

CHAPITRE VI

RÉGULAGE DES ORGANES DU MATÉRIEL MOTEUR**A. — GÉNÉRALITÉS**

Le réglage consiste à fixer un alliage antifriction à bas point de fusion sur une carcasse en métal dur à point de fusion plus élevé. Il est appliqué à certaines pièces du matériel moteur et roulant soumises à un effort de frottement continu; cette application est toutefois limitée lorsque la charge est jugée supérieure à celle à admettre en pratique.

L'antifriction n'est pas destiné, comme son nom pourrait l'indiquer, à diminuer le coefficient de frottement. Ce dernier est au contraire plus élevé que dans le cas d'emploi de métaux durs, l'antifriction augmente de ce fait la température du coussinet (il a en outre une plus faible conductibilité que le bronze) et la dépense d'huile. Ses avantages résultent des deux faits suivants :

1^o Tout en résistant suffisamment aux matages et à l'usure, il est capable de déformations plastiques locales assurant une portée uniforme des surfaces en contact. Avec des coussinets en bronze dur, ces surfaces ne sont souvent, leur usinage n'étant pas irréprochable, qu'une fraction de la surface totale de la fusée ou du tourillon.

2^o Son degré de fusion étant peu élevé, il fond en cas d'échauffement avant que le tourillon ne soit grippé.

3^o L'entretien des organes réglés se réduit au remplacement du régule seulement, l'organe à garnir, généralement assez coûteux, restant utilisable, d'où une économie de main-d'œuvre et de matière. Toutefois, il ne faut employer que les quantités de régule strictement indispensables, car son prix de revient est élevé.

1^o Conditions auxquelles doit répondre un bon réglage.

Les pièces réglées doivent satisfaire aux trois obligations essentielles suivantes :

- Offrir une bonne surface de frottement.
- Résister sans se briser par écrasement ni fluer par entraînement, aux efforts transmis par l'arbre ou la glissière.
- Présenter une adhérence parfaite à la carcasse.

a) Réalisation d'une bonne surface de frottement.

Elle est conditionnée par :

- 1^o La composition de l'alliage (voir § 2^o suivant).

2° Les conditions de chauffage et de refroidissement de l'alliage coulé.

Ces conditions ont une influence prépondérante sur la nature, la grosseur et la répartition des cristaux dans l'alliage solidifié.

Il convient avant tout d'éviter dans le creuset où s'opère la fusion :

— Une température excessive facilitant la formation d'oxydes et altérant le titre de l'alliage (1).

— Une température maintenue trop basse, provoquant la séparation de certains constituants dont les moins fusibles, s'accumuleraient dans le fond du creuset.

— Un brassage insuffisant n'assurant pas l'homogénéité de composition du bain.

La coulée à température trop élevée, dans un montage trop chaud, produit une cristallisation grossière et une liquidation des constituants s'il n'y a pas refroidissement artificiel rapide.

La coulée dans un montage froid ou insuffisamment préchauffé nuit à l'adhérence du régule sur la carcasse et donne une cristallisation trop fine.

On a mesuré, au cours d'essais, que les charges provoquant le décollement d'éprouvettes prélevées sur deux coussinets réglés l'un à 350° et l'autre à 370° étaient respectivement de 4,7 et 5,7 kg/mm² (2).

La finesse des constituants conditionnée par la vitesse de solidification a une très grande influence sur les caractéristiques mécaniques du métal. La vitesse de fluage ou d'écrasement à froid ou à chaud est plus grande pour les alliages à cristallisation très fine. Par contre, une cristallisation grossière peut entraîner une fragilité excessive.

Il importe donc de bien observer lors de la coulée les températures optima de l'alliage fondu, de la carcasse et du moule pour obtenir une répartition homogène des cristaux bien calibrés et éviter l'inclusion d'oxyde.

3° L'absence de défauts de coulée.

Ils consistent en porosités, soufflures, retassures, reprises. Les porosités et soufflures ont généralement pour causes : la température insuffisante du métal versé dans le moule, pendant la coulée, l'air entraîné mécaniquement par le métal liquide n'a pas le temps de remonter à la surface avant que le métal atteigne l'état pâteux. Elles peuvent aussi résulter des dégagements de vapeur provoqués par l'humidité des lutages (amiante, argile).

La retassure provient du retrait du métal lors de son changement d'état liquide en solide. Elle est proportionnelle au volume du métal coulé; on la localise dans une masselotte à la partie supérieure du moule.

Les reprises résultent de l'interruption de l'alimentation du moule; il se forme à la surface une pellicule d'oxyde qui ne permet plus la soudure lors du remplissage total du moule.

Enfin, il faut veiller à l'absence d'éléments étrangers (tels que tournures d'acier, bronze, etc., ou de crasses) qui, inclus dans le métal, peuvent entraîner des grippages ou usures anormales.

4° L'usinage des surfaces de frottement.

Cet usinage qui ne fait pas partie de la technique du réglage, joue un rôle important dans la tenue en service des pièces (facilités de rodage, réduction du jeu au début de la mise en service).

b) Réalisation d'une bonne résistance mécanique.

Elle est conditionnée comme précédemment :

1° Par la composition de l'alliage (voir § 2° suivant).

(1) On dit, en particulier, que l'oxyde d'étain posséderait une dureté équivalente à celle d'un acier à outil et que les particules d'oxyde enfoncées par brassage dans l'antifriction joueraient au regard du métal des fusées, le rôle d'un abrasif.

(2) Pour la notation des essais professionnels des réguleurs, le taux de résistance au décollement du régule des éprouvettes entre en ligne de compte. On considère comme très satisfaisante une résistance moyenne supérieure à 5 kg/mm², comme satisfaisante celle comprise entre 4 et 5 kg., comme acceptable celle comprise entre 3 et 4 kg. et comme mauvaise celle inférieure à 3 kg.

2° Par les conditions de coulee et d'adhérence à la carcasse ce qui exige l'observation rigoureuse des trois prescriptions suivantes :

Netteté et propreté des surfaces à réguler.

Observation rigoureuse des températures.

Utilisation d'un outillage approprié et en bon état.

Le réglage en couche épaisse avec ancrage peut supporter des défauts locaux d'étamage, la liaison mécanique du régule et de son support restant assurée de façon satisfaisante par les rainures d'ancrage. Le réglage sous faible épaisseur (5 mm.) actuellement généralisé, en vue de réaliser le maximum d'économie de régule et d'assurer une meilleure tenue en service des organes, exige par contre l'observation scrupuleuse des prescriptions de la nouvelle technique pour réaliser une adhérence parfaite.

2° Alliages employés à la S. N. C. F.

Ils se rangent en deux grandes catégories :

— Ceux à base d'étain, métal rare et de prix élevé; ce sont l'AE 3 et l'AB.

— Ceux à base de plomb et à faible teneur en étain; ils sont plus économiques mais leurs qualités de résistance à l'écrasement sont inférieures à celles des précédents, ce sont : l'AP2 et l'AP3 (1).

a) Composition.

La composition des alliages AE3, AP2 et AP3 est donnée par le tableau ci-dessous :

Désignation	Composants	Pourcentage des composants				Pourcentage maximum des matières étrangères
		Normal	Minimum	Maximum	Total minimum	
AE3	Etain	78	77	79	98,4	1,6
	Antimoine	13	12,5	14,5		
	Cuivre	9	8,5	10,5		
AP2	Plomb	85	84	87	99	1
	Antimoine	10	9	12		
	Etain	5	4	7		
AP3	Plomb	80	78	82	99	1
	Antimoine	20	18	22		

Ces alliages sont obtenus en partant exclusivement de métaux neufs.

L'alliage AB provient de récupération. Il a été admis en vue d'éviter de fréquentes et coûteuses remises au titre. Il a une composition très voisine de celle de l'alliage AE3 dont il ne diffère que par la présence de plomb se substituant à l'étain.

La proportion de plomb est maintenue à la plus faible valeur possible et ne doit dépasser en aucun cas 5 %. Celle du cuivre et de l'antimoine doivent rester comprises entre 10,5 et

(1) C'est en 1792 qu'on voit apparaître le premier antifriction, alliage à 2 constituants étain-antimoine. Les compositions se modifièrent peu pendant le XIX^e siècle jusqu'à l'apparition des alliages ternaires étain-antimoine-cuivre dus aux travaux de Charpy et dont l'AE des Chemins de fer pourrait constituer le prototype. Vers 1900, on s'orienta en Allemagne vers les antifrictions à base de plomb, afin de remplacer l'étain par un métal moins cher ou moins rare. La Reichbahn mit au point pendant la guerre de 1914-1918 un métal contenant jusqu'à 98 % de plomb avec additions durcissantes de métaux alcalino-ferreux : baryum ou calcium, par exemple. Dans l'économie hitlérienne apparurent des antifrictions de substitution à base d'aluminium, de zinc ou de magnésium mais dont l'intérêt technique reste à démontrer.

14,5 % pour l'antimoine et 5,5 et 10,5 % pour le cuivre. Le plomb provient de l'alliage d'étamage (1) ou de mélange de tournures d'alliages à base de plomb.

La composition chimique des antifrictions est réglée de telle sorte qu'ils possèdent une structure qui comprend une matrice relativement douce dans laquelle sont enchâssés des grains durs (2).

La matrice de l'AE3 est constituée (voir fig. 175) (3) par de l'étain et les grains durs par des cristaux cubiques d'une combinaison étain-antimoine de formule SbSn. Le cuivre forme avec l'étain des aiguilles (cristaux de Cu Sn) qui lors de la coulée se solidifient les premières, mais ont la propriété de rester uniformément réparties dans la masse de l'alliage encore liquide, car elles ont une densité voisine de celle du bain. Elles sont capables, par conséquent, de s'opposer aux mouvements des cristaux cubiques SbSn, qui eux se solidifient en second et ont tendance à venir flotter en surface. Ces aiguilles empêchent donc ou limitent la ségrégation. Elles constituent d'autre part, une armature de renforcement pour la matrice en étain, un peu comme les barres de fer dans le béton armé donnent de la solidité à l'ouvrage.

