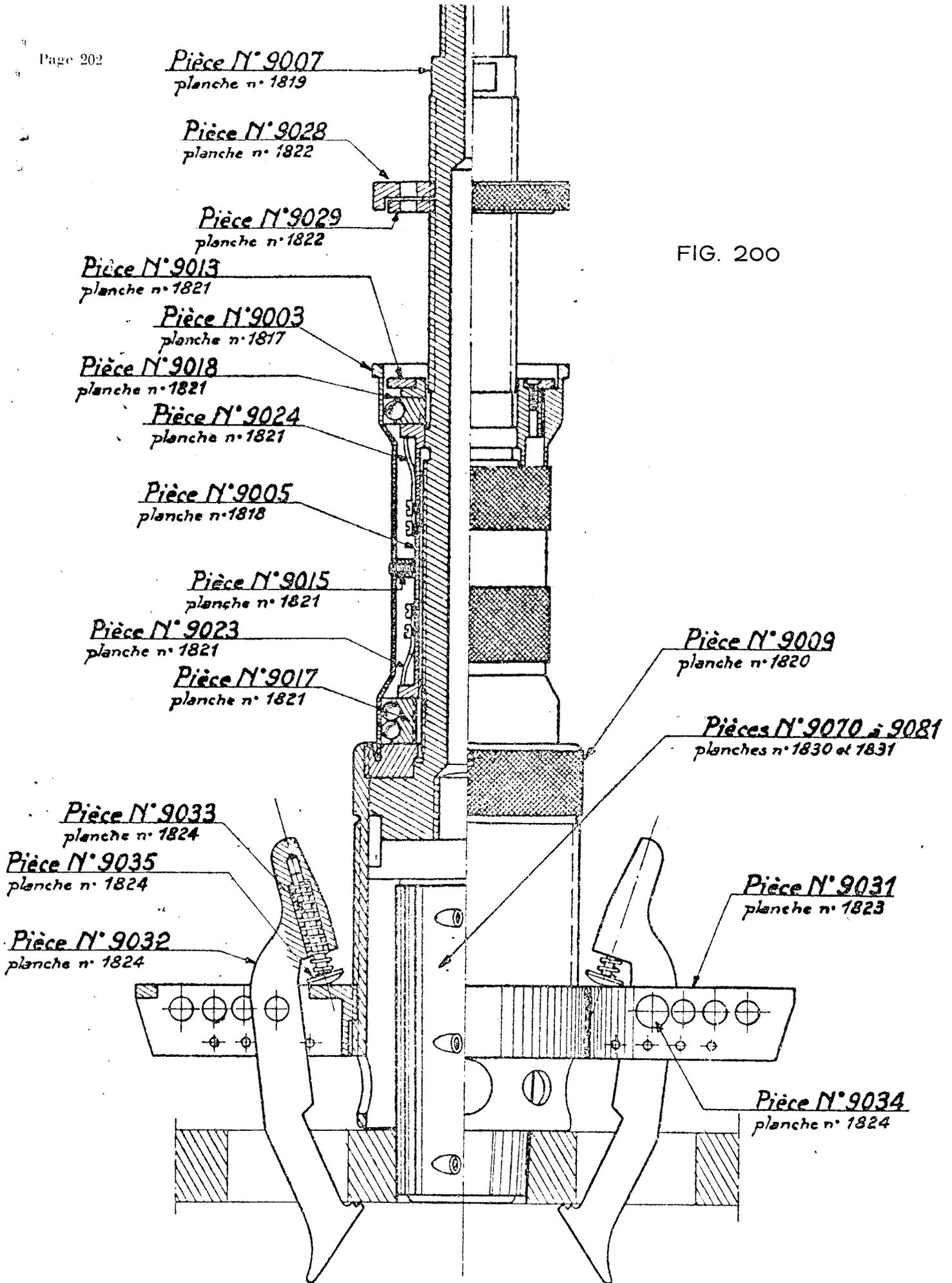
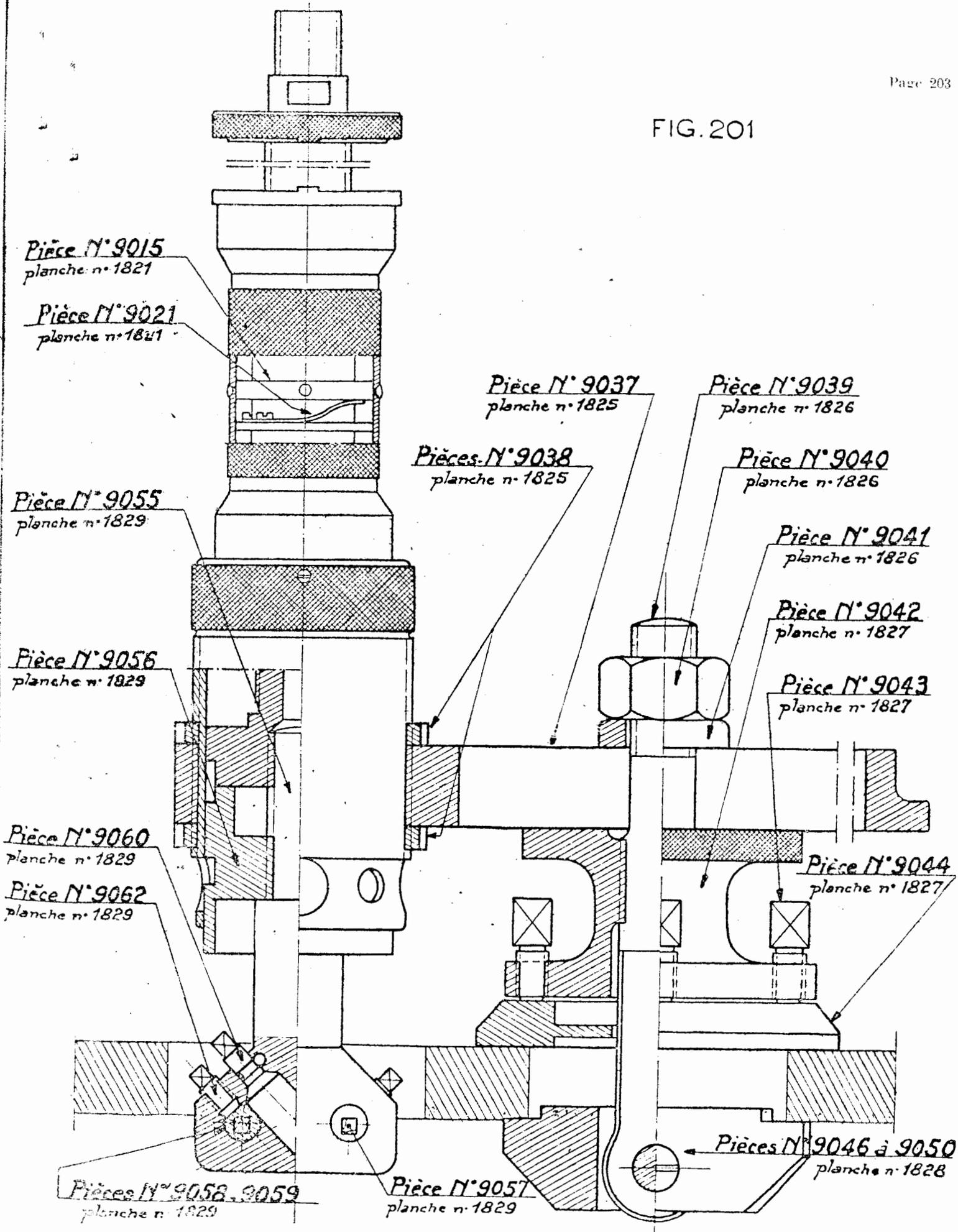