Dans l'alliage AP2 (voir fig. 176), la matrice est en plomb (4) (taches noires à contours arrondis). On ne voit pas les grains durs constitués par des cristaux microscopiques d'antimoine et des cristaux



FIG. 175

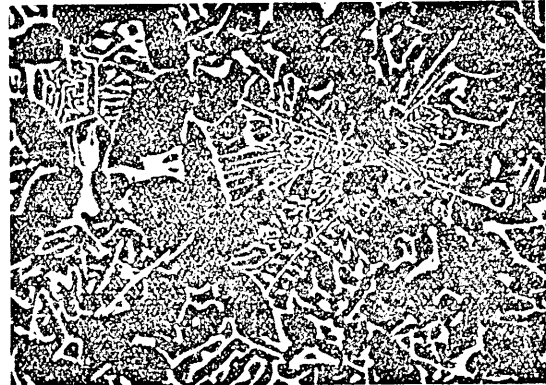


FIG. 176

encore plus petits du constituant SbSn, les premiers sont disséminés dans un mélange eutectique (5) de structure un peu grossière, les seconds dans un mélange eutectique de structure beaucoup plus fine.

(1) On peut estimer que la quantité de plomb incorporée au régule par l'utilisation de la soudure 50 % Sn, 50 % Pb est d'environ 1 %.

(2) Ces alliages antifrictions à base de Pb et d'Sn et dénommés encore « régules » ne constituent qu'un premier groupe; il en existe un autre très distinct, de caractères essentiellement différents et à base de métaux durs (Cu ou Al), c'est-à-dire à hauts points de fusion, à plasticité restreinte et dureté moyenne. Ce second groupe est employé dans l'industrie et certains réseaux de pays étrangers.

Certaines Compagnies américaines garnissent directement les boîtes de roues motrices en acier d'un alliage fondu constitué de 96 % de Cu, 3,50 % de Si et 5 % d'Sn. Cette application se fait par soudure à l'arc. A l'usage, l'alliage se serait révélé non seulement très résistant à l'usure, mais aussi d'une application économique et n'affectant qu'au minimum la structure granulaire de la surface en acier moulé de la boîte. On aurait constaté que l'alliage déposé ne contenait que peu de fer et ceci seulement au voisinage du joint; la structure du métal de la boîte ne serait pas modifiée à plus de 5 mm. du joint.

La véritable économie réalisée avec ce procédé provient du fait qu'au cours des réparations périodiques, aucune parcelle du métal se trouvant sur la boîte n'est perdue; il suffit de remplacer ce qui a disparu par usure.

(3) Les métaux et alliages possèdent une constitution microcristalline, les microcristaux ayant en général moins d'un dixième de millimètre.

Les deux procédés d'étude principaux des métaux et alliages sont :

1° L'analyse thermique.

2° L'examen micrographique qui consiste à dresser une surface plane et polie de l'alliage, à donner des aspects distincts aux divers constituants, en se fondant sur les différences de vitesse d'attaque par des réactifs chimiques appropriés, enfin, à examiner au microscope la surface ainsi préparée ou à en prendre une photographie (avec des grossissements variant, le plus souvent entre 50 et 200 diamètres).

Les figures 175, 176 sont des reproductions micrographiques.

(4) Les figures 175 et 176 montrent respectivement que l'alliage AE3 et l'alliage AP2 sont formés de microcristaux de corps composés non miscibles à l'état solide dans la matrice du constituant en excès (étain pour l'AE3, plomb pour l'AP2). Les microcristaux de corps composés sont des grains durs enrobés dans la masse plastique des microcristaux du corps simple en excès.

(5) Dans un alliage, quand les constituants ne sont pas miscibles à l'état solide, ils peuvent, pour une composition bien déterminée, donner lieu à un « eutectique », agglomération de cristaux alternés; l'ensemble est alors le plus homogène possible, comme le rappelle le mot « eutectique » qui veut dire « bon dépôt ».

b) Propriétés des antifrictions à base d'étain et de plomb.

Ils ont un point de fusion assez bas. L'AE3 commence à fondre à 210°, l'AP2 à 235°. La fusion de l'alliage est complète à 400° pour l'AE3 et à 280° pour l'AP2.

L'étain et le plomb possèdent des propriétés d'auto-recuit ou d'auto-revenu. Ils acquièrent de la dureté sous l'influence d'une déformation à basse température autrement dit sous l'influence d'un écrouissage (1). Mais cette dureté ne conserve pas de caractère permanent. Elle disparaît, au contraire, par auto-recuit (2), en moins de 48 heures à la température ordinaire, en quelques minutes aux alentours de 80°-100°. Ceci explique pourquoi l'AE et l'AP encaissent momentanément des efforts exceptionnels provenant de vibrations ou de chocs,

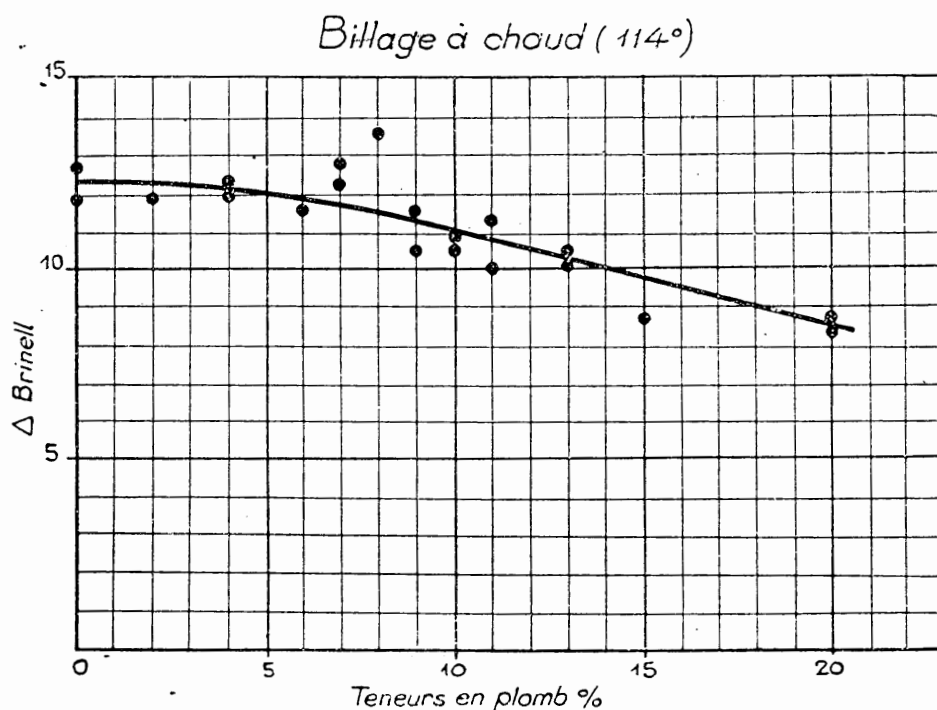


FIG. 177

d'autre part les températures en service sont si voisines du point de fusion qu'elles constituent des températures de recuit complet.

(1) Tant qu'un métal ne subit que de faibles efforts, les microcristaux n'éprouvent que des déformations élastiques ou temporaires; mais, dès qu'on atteint le domaine des déformations plastiques ou permanentes, on constate à la fois que la microstructure a été modifiée et, qu'en même temps, les propriétés ne sont plus les mêmes. On dit que le métal a été « écroui ». C'est à leur structure polycristalline que les métaux doivent cette possibilité, tout à fait exceptionnelle pour les corps solides, de s'écrouir.

L'écrouissage, produit sur l'immense majorité des métaux:

- 1° Une diminution de la densité (très faible).
- 2° Une diminution de la plasticité et de la ductilité (et aussi de la malléabilité).
- 3° Une augmentation de la ténacité et de la dureté.
- 4° Une augmentation de la fragilité.

(2) A la température ordinaire et pour la plupart des métaux, le ciment et les microcristaux restent en contact sans modification apparente. Mais, si l'on fait croître la température, ce facteur a pour effet d'augmenter la vitesse de cristallisation; les cristaux pulvérisés augmentent de dimension au profit du ciment; le métal reprend les propriétés qu'il possédait avant d'avoir été écroui: c'est le « recuit ».

A la longue, l'écrouissage peut disparaître même à la température ordinaire; c'est ce qu'on appelle le recuit spontané ou auto-recuit et, parfois « fatigue » ou « vieillissement » du métal. Si certains métaux ne paraissent pas s'écrouir, comme c'est le cas du plomb, c'est que son recuit spontané est extrêmement rapide: le plomb se comporte à basse température comme le fait le cuivre vers 800°.

Les AP ont un coefficient de frottement plus élevé que celui des AE. Il en résulte que pour une pression déterminée entre régule et fusée et toutes choses égales par ailleurs, la quantité de chaleur dégagée par l'AP est plus grande. Enfin, à nombre égal de calories dégagées, les AE s'échauffent moins que les AP, car leur chaleur spécifique et leur conductibilité thermique sont deux fois plus grandes.

Les AP sont plus sensibles au fluage que les AE. Signalons que l'on a essayé un AP auquel on avait ajouté un quatrième constituant (cuivre 5 %) destiné à diminuer le taux de fluage sous charge. Les résultats ont été satisfaisants mais l'élaboration de cet alliage présente de grandes difficultés pratiques.

La dureté de l'alliage AE décroît lorsqu'on y incorpore du plomb et que la teneur en

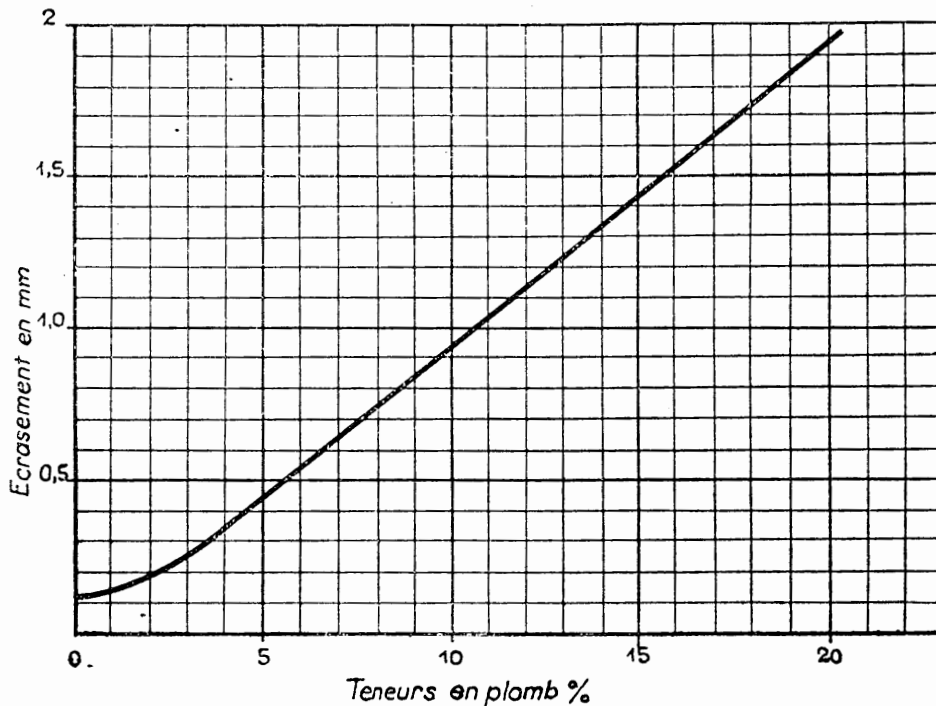


FIG.178

ce métal augmente (*fig. 177*). La tendance au fluage de l'AB augmente donc avec sa teneur en plomb. Sur la *figure 178* sont portées en abscisses les teneurs en plomb et en ordonnées la valeur de l'écrasement de crushers d'essai, sous une charge de $0,85 \text{ kg/mm}^2$, à une température de 150° et pendant une durée de 1 h. 15. La vitesse de fluage de l'AB augmente par rapport à l'AE, surtout à partir de 3 % et elle devient égale à celle de l'AP2 pour une teneur de 10 %, d'où la nécessité de ne pas dépasser le maximum fixé de 5 %.

La micrographie (*fig. 179*) est celle d'un AB à 6 % de plomb. Le plomb y apparaît en noir, sous forme de cellules plus ou moins régulièrement réparties dans la matrice en étain et qui créent dans cette matrice des solutions de continuité. Sous l'action combinée de la température et des efforts de compression, c'est le réseau de plomb qui flue vraisemblablement le premier, entraînant la matrice dans un mouvement général d'écrasement, c'est ce qui explique l'influence défavorable du plomb dans l'AE.

De même, l'AP2 ne doit pas contenir plus de 7 % d'étain si l'on désire qu'il conserve une bonne résistance au fluage.

c) Elaboration.

Les antifrictions sont élaborés par des fonderies qui les livrent sous forme de lingots.

Ces lingots sont fabriqués à partir de composants neufs et de métaux blancs en proportions diverses, les éléments à doser étant le cuivre, l'étain, le plomb, l'antimoine et le phosphore.

On fond pour un lot d'AE3 de 600 kg. environ, et séparément, l'étain dans une marmite en fonte, le cuivre et l'antimoine dans des creusets en plombagine. On ajoute à l'étain l'antimoine, puis le cuivre en brassant énergiquement pour ne pas amener la précipitation du cuivre par un refroidissement brusque. On coule, sans perdre de temps, dans des lingotières plates articulées à plaquettes, pour que le métal se solidifie vite et qu'une liquation (1) n'ait pas le temps de se produire.

Les déchets ne doivent pas être employés à l'aveuglette; il faut les faire analyser, moyennant cette précaution, ils offrent la même garantie, mais on doit faire attention au phosphore qui rend fragiles les alliages.

Les stocks d'AE3 se déclassant progressivement en AB, on peut reclasser les disponibilités de ce dernier par dilution ou déplombage. La dilution s'obtient soit par mélange de lots d'alliage AB propre à teneur en plomb excessive avec des lots de teneur faible, de façon à obtenir une teneur finale inférieure à 5 %, soit à titre exceptionnel, par mélange de lots d'alliage AB propre à teneur en plomb excessive avec de l'alliage AE3 ou des constituants vierges. Le déplombage est confié à l'industrie privée.

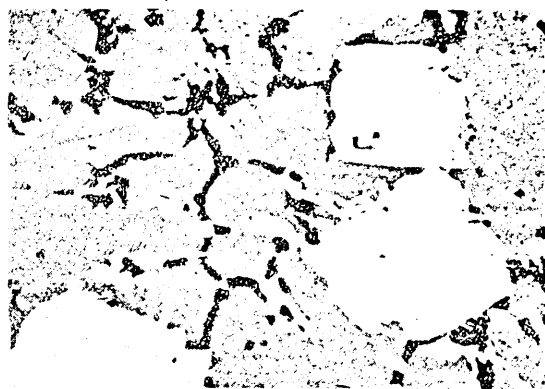


FIG. 179

3° Récupération des alliages blancs.

Elle doit être effectuée avec les soins les plus minutieux en raison de la rareté et du prix élevé des alliages à base d'étain et des dépenses nécessitées par leur régénération. Les déchets à base de plomb ne doivent pas être mélangés avec ceux à base d'étain.

a) Définitions.

On appelle tournures réutilisables les parcelles de métaux blancs propres, recueillies lors du tournage, de l'alésage, du rabotage et ne contenant aucun corps étranger.

Ces tournures doivent être classées séparément suivant qu'elles proviennent des alliages AE3, AB, AP2, AP3 (2).

Les tournures mélangées de copeaux de bronze ou d'acier doivent être recueillies de la même manière.

On appelle *dégarnissage* l'opération qui consiste à recueillir par fusion le métal blanc usé recouvrant les pièces. Cette opération concerne non seulement les pièces susceptibles d'être réutilisées, mais également celles qui sont mises au rebut par suite d'usure, de rupture, de réforme, etc. Toutes ces pièces doivent être dégarnies du métal blanc avant leur reversement aux vieilles matières.

(1) La liquation est un défaut qui se produit dans les lingots d'alliages renfermant des éléments à points de fusion assez différents : les produits les plus fusibles ont tendance à se concentrer au cœur du lingot, lequel se solidifie le dernier. Ce phénomène est particulièrement accentué dans le cas des refroidissements lents.

(2) Provisoirement, ces tournures soigneusement classées pour éviter tout mélange, ne sont pas considérées comme réutilisables (voir plus loin § b).

On appelle déchets tous les résidus sales provenant de l'écrémage du liquide en fusion, des résidus de fin de coulée, des résidus des corps étrangers, bronze, acier, fonte séparés des tournures de règle par fusion.

b) Classement et réutilisation des alliages récupérés.

Le tableau ci-après prescrit l'emploi, pour tous les réglages, d'alliages neufs titrés à l'exclusion des alliages de récupération pendant une période suffisante pour que tous les organes en service soient traités. Ces prescriptions nécessitent de pouvoir disposer d'un stock important de métaux titrés. Elles auront pour résultat de restituer à nos alliages blancs leur qualité ou composition d'avant-guerre qui s'est trouvée altérée durant la guerre par substitution progressive et partielle du plomb à l'étain. Cette altération est l'une des causes principales de l'accroissement du nombre des chauffages.

Désignation Classification	Constitution	Etablissements utilisateurs	Centre préparateur	Service A
	Masselottes et chutes d'ébar- bage d'AE 3.	Réutilisent direc- tement comme alliage AE 3.		
	Masselottes et chutes d'ébar- bage d'AB.	Réutilisent direc- tement comme alliage d'AB.		
Tournures l'AE 3 propres	Tournures récu- pérées à l'usi- nage des pièces régulées en AE 3 et ne contenant pas de métaux ou de corps étrangers.	Expédient sans lingotage dans des récipients clos portant la mention « tour- nures d'AE 3 propres » au Magasin Cen- tralisateur qui envoie au cen- tre préparateur.	Lingote à part ces tournures, analyse et, suivant le résultat de celle-ci, opère comme indi- qué ci-après : Pb ≤ 1,6 % à livrer au Maga- sin comme AE 3. 1,6 % < Pb ≤ 5 % à livrer au Magasin comme AB. 5 % < Pb ≤ 30 % et Cu ≤ 18 % et : Pb > 30 % ou Cu > 18 % : Expédiés pour régénération par l'I. P. suivant instructions données par le Service A.	En négocie la transformation et donne en temps voulu l'ordre d'expédition dans l'I.P.
AE 3 déréglé	Produit de déré- glage des piè- ces régulées en AE 3.	Expédient sous forme de lin- gots au Maga- sin Centralisa- teur qui envoie au centre pré- parateur.	Analyse et suivant les résultats opère comme ci-dessus pour les tournures d'AE 3 propres.	d ^o
Tournures d'AB propres	Tournures récu- pérées à l'usi- nage des pièces régulées en AB et ne contenant pas de métaux ou des corps étrangers.	Expédient sans lingotage dans des récipients clos portant la mention « tour- nures AB pro- pres » au Ma- gasin Centrali- sateur qui en- voie au centre préparateur.	Lingote et analyse et suivant le résultat de l'analyse, opère comme indiqué ci-après : Pb = 5 % à livrer au Magasin comme AB : 5 % < Pb = 30 % et Cu = 18 % : et Pb > 30 % ou Cu > 18 %. Sont à traiter comme indiqué ci- dessus pour les tournures d'AE 3 propres.	d ^o