FIG. 200

FIG. 201



— Un support pivotant se fixant successivement en plusieurs points de la plaque (*fig. 201*), avec bras radial recevant le corps de l'aléuseuse et permettant son orientation en tous sens pour sa fixation au point choisi. Il est utilisé pour les alvéoles de gros tubes.

Deux types d'alésoirs ont été indiqués. La fraise pour gros tubes est à lames amovibles. Ils peuvent être commandés mécaniquement de l'extérieur du foyer comme l'indique la *figure 192*.

Quoique la conicité de 5 % des fraises soit dans le sens foyer-corps cylindrique, on peut également conduire le travail d'alésage côté eau, le cône restant toujours bien entendu dans le même sens (petit diamètre côté eau).

L'aléuseuse peut aussi servir au taraudage des alvéoles devant recevoir des bagues filetées (côté eau ou côté foyer).

3° Appareils à mandriner.

- Ils sont constitués par :
 - un fût cylindrique comportant les logements de 3 ou 5 galets, les axes de ces logements étant inclinés sur les génératrices du fût de 4 à 5 % suivant le diamètre de l'appareil;
 - des galets cylindriques au nombre de 3 ou de 5.
 - une broche conique dont les génératrices ont une inclinaison de 1/40 sur son axe, inclinaison correspondant à une conicité de 5 %.

Les appareils à cinq galets ont l'avantage d'être mieux guidés et de moins ovaliser la partie mandrinée quand des efforts sont exercés obliquement, par exemple quand on mandrine à la main. Ils présentent l'inconvénient de donner au mandrinage une plus grande résistance, ce qui n'est pas sans importance quand on utilise un limiteur d'effort dont le réglage doit être précis.

On peut utiliser les dudgeons à trois galets pour les petits tubes à fumée de diamètres inférieurs ou tout au plus égaux à 39 mm., les logements pour 5 galets dans le fût étant difficilement exécutables sans nuire à sa solidité.

Pour les petits tubes à fumée de diamètres supérieurs à 39 mm. et pour les tubes Serve, le dudgeon à cinq galets paraît mieux indiqué (*fig. 202*).

Pour les gros tubes à fumée, le dudgeon à trois galets (*fig. 201 bis*), donne de bons résultats. Les galets de ce dudgeon ont, sur leur surface, des évidements ayant pour but de réduire l'effort nécessité par un bon mandrinage.

Certains dudgeons comportent un dispositif de butée à billes qui vient prendre appui, avant mandrinage, soit sur la coupe du tube, soit sur la plaque tubulaire elle-même.

Ces dispositifs de butée ont tous deux pour but :

- de maintenir le fût et les galets dans la partie de plaque à mandriner et d'empêcher qu'au premier dudgeonnage qui suit le bordage du tube, les empreintes ne chevauchent celles faites au placement;

- de s'opposer, côté boîte à fumée, à la formation, au-delà de la plaque, d'un bourrelet rendant difficile le retrait du tube.

4° Limiteurs d'efforts.

Ces appareils sont de deux types.

a) Limiteurs mécaniques (*fig. 203*).

— *Description.*

L'action du moteur est transmise à la contre-tige *c* terminée à sa partie inférieure par un plateau *r* portant un doigt d'entraînement *s*.

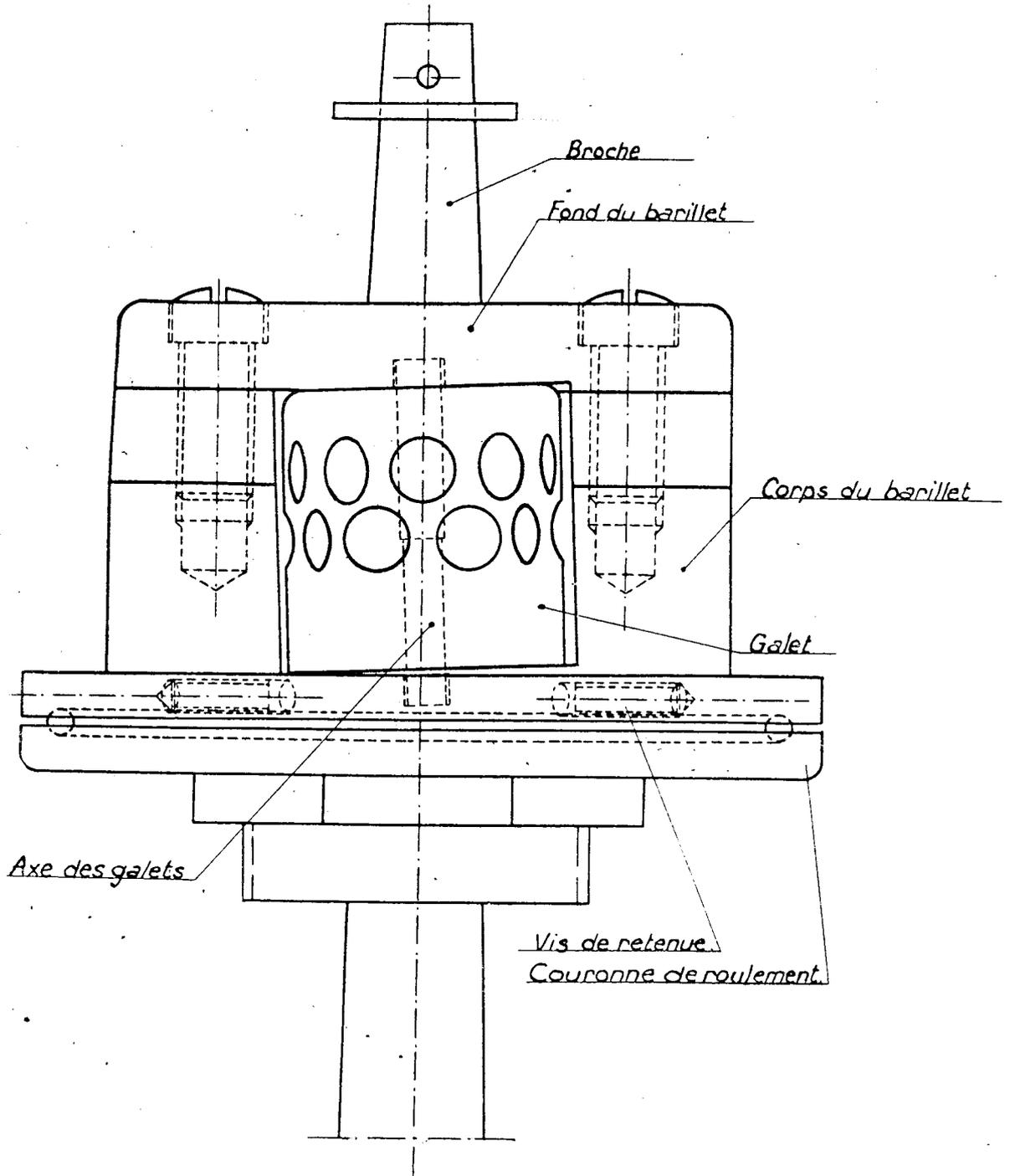
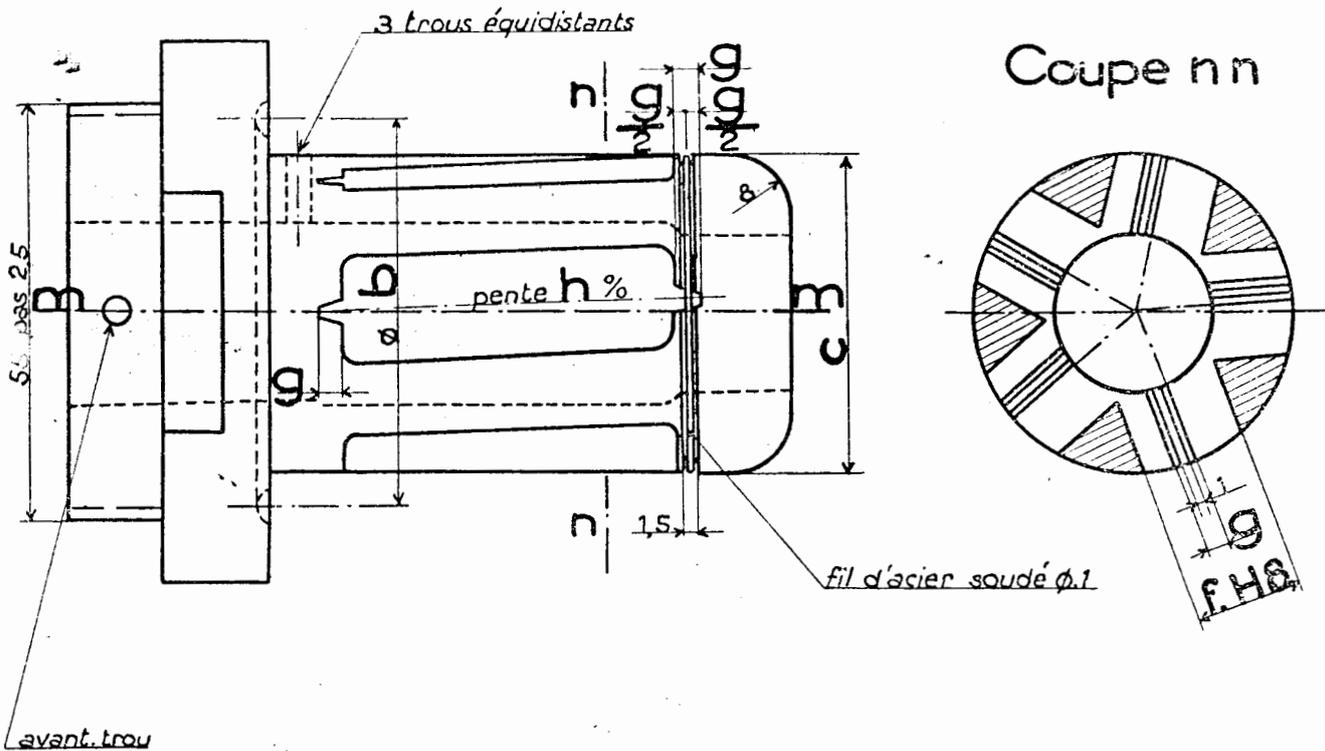
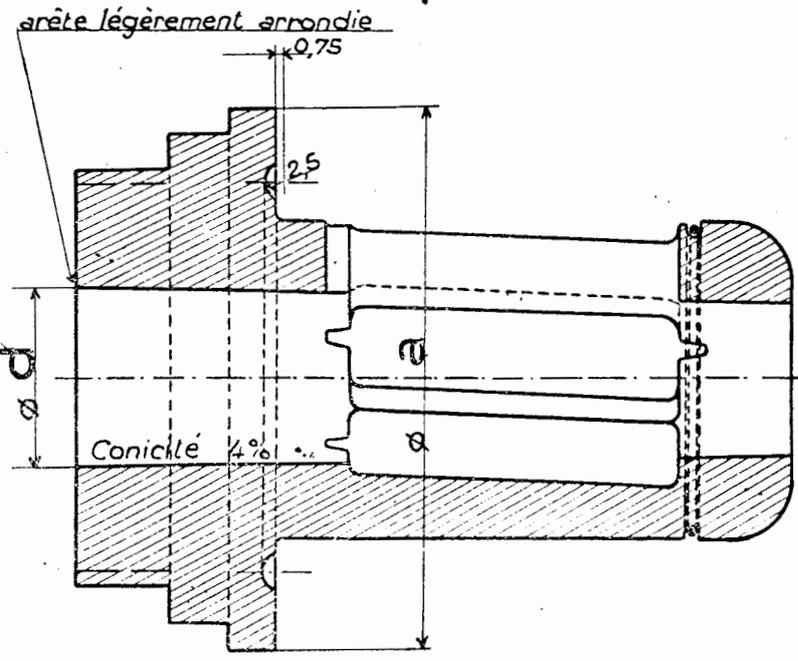