Désignation Classification	Constitution	Etablissements utilisateurs	Centre préparateur	Service A
AB dérégulé	Produit de dérégulation des pièces régulées en AB.	Expédient sous forme de lingots au Magasin Centralisateur qui envoie au centre préparateur.	Analyse et suivant les résultats opère comme ci-dessus pour les tournures d'AB propres.	En négocie la transformation et donne en temps voulu l'ordre d'expédition dans l'I. P.
AB sale	Tournures d'AE 3 et d'AB impures contenant des particules de bronze provenant de l'alésage des coussinets. Balayures et déchets impurs d'alliages AE 3 et AB.	Réunissent dans des récipients clos portant la mention « AB sale » et expédient au Magasin Centralisateur qui envoie au centre préparateur.	Procède à l'enlèvement des métaux ou des corps étrangers d'abord par triage magnétique puis par fusion dans un four à sole, lingote et analyse le reste et suivant le résultat de l'analyse opère comme indiqué ci-dessus pour les tournures d'AB propres. Les résidus de fusion et les tournures qui comportent encore des traces de métal blanc sont tamisés à chaud et fournissent le glanz métal.	— d° —
Crasses d'alliages à base d'étain.	Crasses provenant de l'écumage pendant la fusion des alliages à base d'étain AE 3, AB.	Expédient dans des récipients clos portant la mention « crasses AB » au Magasin Centralisateur qui envoie au centre préparateur.	Lingote et analyse. Les produits obtenus sont classés : 5 % < Pb < 30 % et Cu < 18 %. Pb > 30 % ou Cu > 18 % : et résidus de crasses d'alliages blancs à base d'étain. Pour les deux premiers produits, le Centre Préparateur opère comme il est indiqué ci-dessus au § tournures d'AE 3 propres pour ces mêmes symboles. Pour les résidus, il opère comme indiqué ci-dessous au § résidus de crasses d'alliages blancs à base d'étain.	— d° —
Résidus de crasses d'alliages blancs à base d'étain	Résidus provenant de traitement des crasses par les Centres Préparateurs.		Procède à l'enlèvement des corps étrangers, à l'échantillonnage et signale au Service A les tonnages disponibles.	En négocie la transformation ou la vente et donne ensuite aux Magasins l'ordre d'expédition.
Glanz métal ou alliage cuivre étain	Résidus riches en cuivre et en étain provenant du tamisage à chaud du reliquat du traitement de l'AB sale par les Centres Préparateurs.		Procède à l'échantillonnage et signale au Service A les tonnages disponibles.	Négocie la transformation ou la vente et donne ensuite aux Magasins l'ordre d'expédition dans l'I. P.
AP 2 propre	Produits de dérégulation de pièces régulées en AP 2.	Expédient sous forme de lingots au Magasin Centralisateur	Analyse et remet au titre s'il y a lieu.	

Désignation Classification	Constitution	Etablissements utilisateurs	Centre préparateur	Service A
	d'autoclaves en AP 2 récupérés. Tournures récupérées à l'usinage de pièces régulées en AP2 et ne contenant pas de métaux ou corps étrangers.	teur qui envoie au Centre Préparateur.		
AP 2 sale	Tournures d'AP 2 impures contenant des particules de bronze provenant de l'alésage de coussinets. Balayures et déchets impurs d'AP 2.	Réunissent dans des récipients clos portant la mention « AP 2 sale » et expédient au Magasin Centralisateur qui envoie au Centre Préparateur.	Enlève le bronze et les corps étrangers, lingote, analyse et suivant les résultats régénère en AP 2 ou met à la disposition du Service A.	Négocie la transformation ou la vente et donne ensuite aux Magasins l'ordre d'expédition dans l'I.P.
AP 3 propre	Vieilles garnitures et tournures d'AP 3 ne contenant pas de métaux ou de corps étrangers.	Expédient en vrac dans des récipients clos portant la mention « AP 3 propre » au Magasin Centralisateur qui envoie au Centre Préparateur.	Procède à la réutilisation après remise au titre éventuelle.	
AP 3 sale	Tournures balayures et déchets d'alliages AP 3 contenant des corps étrangers ferreux ou non ferreux.	Expédient dans des récipients clos portant la mention « AP 3 sale » au Magasin Centralisateur qui envoie au Centre Préparateur.	Procède à l'enlèvement des métaux et des corps étrangers, lingote, analyse, procède à la régénération ou signale au Service A les tonnages disponibles.	Négocie la transformation ou la vente et donne ensuite aux Magasins l'ordre d'expédition dans l'I.P.
Crasses d'alliages à base de plomb.	Crasses provenant de l'écumage pendant la fusion des alliages à base de plomb AP 2, AP 3.	Expédient en vrac dans des récipients clos portant la mention « crasses AP 2 » au Magasin Centralisateur qui envoie au Centre Préparateur.	Lingote et analyse et suivant les résultats de l'analyse procède à la régénération ou signale au Service A les tonnages disponibles.	d'
Résidus de crasses à base de plomb.	Résidus provenant du traitement des crasses par les Centres Préparateurs.		Procède à l'échantillonnage et signale au Service A les tonnages disponibles.	d'

L'analyse par le Centre Préparateur des différentes catégories d'alliages reçus se fait par une méthode chimique ou au Laboratoire de Levallois par une méthode spectrographique plus expéditive. L'examen photométrique des spectres d'étincelles de l'échantillon enregistrés sur plaque photographique permet de comparer l'opacité des raies caractérisant chacun des métaux constitutifs. Comme

l'opacité et la concentration sont liées par une relation linéaire, tout au moins dans une certaine marge de concentration, le rapport de l'opacité des raies correspondantes permet, compte tenu de la composition des étalons, la détermination de la composition de l'alliage essayé.

Pour que l'analyse spectrographique ne soit pas le reflet d'une composition locale (l'échantillon met en jeu une très faible quantité de matière), des précautions particulières sont mise en œuvre.

c) Récupération.

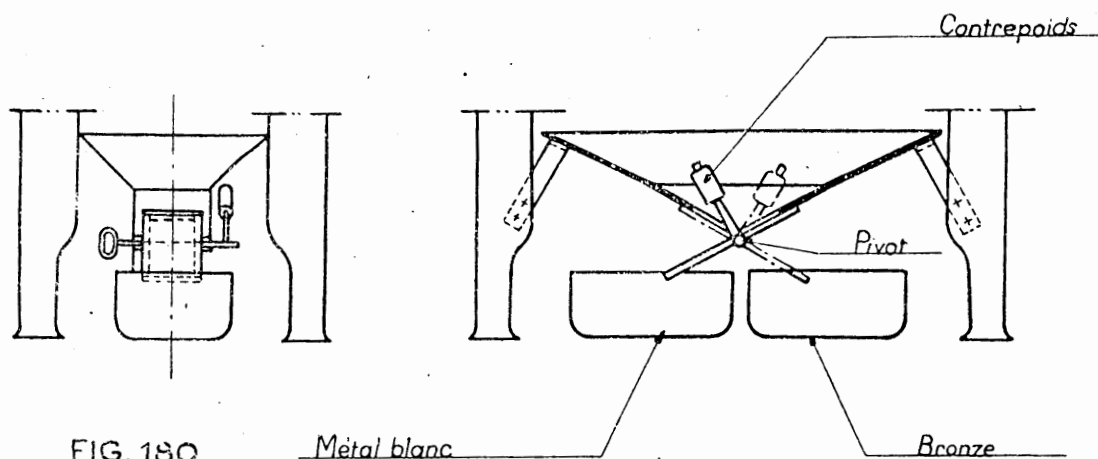
Le régule récupéré peut provenir :

1^o Du dégarnissage des pièces.

Dans ce cas, il est recueilli au cours du dégarnissage, dans des lingotières d'où il est extrait, après refroidissement, pour être reversé au magasin.

2^o De l'usinage des pièces régulées.

Les tournures de métal blanc doivent être recueillies, aux machines-outils, grâce à un dispositif pare-copeaux réalisé en grillage fin et destiné à empêcher la projection des copeaux



de régule hors du plateau de la machine. Ce dispositif doit être aussi étanche que possible et transparent pour le moins sur une face, l'emploi du rhodoïd ou d'un produit similaire est recommandé.

La figure 180 représente le schéma d'un dispositif simple disposé au-dessous de la machine-outil pour recueillir les débris et permettant au tourneur de passer d'un bac à un autre sans dérangement.

Il convient donc, pour éviter le mélange de tournures de régule avec des fragments d'autres métaux, de nettoyer soigneusement la machine sur laquelle sera usinée la pièce régulée, avant son montage et de procéder à un nouveau nettoyage aussitôt le travail terminé, pour que soient récupérées tous les copeaux de métal blanc.

Là encore, il convient de distinguer les différentes sortes de tournures désignées et classées au tableau précédent.

Il importe de ne pas les mélanger et, pour cela, les coffres, récipients fixes ou mobiles doivent indiquer d'une manière très apparente, la catégorie d'alliage qu'ils contiennent ou sont susceptibles de contenir. Ils doivent comporter à cet effet une inscription très visible et être peints extérieurement, de préférence à des couleurs conventionnelles.