FIG. 201 bis



Coupe mm

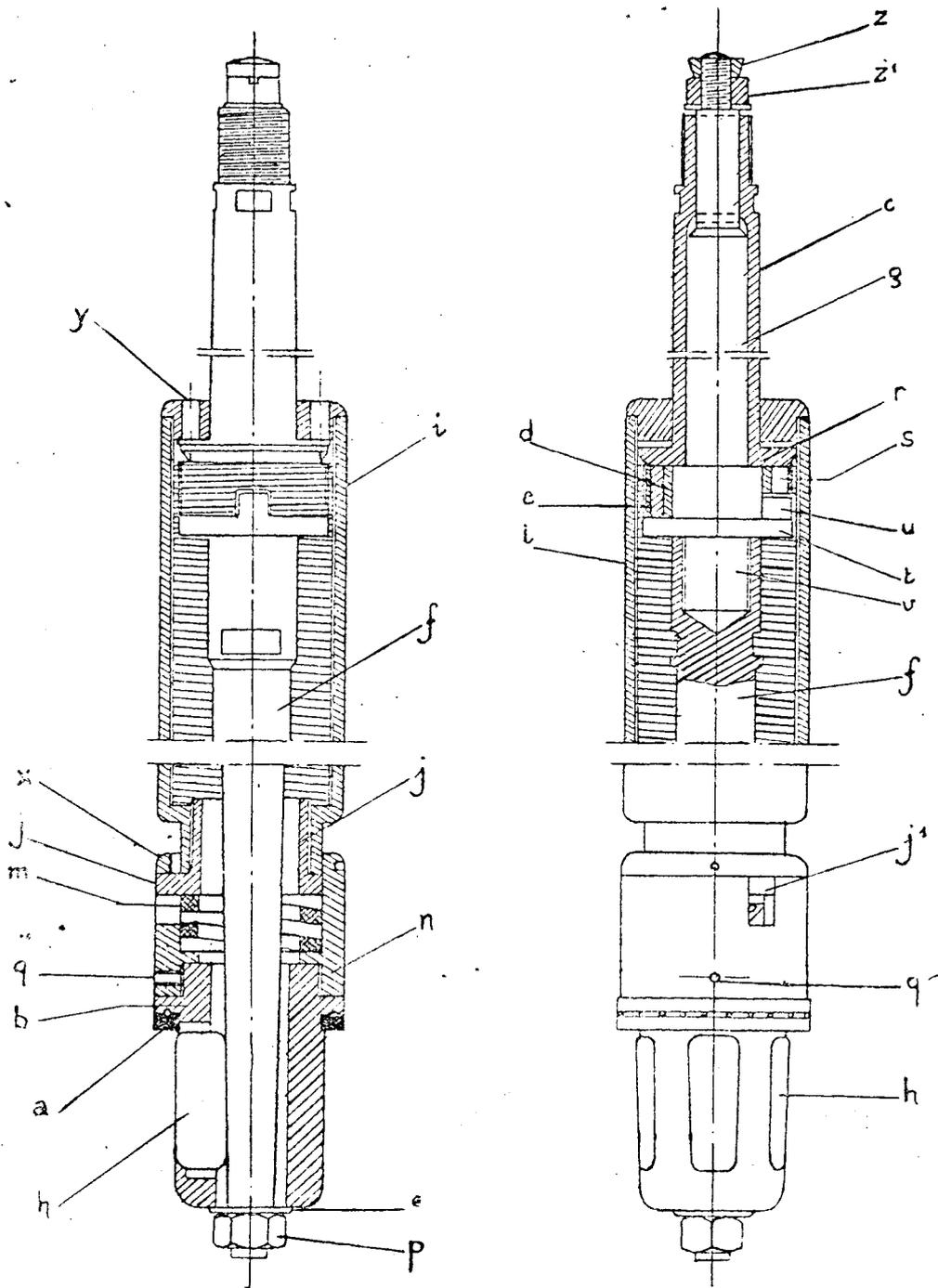


Symboles	a	b	c	d	f	g	h%
310.3041	72	46,9	37,5	22,8	12,1	3	3,6
310.3042	72	49	40	23,9	13,1	3	3,5
310.3043	72	51	42	23,9	14,1	3	3,5
310.3044	72	56	47	27,9	15,1	3	2,9
310.3045	72	60	51	29,9	16,1	4	2,7
310.3046	74	65	56	30,9	18,1	4	2,6
310.3047	79	70	61	33,9	19,1	4	2,3
310.3048	84	75	66	36,9	20,1	4	2,1

FIG.202

Limiteur mécanique

Fig 203



A l'intérieur de la contre-tige *c* peut tourner à frottement doux la tige *g* portant aussi un plateau *t* et un doigt d'entraînement *u*.

La partie terminale *v* de la tige *g* est filetée, la broche *f* vient s'y visser.

La contre-tige *c* entraîne la tige *g* ainsi que la broche *f* par l'intermédiaire d'un segment élastique *d* lisse, dont l'ouverture ne se fait que lorsque l'effort nécessaire à la rotation de la broche correspond à la pression convenable des galets dans l'intérieur du tube à mandriner.

Un deuxième segment élastique *e*, strié, a pour effet, lorsque le segment *d* s'ouvre, de s'engager dans les rainures de la douille *i* et par suite de l'obliger à suivre les mouvements de la broche, tant dans son avance que dans sa vitesse angulaire.

La base de la douille *i* vient se fixer sur un écrou *j* fileté à gauche. Cet écrou porte trois ailerons *j*, à 120° qui s'engagent dans des fenêtres percées dans la cage *n*.

Un ressort d'arrachement *m* est placé sous l'écrou *j*; l'ensemble est maintenu dans la cage *n* par une bague filetée *x*.

Le ressort hélicoïdal d'arrachement *m* peut être remplacé par des couples appropriés de rondelles Belleville.

Le barillet *b* du mandrin est vissé dans la base de la cage *n* et une vis à pointe *q* l'immobilise pendant le travail.

Le barillet *b* possède une butée à billes *a* venant porter contre la tranche du tube à mandriner pour faciliter le travail et diminuer les frottements.

Les galets *h* du mandrin sont placés dans les logements appropriés du barillet et la broche *f* est terminée par une partie filetée recevant une rondelle d'arrêt *o* et un écrou *p*.

Tant que la résistance à la rotation de la broche est nulle ou faible, le segment élastique *d* est fermé, le segment strié *e* qui épouse son contour extérieur permet à l'ensemble *d* de se déplacer longitudinalement dans la douille *i*. La douille *i*, la bague à ailerons, la cage et le barillet *b* sont solidaires angulairement.

Lorsqu'un couple suffisant est opposé à la rotation de la broche, le segment lisse *d* s'ouvre, le segment strié *e* s'engage dans les rainures de la douille *i* et oblige cette dernière à faire corps avec la broche.

La douille *i*, ainsi maintenue, tourne donc à la vitesse de la broche qui est supérieure à celle du barillet. Mais, du fait de sa vitesse relative par rapport au barillet *b*, la douille *i* se dévissera de l'écrou *j* fileté à gauche et comme elle est liée à la broche depuis l'ouverture des segments *d* et *e*, elle ne pourra pas reculer. C'est donc l'écrou à ailerons qui avancera dans la cage *n* en comprimant le ressort *m*.

La compression de ce ressort aura pour effet :

1°) D'exercer sur le segment strié *e* une pression longitudinale et radiale assurant le blocage de ses stries contre celles de la douille jusqu'à la fin de l'opération;

2°) De créer à la broche une résistance progressive qui en ralentira l'avancement, l'annulera, et provoquera son arrachement.

La détente du ressort projettera la broche en arrière et permettra de dégager tout l'appareil qui pourra être déplacé pour exécuter une nouvelle opération.