Ces tournures seront reversées chaque jour dans les coffres correspondants du magasin de l'établissement.

d) Evaluation des dépenses.

Le contrôle comptable rigoureux que l'on exerce sur l'utilisation et la récupération des

métaux blancs a pour but d'inciter les exécutants à se montrer économes dans leur emploi et à rechercher les causes des pertes.

Celles provoquées par les chauffages en cours de service ne peuvent être exactement fixées à l'avance, mais il n'en est pas de même pour les pertes résultant du regarnissage d'organes non avariés.

Les pesages des pièces à garnir, effectués par plusieurs de nos dépôts avant et après dérégulage, après réglage et usinage, le pesage des déchets récoltés avant et après séparation des copeaux cuivreux et ferreux, ont permis de fixer à 10 % environ les pertes représentées par les poussières et tournures non récupérées, les crasses de fonderie. Ce taux de dépense représente donc l'apport de métal nouveau nécessaire et on peut le fixer comme but à atteindre, aux établissements intéressés :

Consommation de métal nouveau	100
métal ancien	36
Récupération de { copeaux propres	42
{ copeaux mélangés	8
{ crasses et déchets, divers	4
Pertes	10

4^o Emploi des alliages blancs sur les locomotives.

L'alliage AE3 est appliqué aux coussinets de boîtes d'essieux, de bielles motrices et d'accouplement, aux semelles de crosse, colliers d'excentrique, guides de tiges de tiroir, etc., des machines assurant les rapides et express ou dont la charge par essieu couplé est supérieure à 17 tonnes (1). L'alliage AB est appliqué aux autres machines et à tous les tenders.

L'alliage AP2 utilisé, par raison d'économie, pour le garnissage des organes des machines de manœuvres, de certaines machines à marchandises à faibles parcours ou des tenders autres que ceux des machines rapides est actuellement remplacé par l'AB. Le surcroît de dépense entraîné sera compensé par l'élimination du risque de mélange des deux types d'alliage à base d'étain et de plomb.

L'alliage AP3 est utilisé pour la confection des garnitures de tiges de piston, de tiges de tiroirs, de liges de régulateurs, etc., de différents types de machines.

B. — TECHNIQUE DU RÉGULAGE PAR COULÉE STATIQUE

Quel que soit le mode de coulée adopté :

- statique
- en source
- par centrifugation

la préparation des surfaces à réguler nécessite les opérations suivantes :

- préparation des surfaces
- décapage mécanique
- dégraissage
- décapage chimique
- fluxage
- préchauffage
- étamage
- préparation des moules ou des montages
- préparation du bain de métal en vue de la coulée.

(1) Peut être appliqué également sur certaines séries de locomotives à marchandises à service dur.

Cette nouvelle technique qu'il convient d'appliquer notamment en ce qui concerne le décapage (mécanique et chimique) avant étamage en raison des difficultés rencontrées pour la bonne tenue du régulateur en couche mince, exige de nouveaux aménagements des installations de l'atelier classique de régulateur (conduites d'eau, de vapeur, d'air, d'évacuation des eaux usées, bacs de décapage, etc.).

1^o Préparation des surfaces.

a) Usinage des pièces neuves ou réparées par rechargement.

Pour les pièces en bronze, cuivre, acier, facilement étamables, les surfaces à réguler doivent être aussi lisses que possible, sans ressauts à angle aigu, sans rainures ni alvéoles, sans arrachements ou bavures pouvant permettre aux crasses et oxydes de s'accumuler en certains points lors de l'étamage et de la coulée. Les défauts ou cavités tolérés doivent être soigneusement nettoyés et étamés (1).

Pour les pièces en fonte, l'adhérence est d'autant plus difficile à réaliser que la fonte est à plus haute teneur en graphite. On doit compléter cette adhérence par un ancrage mécanique au moyen de rainures à queue d'aronde aux angles arrondis; cet ancrage n'exclut d'ailleurs pas l'étamage.

b) Dérégulation des pièces en service.

Après lessivage et rinçage les pièces recouvertes de la même qualité d'alliage sont placées dans la chambre de dérégulation du four et portées à une température comprise entre 450 et 500°.

Il est recommandé de ne pas surchauffer les pièces et en vue de limiter l'oxydation de l'alliage blanc, de le soustraire à l'action directe de la flamme.

La totalité de l'ancien garnissage doit être éliminé pour examen des défauts de la surface à réguler.

2^o Décapage mécanique.

Cette opération n'est obligatoire que pour les pièces dérégulées. Elle a pour but de débarrasser la surface à étamer de toute trace d'oxyde, de poussières, de régule encore adhérent. Elle s'effectue, en principe, au jet de sable ou à défaut, au grattoir ou à la brosse.

3^o Dégraissage.

Il a pour but de débarrasser la surface à étamer des couches de graisse résultant de la manipulation des pièces ou de l'arrosage en cours d'usinage.

Il s'effectue en trempant les pièces dans un bain contenant le pourcentage voulu d'un décapant ordinaire. On lave ensuite au jet d'eau froide et on sèche.

(1) Il y a du pour et du contre quant à la question de savoir s'il est préférable d'étamer sur une surface lisse ou rugueuse ou rainurée. Des essais de décollement du régule de son support, effectués au Laboratoire ont permis de se rendre compte qu'avec des étamages correctement effectués dans les deux cas, la présence de rainures ou de stries d'usinage sur la surface à étamer entraîne une amélioration de l'adhérence, par rapport à ce que l'on obtient avec une surface lisse (différence de 0,5 kg mm²). En revanche, il est beaucoup plus difficile d'étamer correctement une surface rainurée car sur les irrégularités de la surface, le couche d'étamage se répand moins bien et l'élimination du flux décapant est plus difficile. Enfin, les rainures ont un inconvénient, celui de se terminer par des angles vifs dans lesquels se localisent les efforts, d'où possibilités d'amorces de rupture par fatigue.

4^o Décapage chimique.

Cette opération est obligatoire lorsque l'étamage ne suit pas immédiatement le décapage mécanique pour débarrasser la surface à étamer de sa couche d'oxyde formée rapidement au contact de l'air.

a) Bronze ou cuivre.

— Tremper la pièce dans un bain d'acide nitrique (50 % acide du commerce, 50 % d'eau) pendant cinq minutes au moins et jusqu'à disparition de toute tache sur la surface à réguler. Dans le cas d'utilisation d'acide chlorhydrique (mêmes proportions), doubler la durée d'immersion.

- Rincer à grande eau, de préférence au jet, pour éliminer toute trace d'acide.
- Rincer à l'eau chaude très propre pour provoquer le séchage rapide.

b) Fer, acier, fonte.

Même procédé que ci-dessus, mais n'utiliser que l'acide chlorhydrique.

Remarque importante :

La surface à étamer ne doit jamais être souillée par un attouchement quelconque et il est recommandé de manipuler les pièces à l'aide de pinces appropriées.

Faire suivre rapidement le décapage de l'étamage pour éviter la réoxydation.

Pour la préparation d'un bain d'acide étendu, verser l'acide dans l'eau pour éviter les projections dangereuses.

5^o Fluxage.

Il a pour but de déplacer la très mince couche de gaz restant adhérente sur toute surface métallique et de lui substituer un sol métallique plus facilement déplacé par l'alliage d'étamage; ce dernier liquide entre alors en contact intime avec le métal de la pièce par diffusion.

Après solidification l'adhérence est parfaite.

Le flux utilisé est un liquide composé de chlorure double de zinc et d'ammonium obtenu par dissolution de sel ammoniac en poudre dans du chlorure de zinc à raison de 500 g. de sel ammoniac par litre de solution de chlorure. On active cette dissolution en chauffant légèrement et en remuant avec une baguette de bois (1).

Le flux ainsi préparé est étendu sur les surfaces décapées et séchées à l'aide d'un pinceau en tampico. Il est recommandé de fluxer également les bords intérieurs des champs des carcasses en vue d'éviter les décollements qui prennent souvent naissance dans les angles.

6^o Préchauffage.

La pièce est ensuite mise dans un four et chauffée à une température comprise dans la marge rigoureuse de 220 à 250°. Bien veiller à ce que les surfaces à réguler ne soient pas en contact avec la flamme.

Une température trop forte favorise l'oxydation et empêche un étamage correct; une température trop faible ne permet pas d'avoir un étain nettement ressuant au moment de la coulée et il n'y a pas accrochage.

(1) Le chlorure de zinc s'obtient en faisant attaquer à refus du zinc pur par de l'acide chlorhydrique. Pour qu'il y ait saturation, il faut environ 3 kg. de zinc pour 10 litres d'acide à 20° Beaume. Prolonger l'attaque pendant 24 heures.

Les températures sont vérifiées, dans le four, à l'aide d'une baguette témoin qui doit fondre quand on la frotte sur la pièce, à la sortie du four, à l'aide de crayons thermochromos.

7^o Étamage.

L'alliage à utiliser se compose de 50 % d'étain et 50 % de plomb. Toutefois la soudure de composition : Sn : 89 %, Ni : 6 %, Fe : 5 % donne de bons résultats pour la fonte.

a) Etamage à la main.

Ce procédé est utilisé dans le cas de production discontinue.

On saupoudre la pièce à étamer, disposée sur une table, de poudre de soudure contenue dans une boîte percée de trous. La poudre fond d'elle-même; on l'égalise soigneusement à l'aide d'un pinceau en tampico garni de flux.

Les parties étamées doivent être très brillantes. Si certaines parties restent noires, les nettoyer au grattoir puis au flux décapant et étamer à nouveau.