Il est compréhensible que le segment élastique *d*, taré à une valeur convenable, produira l'accrochage de la douille *i* à la broche *f*, au moment où il sera opposé au mouvement de rotation de cette dernière une résistance déterminée, mais toujours égale à elle-même.

— Fonctionnement.

L'appareil est tenu en mains par la douille *i* du limiteur et par la poignée de l'arbre télescopique du moteur qui est mis en marche.

La broche étant tirée à fond en arrière de la poignée on introduit le mandrin jusqu'au portage de sa butée à billes contre l'extrémité du tube. En poussant la broche à fond en avant, on détermine la rotation du mandrin.

A partir de ce moment, c'est-à-dire dès le début du travail, il n'est plus nécessaire d'exercer aucune poussée sur la broche, qui avancera automatiquement entre les galets. Mais il faut, dès le début, maintenir la douille *i* serrée dans la main pour l'empêcher de tourner, afin d'armer le limiteur par le vissage à fond de la douille sur l'écrou à ailerons *j*.

Le limiteur étant armé, la douille *i* se met à tourner à la vitesse du barillet *b*.

Après un temps plus ou moins long, pendant lequel s'effectue l'expansion du tube et le commencement de son laminage, la résistance à la rotation de la broche croît brusquement, les segments élastiques s'ouvrent et relient la douille à la broche. La douille dont la vitesse augmente aussitôt se dévisse de l'écrou à ailerons *j*, le ressort *m* se comprime, produit le ralentissement et l'arrêt progressifs de l'avance de la broche, puis son arrachage.

Aussitôt la broche arrachée, il convient de la retirer à fond en arrière, en agissant sur la poignée de l'arbre, puis de dégager l'appareil du tube mandriné.

On peut alors introduire le mandrin dans le tube suivant, sans avoir à arrêter le moteur qui tournera sans interruption pendant toute la durée des opérations sur une même plaque.

— Observations :

Pour le mandrinage des petits tubes à fumée, la vitesse de rotation de la broche doit être comprise entre 100 et 120 tours à la minute et le limiteur utilisé est dit N° 1. Le filetage de la partie inférieure de sa douille *i* et la bague à ailerons *j* est au pas de 3 mm.

Fig 205

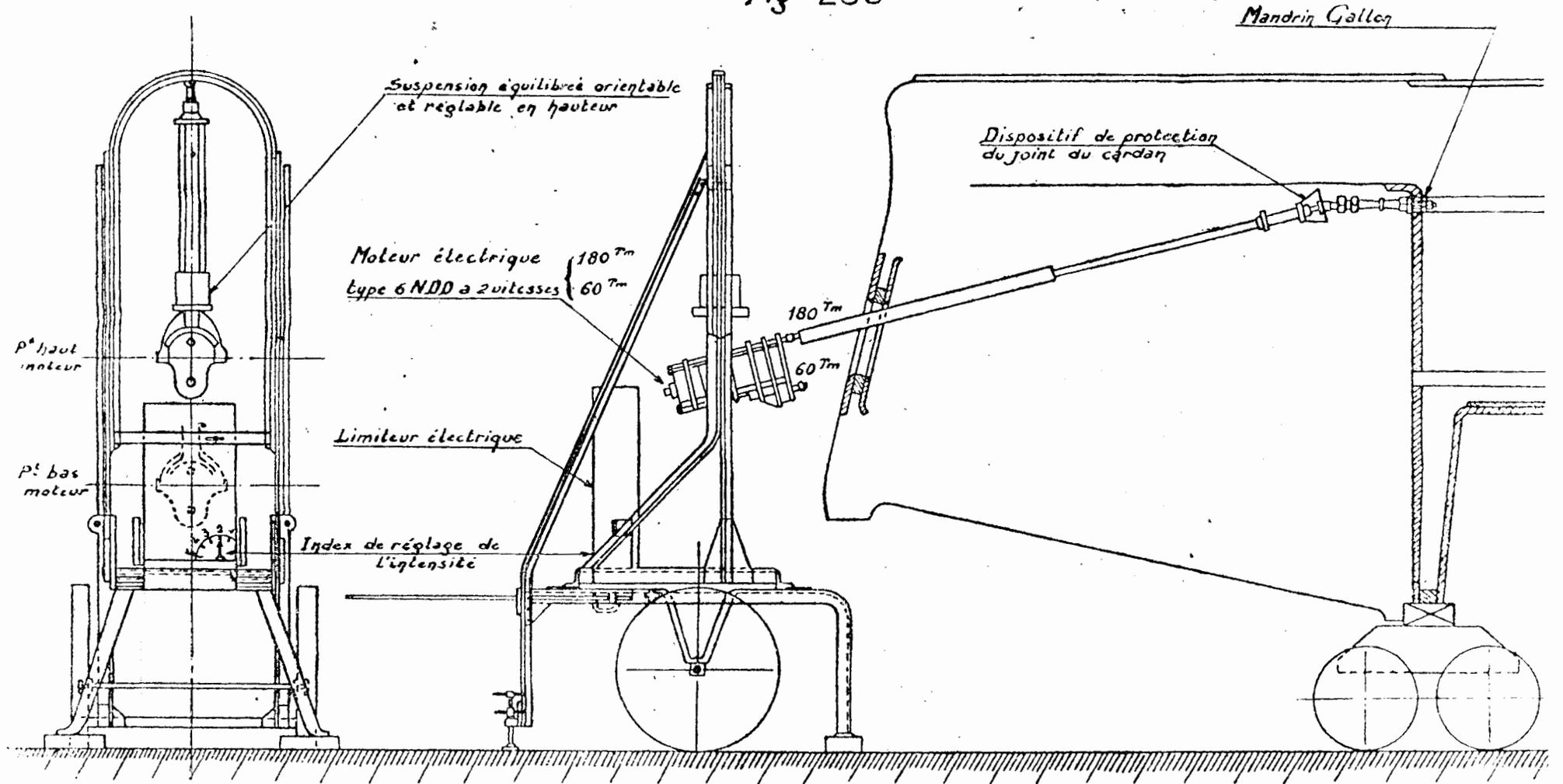
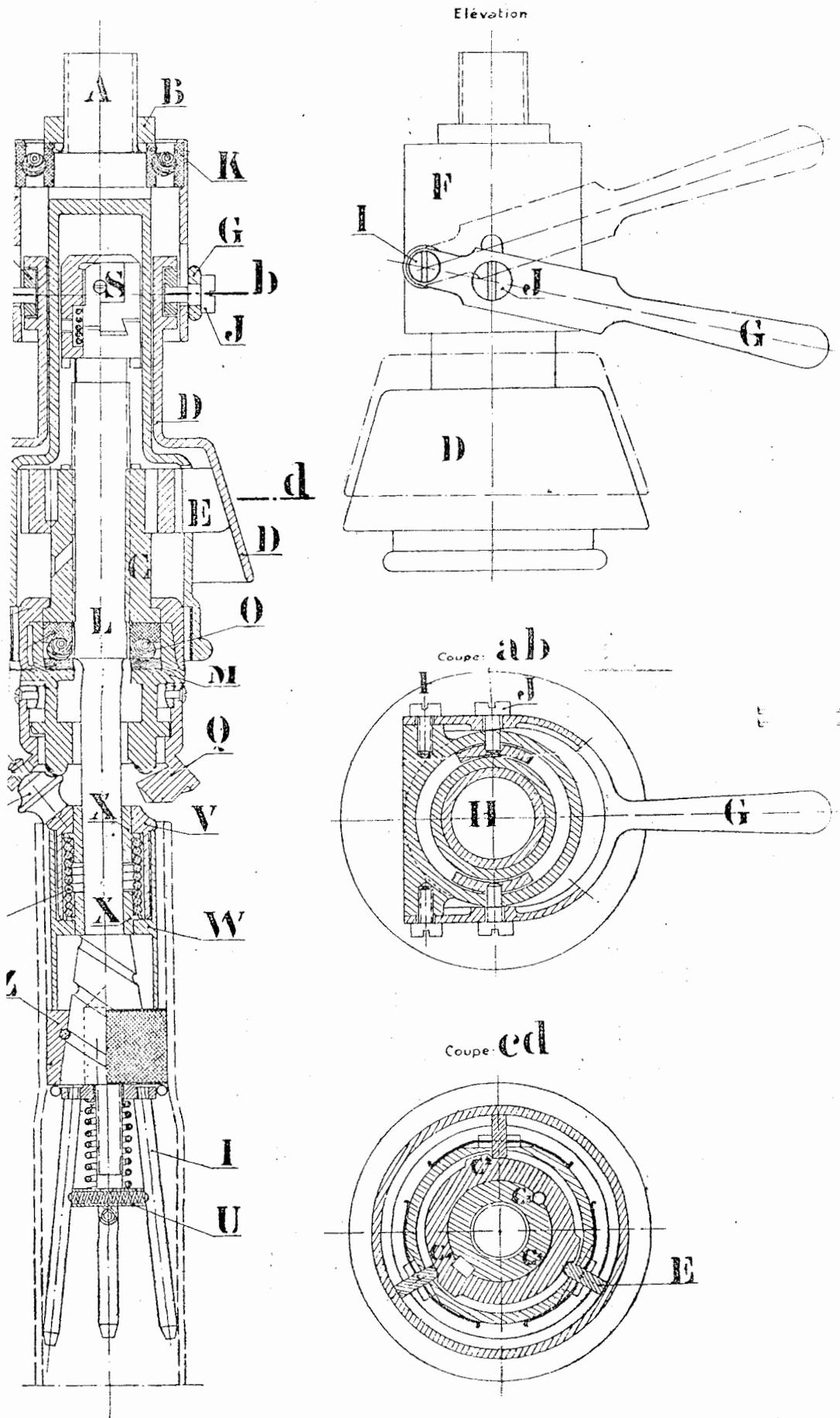


FIG. 206



Pour le mandrinage des gros tubes à fumée, la vitesse de rotation de la broche doit être de 35 à 40 tours à la minute et le limiteur utilisé est dit N° 1 bis. Il ne diffère seulement du limiteur N° 1 que par la douille *i* et la bague à ailerons *j* qui sont filetées au pas de 1,75 au lieu de 3.

L'action du groupe à mandriner doit être graduée suivant les épaisseurs des tubes et des plaques tubulaires et suivant leur nature (acier ou cuivre).

Le réglage s'obtient en employant un segment élastique *d*, de tarage approprié, à savoir :

Limiteur N° 1 pour petits tubes à fumée et tubes Serve :

1°) Les segments S (marque du fournisseur) résistance 250 kg. sont à utiliser avec les mandrins dont l'extensibilité est comprise entre 31 et 48, pour plaques tubulaires en acier jusqu'à 15 mm. d'épaisseur;

2°) les segments E (marque du fournisseur) résistance 300 kg. sont à utiliser avec les mandrins dont l'extensibilité est comprise entre 43 et 75 pour plaques tubulaires en acier jusqu'à 15 mm. ou plaque en cuivre de 25 à 30 mm.

3°) Les segments F (marque du fournisseur) résistance 350 kg. sont à utiliser avec les mandrins dont l'extensibilité est comprise entre 52 et 75 pour plaques tubulaires de 22 à 25 mm. d'épaisseur.

Limiteur n° 1 bis pour gros tubes à fumée :

1°) Les segments G (marque du fournisseur) résistance 400 kg. sont à utiliser avec les mandrins dont l'extensibilité est comprise entre 83 et 110 pour plaques tubulaires en acier jusqu'à 15 mm. d'épaisseur;

2°) les segments I (marque du fournisseur) résistance 550 kg. sont à utiliser avec les mandrins dont l'extensibilité est comprise entre 83 et 110 pour plaques tubulaires en cuivre;

3°) les segments K (marque du fournisseur) résistance 600 kg. sont à utiliser avec tous mandrins pour plaques tubulaires de boîte à fumée.

b) Limiteurs électriques (fig. 205).

Description et fonctionnement :

L'appareil à mandriner à limiteur électrique comporte un moteur électrique plus puissant que celui utilisé pour le limiteur mécanique. Ce moteur est suspendu par un équilibreur et monté sur chariot à roues. Il a deux broches, donnant, l'une une vitesse de rotation de 180 tours, l'autre une vitesse de 60 tours. Le chariot porte le limiteur d'effort qui coupe automatiquement le courant dès que le serrage suffisant est obtenu.

Un index tournant placé sur la boîte du limiteur électrique donne cinq positions correspondant à des intensités de coupure différentes. Ces cinq positions permettent de graduer l'effort de serrage suivant la dimension des tubes et la nature du métal des plaques tubulaires.

Comme cet index est laissé dans la même position pour tous les tubes semblables d'une même chaudière, ces tubes se trouvent tous serrés de la même façon.

La marche des broches est commandée par le moyen d'une boîte de contrôle à trois boutons repérés : Avant, Arrière, Arrêt, fixés sur une ceinture de cuir que l'opérateur ajuste sur son corps. Ce dispositif permet d'obtenir la commande à distance sans aucun déplacement de l'ouvrier.

5° Appareils à border mécaniques.

Deux types de bordeurs mécaniques sont utilisés pour le bordage des tubes à fumée, sur plaques cuivre comme sur plaques acier.

Ils sont entraînés mécaniquement par le moteur électrique servant au dudgeonnage des tubes par l'intermédiaire d'un arbre télescopique. Les deux appareils comportent un dispositif de fixation d'une broche dans l'axe et à l'intérieur du tube à border, axe sur lequel l'appareil vient se monter et prendre appui.