Ne jamais frotter la surface étamée à la brosse métallique ou au chiffon et ne pas secouer la pièce pour faire disparaître l'excès d'étain. Ce procédé a pour inconvénient de recouvrir d'une pellicule d'étain non adhérente les parties de la pièce mal décapées. Il n'est cependant pas nécessaire que la couche d'étain soit épaisse, au contraire.

b) Etamage au bain.

Ce procédé est recommandable pour le traitement en série de pièces de petit volume ou de celles dont la forme compliquée ne permet pas un étamage correct à la main.

On opère comme suit :

— Enduire les surfaces à ne pas étamer d'un produit composé de blanc de Meudon délayé dans une solution de silicate de soude (une partie de silicate à 23° Beaumé et quatre parties d'eau).

— Réchauffer la pièce préalablement fluxée à la température de 150°. La tremper dans le bain d'étamage maintenu en fusion à la température de 300 à 320°.

— Maintenir la pièce dans le bain jusqu'à ce qu'elle ait pris la température (2 à 3 minutes) et en l'agitant légèrement.

— Ressortir la pièce lentement pour s'efforcer de conserver un excès d'étain à la surface. Gratifier et remettre du flux aux endroits defectueux, replonger la pièce dans le bain et répéter ces opérations jusqu'à obtention d'une couche d'étain continue.

Les avantages de ce procédé sont :

— La possibilité d'observer rigoureusement la température de réchauffage et d'étamage.

— L'élimination des risques d'oxydation.

— L'économie d'étain.

8^o Préparation des moules.

Le régulateur choisit le moule à utiliser de façon à obtenir par rapport aux cotes d'usinage une surépaisseur de 1 mm. pour les coussinets de bielles et de 2 mm. pour les autres pièces.

Il essuie convenablement le moule et la plaque de coulée pour faire disparaître toute trace d'huile et réchauffe au four ces montages jusqu'à une température comprise entre 180° et 200°.

9° Fusion du métal.

Les creusets utilisés pour la fusion doivent être parfaitement propres et avant chaque fusion débarrassés de tout résidu des fusions antérieures. A cet effet on doit toujours couler en lingots le métal qui reste dans le creuset après toute coulée.

On chauffe le creuset à l'avance puis on y fond rapidement le métal. Quand ce dernier est liquide, on le recouvre de morceaux de charbon de bois ou de noir de fumée. Ce charbon brûle et empêche l'oxygène de l'air de venir au contact du métal qui est ainsi protégé contre l'oxydation superficielle. Toutefois, avant d'isoler ainsi la surface du bain, on la débarrasse, à l'aide de l'écumoire, des crasses et impuretés surnageant.

La température du bain doit être contrôlée à l'aide d'un pyromètre dont la canne y est plongée quelques instants. Elle doit être au moment de la coulée de :

- 430° pour l'AE3 et l'AB.
- 400° pour l'AP2.

A défaut de pyromètre ou de doute sur son étalonnage, on peut estimer la température en projetant un morceau de suif sur le métal en fusion, il s'enflamme vers 370°, ou en plongeant dans le bain un bâton de bois sec qui se carbonise vers 400 à 450°, mais s'enflamme vers 500°. La couleur de la pellicule superficielle due à l'oxydation varie également avec la température.

Les phases de cette coloration sont :

- début : jaune pâle
- 275° : jaune paille
- 300° : jaune paille foncé, nuance brune

à la périphérie :

- 350° : jaune brun
- 450° : reflets bleuâtres.

Si l'installation dont on dispose ne permet pas le brassage automatique du métal en fusion, réalisé avec les fours magnétiques à induction, ce brassage doit être assuré mécaniquement avant la coulée pour assurer son homogénéité, mais en évitant toutefois d'incorporer à la masse la pellicule d'oxyde superficielle.

10° Coulée statique.

a) En chute.

Ce procédé consiste à verser directement le métal en fusion dans l'espace libre entre le dessus du moule et la pièce à réguler.

La carcasse préchauffée et ses parties à réguler bien étamées (1) est montée sur le moule en vérifiant que les surfaces en contact sont bien appliquées de manière à s'opposer aux fuites de métal. Les trous de graissage sont obturés à l'aide de petits tampons d'amiante. Les défauts de joints sont étanchés au moyen de terre argileuse pétrie et appliquée à la spatule.

La correction du centrage de la pièce sur le moule est vérifiée. L'ensemble est bloqué et disposé sur la table en position convenable pour recevoir directement le jet de métal. La coulée se fait à l'aide du creuset de fusion ou pour les petites pièces à l'aide du creuset de fusion ou pour les petites pièces à l'aide d'une cuillère préalablement réchauffée dans le bain. Elle doit toujours se faire en une seule fois, sans reprises, une surépaisseur formant masselotte étant ménagée à la partie supérieure et abreuvée au besoin.

Aussitôt après la coulée, passer au lissoir en bois sur la face supérieure du métal pour en égaliser la surface.

(1) On doit conduire simultanément les opérations de préchauffage du moule, d'étamage de la pièce et de fusion du régule pour éviter toute perte de temps.

Vérification de l'adhérence du régule sur les coussinets
Caisse de résonance

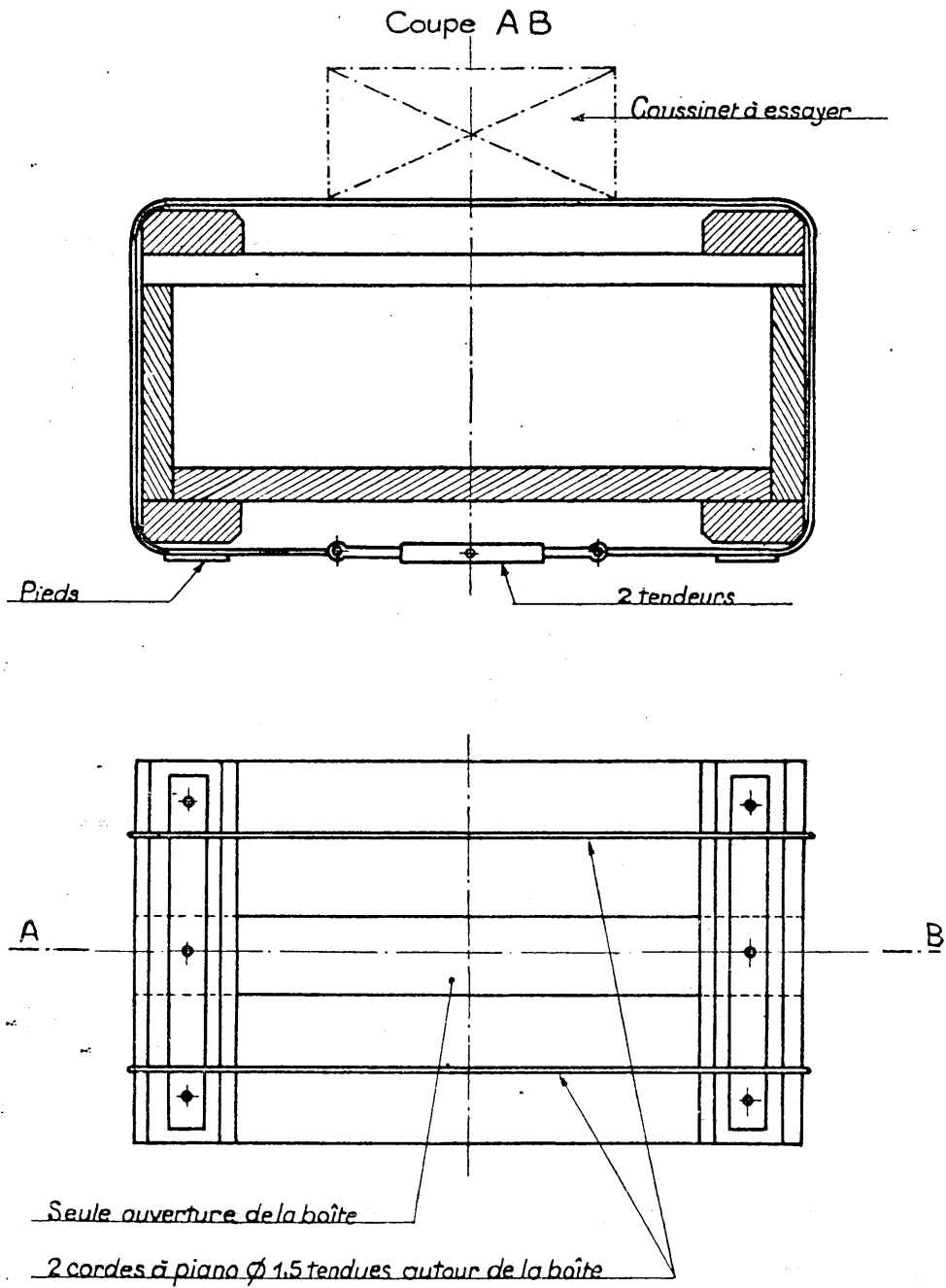


FIG. 183

b) **En source.**

Ce procédé est utilisé pour le cas de moule de grande profondeur afin de diminuer la hauteur de chute. Le noyau du moule est percé d'un canal d'alimentation débouchant au fond du moule. Le régule versé remonte régulièrement autour du noyau en chassant l'air et les oxydes ou impuretés qui décantent plus facilement.

La coulée en source a l'inconvénient d'entraîner une consommation un peu plus forte de régule et un moulage plus compliqué.