Pour les bagues Gallon, le bordage se fait à l'intérieur du foyer puis à l'intérieur de la chaudière. Cependant, le bordage côté chaudière peut également être réalisé par le foyer à l'aide d'un dispositif à clavette (fig. 206 bis). L'ouvrier placé sur le faisceau tubulaire, applique les galets sur le bout de la bague à rabattre et enfile la clavette dans la mortaise de la tige. Un aide produit le serrage de l'intérieur du foyer. Ceci ne présente d'intérêt que dans le cas où une réparation locale n'exige que le retrait de quelques tubes.

a) Bordeur mécanique système Gallon modifié (fig. 206).

L'appareil se compose d'une tige L pourvue à sa partie inférieure d'un disque extensible à griffes Z et d'un dispositif de centrage automatique à doigts l maintenus appuyés sur les parois du tube par un ressort U.

- de trois galets R à double gorge, destinés à rabattre et à comprimer l'extrémité du tube sur la plaque;
 - d'un fût M enfilé sur la tige L destiné à entraîner les galets dans leur rotation sur le bord du tube, par l'intermédiaire d'une douille P entraînée par l'arbre A;
 - d'une couronne Q, montée folle et avec un jeu important sur le fût M, supportant les galets au repos;
 - d'un guide élastique V (ressort Y) assurant avec la couronne Q l'écartement normal des galets pendant le travail et réglant convenablement leur expansion;
 - d'un guide W de centrage de l'appareil dans le tube servant de butée au guide V lorsque le bordage est terminé;
 - d'un écrou spécial C se vissant sur la partie filetée de la tige L et déterminant le mouvement de translation de l'appareil sur sa tige;
 - d'un embrayage à cône de friction D agissant sur un peigne E qui lorsqu'il engrène l'écrou C lui transmet le mouvement de rotation de la douille de l'arbre A.
- L'appareil est emmanché dans le tube; en embrayant l'écrou C, les galets viennent rapidement au

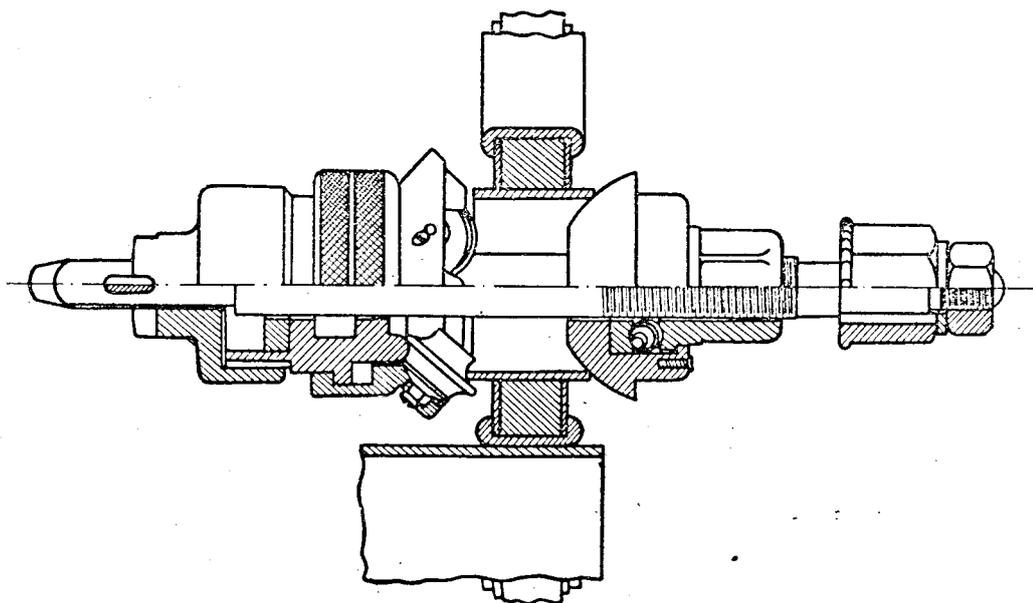


FIG. 206^{bis}

contact du tube, les disques du mandrin Z viennent se coincer énergiquement contre la paroi intérieure du tube, fournissant à l'appareil son point d'appui pendant le travail (cet accrochage se produit par la rotation sur deux tours environ de la tige L entraînée par son écrou).

Le fût qui s'appuie sur la gorge supérieure des galets se met à tourner entraîné par l'arbre A, obligeant les galets à rouler sur le bord du tube à rabattre.

Lorsqu'on embraye à la main par le levier G qui déplace suivant l'axe de l'appareil le cône D, celui-ci met en prise le peigne E et l'écrou C. Ce dernier par son mouvement de rotation transmet aux galets la pression nécessaire au rabattement de la collerette du tube par l'intermédiaire d'une couronne de billes N agissant sur le fût. Les mouvements de rotation et de translation du fût sont ainsi déterminés par l'arbre A et sont simultanés.

Le mouvement de translation est absolument facultatif; il est interrompu dans le cas de résistance excessive par la détente du ressort antagoniste du peigne E qui repousse le cône D.

Pour le desserrage de l'appareil l'ensemble de l'embrayage est retiré et la tige L est entraînée en rotation en sens inverse par une clé S.

b) **Bordeur Primault** (fig. 207).

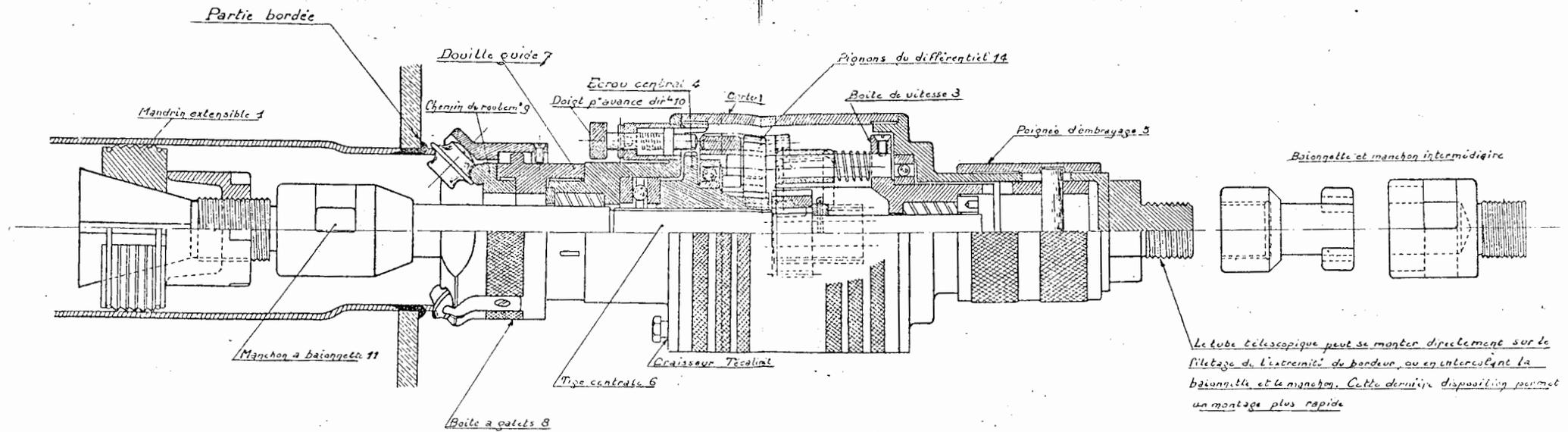
Description :

L'appareil se compose du bordeur proprement dit, d'un mandrin à coquilles extensible (1) pour la fixation dans le tube à border, et d'un jeu de manchons à baïonnette (12-13).

BORDEURS AUTOMATIQUES POUR TUBES

"LUTETIA"

SYSTÈME "PRIMAULT"



N° des appareils	Repères de fabrication	Capacité (Diamètre intérieur de la partie à border)	Epaisseur des tubes
10.001	N° 1	39 à 63 mm	3 mm
10.002	N° 2	63 à 88 mm	4 mm
10.003	N° 3	88 à 113 mm	5 mm

Fig 207

Le bordeur est composé d'un carter (2) contenant une boîte de vitesses (3) qui permet une avance automatique de 0 mm. 06 par tour.

Cette avance est transmise par un jeu de pignons formant système différentiel (14) à l'écrou central (4) qui se visse lentement sur la tige centrale (6) ne tournant pas.

La boîte de vitesses, par un dispositif d'embrayage (5) devient solidaire du carter et cet ensemble monté sur roulements, reçoit du moteur son mouvement de rotation par l'intermédiaire d'un tube télescopique à cardan.

La tige centrale (6) s'adapte à l'extensible monté dans le tube à border au moyen d'un manchon à baïonnette (11); sur cette tige centrale (6) se fait la rotation et l'avance.

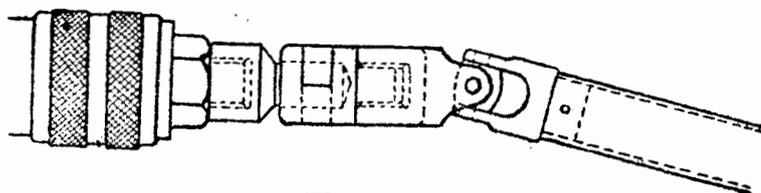


Fig 208

- Une douille guide de boîte à galets (7) sur laquelle roulent :
- Une boîte à galets mobile (8) avec trois galets et un chemin de roulement (9) constituent les trois pièces mobiles pouvant être remplacées s'il y a lieu et suivant les dimensions des tubes à border.

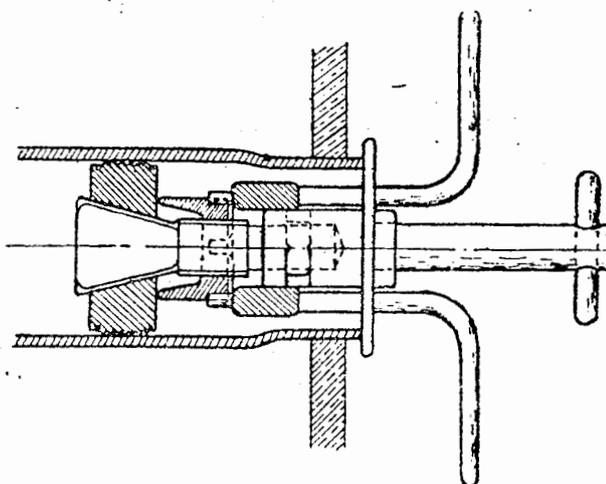


Fig 209

La partie arrière du bordeur comporte une partie filetée sur laquelle s'adapte la baïonnette, le manchon intermédiaire (12-13) et le tube télescopique ou transmission d'accouplement avec l'organe moteur.

L'appareil est muni d'un doigt enclencheur à l'avant (10) marchant en combinaison avec la poignée d'embrayage (5). Dans la position : doigt enclenché à fond et poignée reculée vers l'arrière, l'avance est directe au pas de la tige centrale, c'est-à-dire 2 mm. 5 (pour le réglage). Dans la position : doigt placé au repos et poignée poussée vers l'avant, l'avance est automatique à 0 mm. 06 par tour (position de travail).

Le dispositif extensible (1) qui se fixe dans le tube à border, se compose de trois pièces :

— La tige centrale sur laquelle vient se fixer et se centrer le bordeur au moyen d'une baïonnette; elle se termine à l'extrémité rentrant dans le tube par un tronc de pyramide à base carrée sur lequel glissent les quatre coquilles extensibles.

— Le disque extensible divisé en quatre secteurs maintenus sur la tige par deux ressorts spéciaux qui les rappellent à leur position primitive c'est-à-dire diamètre minimum après desserrage.

L'extension et le blocage dans le tube sont obtenus à l'aide de l'écrou venant faire appui sur les secteurs.

Montage :

Monter sur le bordeur, la douille-guide, le chemin de roulement et la boîte à galet pour le diamètre de tube à border. Pour le montage des différents organes interchangeables, serrer le bordeur dans un étau par la partie arrière (manchon à baïonnette et se servir de la clef spéciale à deux ergots. Ne jamais serrer l'appareil par le carter, ce dernier étant un tube relativement mince qui risquerait de se déformer.)

Utiliser le jeu de coquilles extensibles pour le diamètre correspondant.

(Moteur à utiliser : Force 2 CV, 50 Tm, Rotation droite et gauche.)

Visser le manchon sur la tige télescopique et l'enclencheur au bordeur (*fig. 208*).

Placer l'extensible dans le tube au moyen des clefs spéciales et bloquer l'écrou (*fig. 209*).

Dévisser le bordeur sur la tige centrale pour le placer à fond de course (pour cette opération : enclencher le doigt et tirer la poignée en arrière).

Le dévissage se fait comme si l'appareil était un écrou avec pas à droite (suivre le sens des flèches).

Eviter toujours de bloquer l'appareil exagérément à fin de course.

Accrocher le bordeur à la tige de l'extensible et visser l'appareil (toujours monté avec l'avance directe) jusqu'à mettre les trois galets en contact du tube. S'assurer que les trois galets portent bien sur le tube et que la boîte à galet n'est pas bloquée, celle-ci devant toujours avoir un certain jeu même pendant le travail.

Huiler les galets et le chemin de roulement, embrayer l'avance automatique (doigt au repos et poignée arrière poussée à l'avant) et mettre le moteur en marche.

Il ne reste plus qu'à suivre la formation du bourrelet et cette opération terminée, faire tourner le bordeur en sens inverse (toujours avec l'avance démultipliée) pendant quelques tours afin de décoller les dents des pignons en contact dans la boîte de vitesse. Arrêter le moteur, enclencher le doigt et pousser la poignée vers l'arrière pour dévisser l'appareil rapidement comme il a été dit plus haut.