11° **Démoulage.**

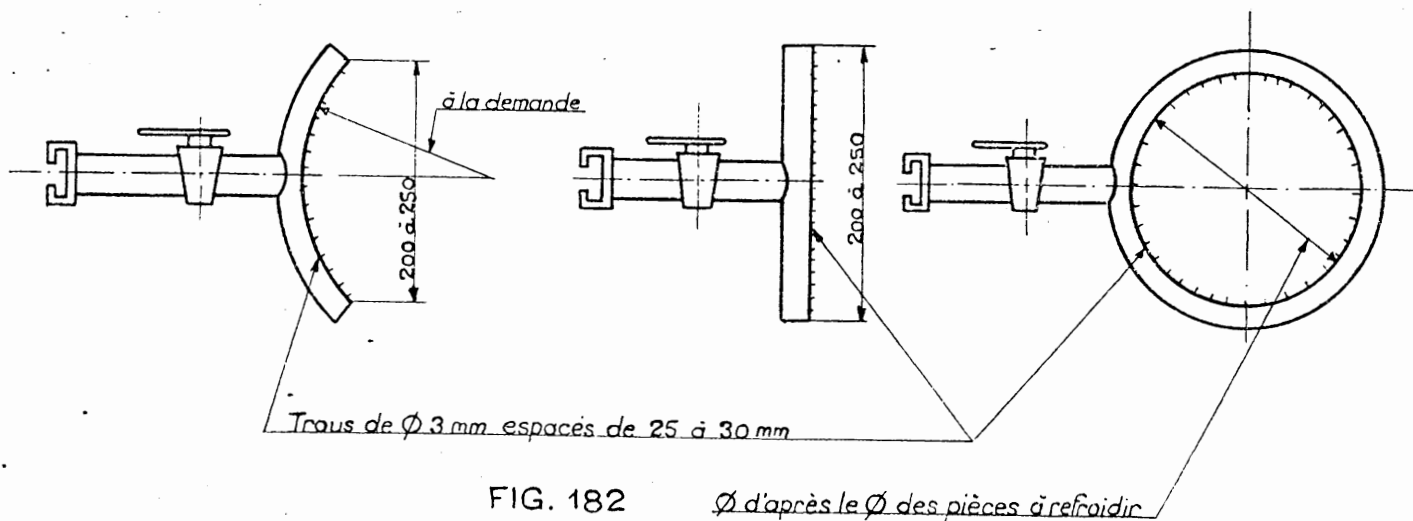
La coulée terminée, refroidir rapidement la pièce de façon à éviter la ségrégation et à

Modèles de rampes à air comprimé pour le refroidissement rapide des pièces après coulée

*Pour coussinets de
boîtes à huile*

*Pour semelles de
têtes de pistons*

*Pour bagues et
coussinets de bielles*



donner au métal une cristallisation convenable. Le refroidissement se fait par projection d'air comprimé à l'aide d'une rampe de forme appropriée (fig. 182), de bas en haut, de l'extérieur vers l'intérieur et en même temps, sur tout le tour de la carcasse afin de localiser les retassures à la partie supérieure et d'obtenir un alliage homogène.

Le démoulage s'opère dès que le métal est figé en agissant sur les dispositifs de démontage à clavette ou à vis et en frappant le moins possible à la massette en cuivre.

On ébarbe les bavures à l'aide d'un fer plat chauffé au rouge; cette opération dispense de l'ébarbage au burin plus long et qui fait perdre une quantité importante de métal.

Le réguleur poinçonne sur la carcasse régulée à un emplacement bien apparent la catégorie d'alliage utilisé de façon à faciliter le classement des tournures et produits de fusion au déréglage suivant.

La vérification de l'adhérence s'effectue par un sondage au marteau qui doit rendre un son clair et argentin ou plus sérieusement à l'aide d'une caisse de résonance (fig. 183) qui permet de localiser les défauts.

C. OUTILLAGE

1^o Moules.

Ils sont confectionnés en fonte, afin d'éviter, ce métal s'étamant difficilement, les difficultés de démoulage pouvant résulter de fluxage accidentel au moment du montage. Il y a lieu de prévoir sur les moules à démoulage difficile un dispositif à pousoir par clavette ou vis de pression.

a) Moule pour coussinets de bielles (*fig. 184*).

Il consiste en une plaque de coulée pouvant recevoir une série de noyaux de diamètres croissant de 4 en 4 mm. Les coussinets sont montés par paire pour le réglage, centrés automatiquement au moyen de taquets et maintenus serrés sur le moule au moyen d'une presse à vis.

Les cotés du tableau de la *figure 184* sont données à titre indicatif, elles peuvent varier avec les types de coussinets en service.

b) Moule pour coussinets de boîtes (*fig. 185*).

Il comporte une équerre de coulée recevant les coquilles en fonte de diamètres variables, échelonnés de 4 en 4 mm. Les coquilles sont fixées sur l'équerre après interposition de cales profilées correspondant à la forme des becs du coussinet. Le coussinet est maintenu serré sur le moule au moyen d'un étrier à vis démontable.

On procède comme suit pour le montage du moule (*fig. 185*).

Après rechargement des barrettes *b* et *b'* du coussinet à régler, ces barrettes sont alésées à un diamètre supérieur de 0,5 mm. à celui de la coquille à utiliser. Il est nécessaire que la coquille s'engage librement entre les barrettes.

Appliquer les cales profilées *c* et *c'* verticalement contre l'équerre *E*. Des repères R_1 R_2 tracés sur la face supérieure de l'équerre permettent de les disposer à égale distance de l'axe du moule. Placer le coussinet sur la table en engageant ses becs dans la partie correspondante des cales profilées. Mettre la coquille *m* en place, et la fixer sur les cales et l'équerre à l'aide de l'agrafe *A*. Placer l'étrier *e* et bloquer le coussinet sur le moule.

Si le coussinet est à régler en latéral, placer entre ce dernier et la table de coulée une tôle de forme et d'épaisseur appropriées, ainsi que sur la face supérieure du coussinet.

c) Moules pour bagues de bielles (*fig. 186*).

Ils sont constitués par de simples mandrins de forme tronconique ménageant une dépouille de 4 à 5 %. Des plaques de coulée permettent le centrage des bagues par rapport aux mandrins. Le moule type A possède une tête de frappe chanfreinée sur laquelle on agit après retrait de la poignée, à la masse, ou de préférence à la presse hydraulique pour obtenir le démoulage. Le moule type B possède un dispositif de démoulage à vis.

En ce qui concerne les bagues de grande longueur, il est préférable de prévoir leur réglage par centrifugation dans les établissements où le nombre de réglage est relativement élevé.

d) Moules pour semelles de crosse de piston (*fig. 187 et 188*).

La *figure 187* représente un type de moule pour les semelles en forme de T. Il permet de régler à volonté l'épaisseur du régule à couler tant sur les faces horizontales que verticales et de faire venir de fonderie les pattes d'araignée. En outre, le réglage des faces horizontales et verticales des semelles se fait simultanément.

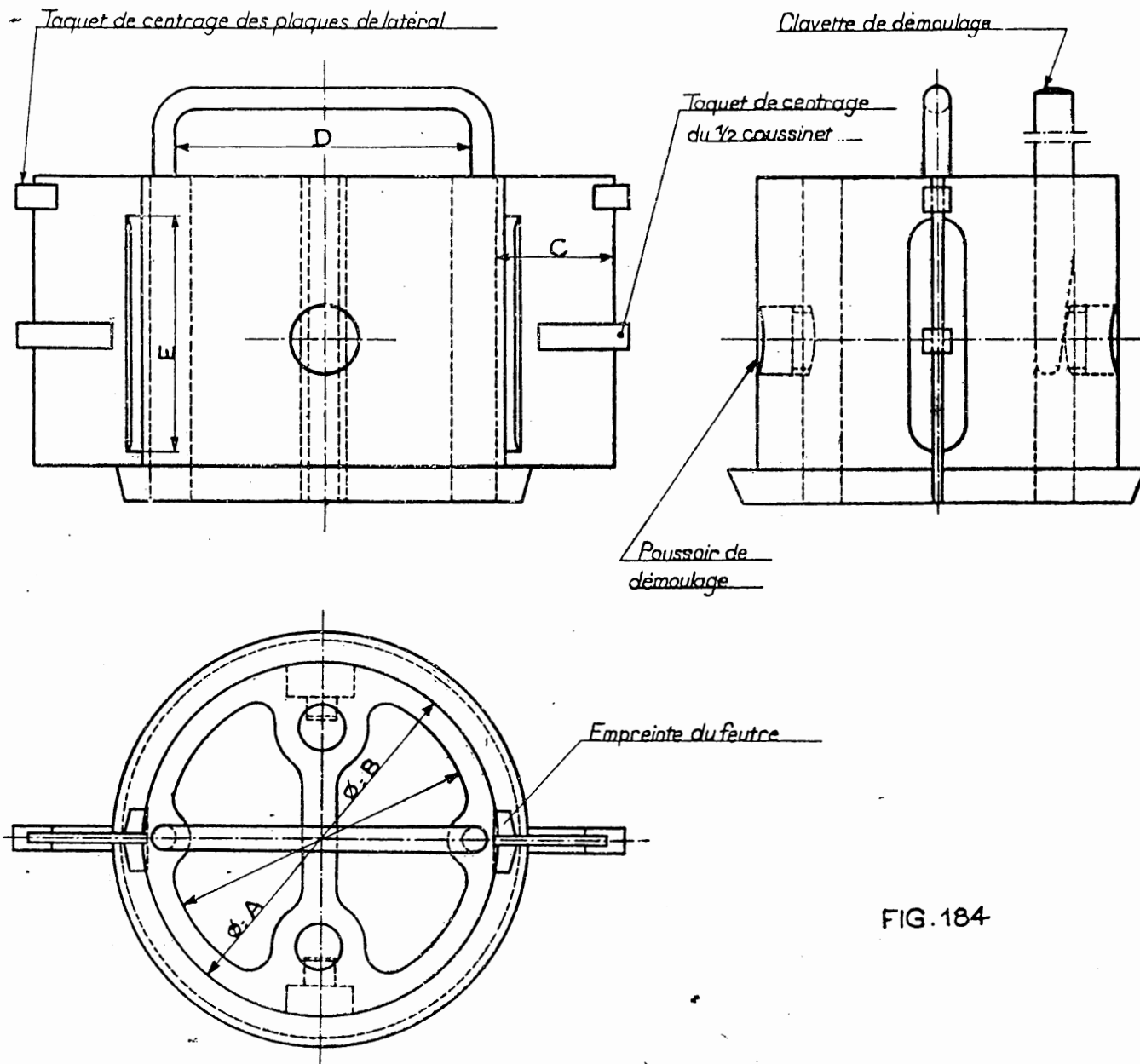


FIG. 184

N° DES COQUILLES	A	B	C	D	E	AUTUISEUR POUR TOURILLONS DE:
Coquille N° 1	221	191	74.5	180	146	222 à 225
- d° 2	217	187	76.5	176	97	218 à 221
- d° 3	213	183	78.5	172	97	214 à 217
- d° 4	209	179	80.5	168	97	210 à 213
- d° 5	205	175	82.5	164	90	206 à 209
- d° 6	201	171	84.5	160	90	202 à 205

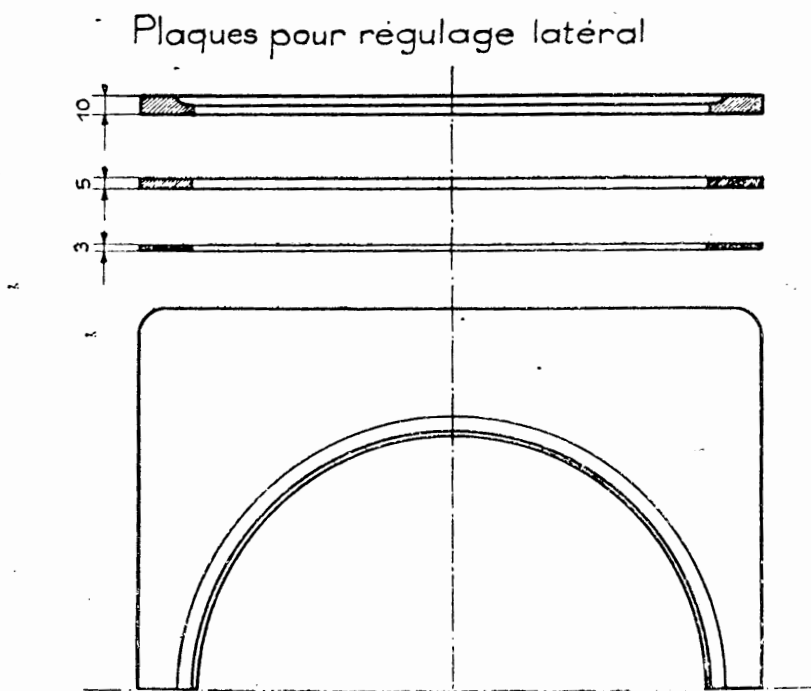
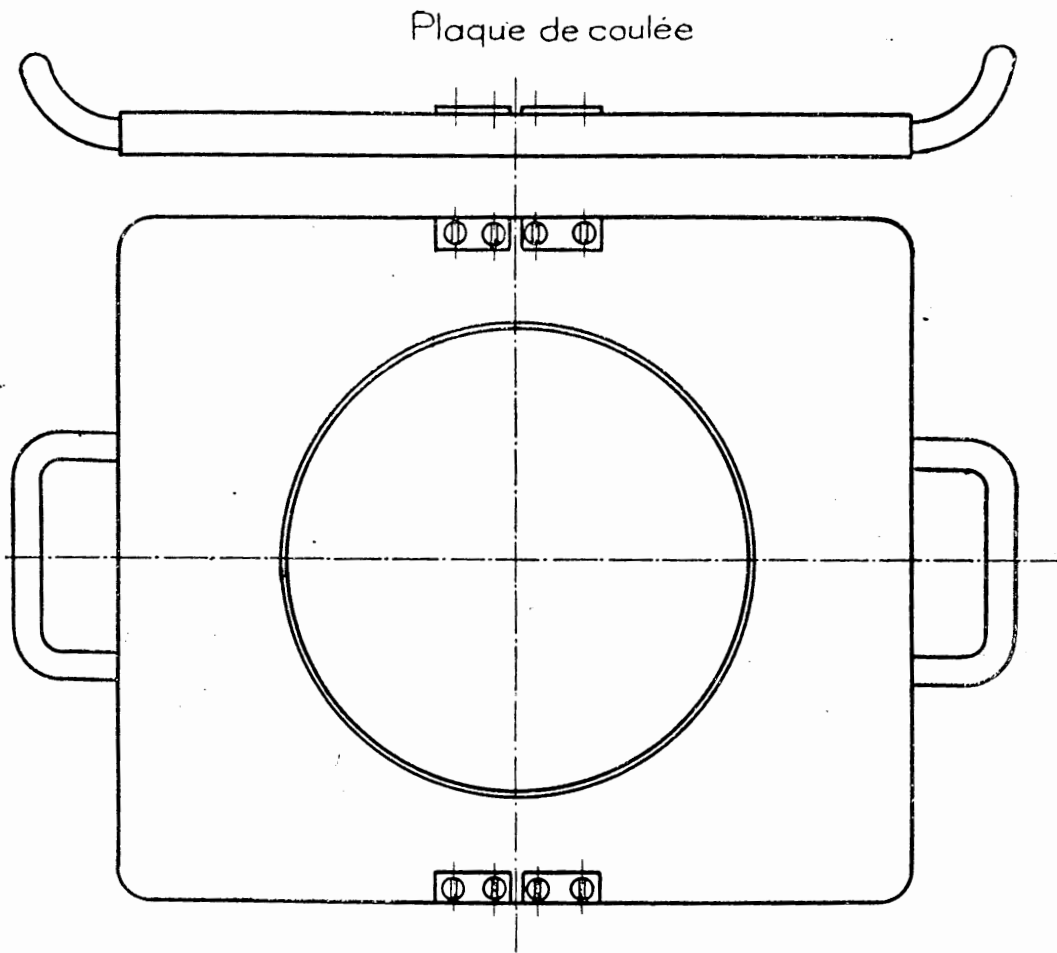
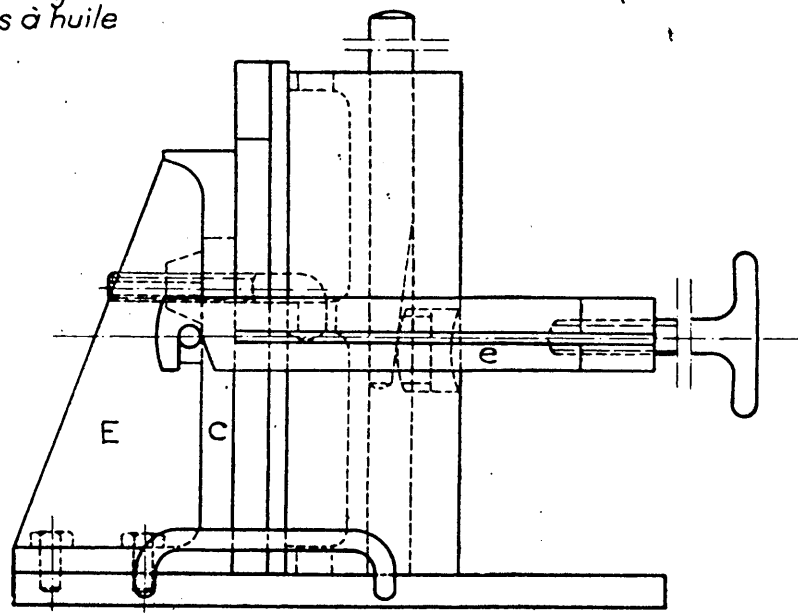
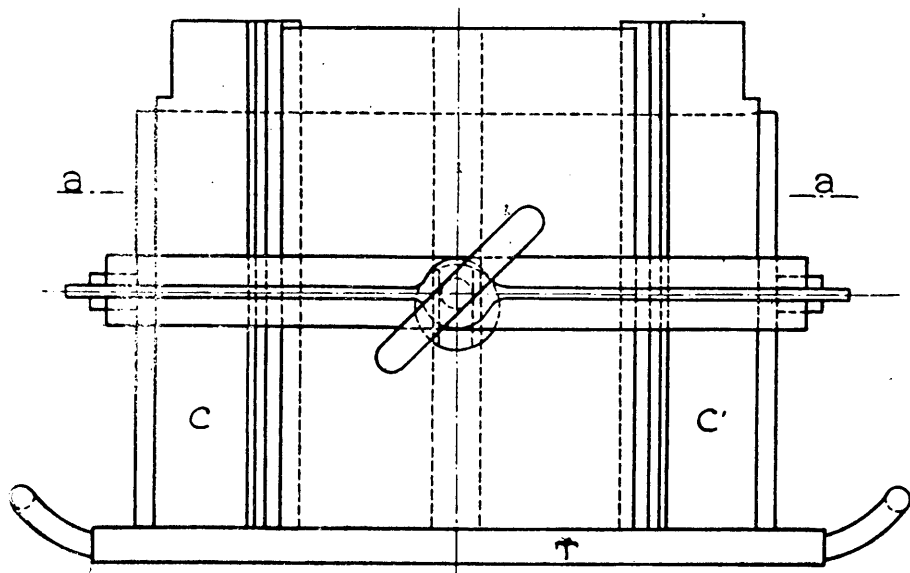


FIG. 184 (suite)

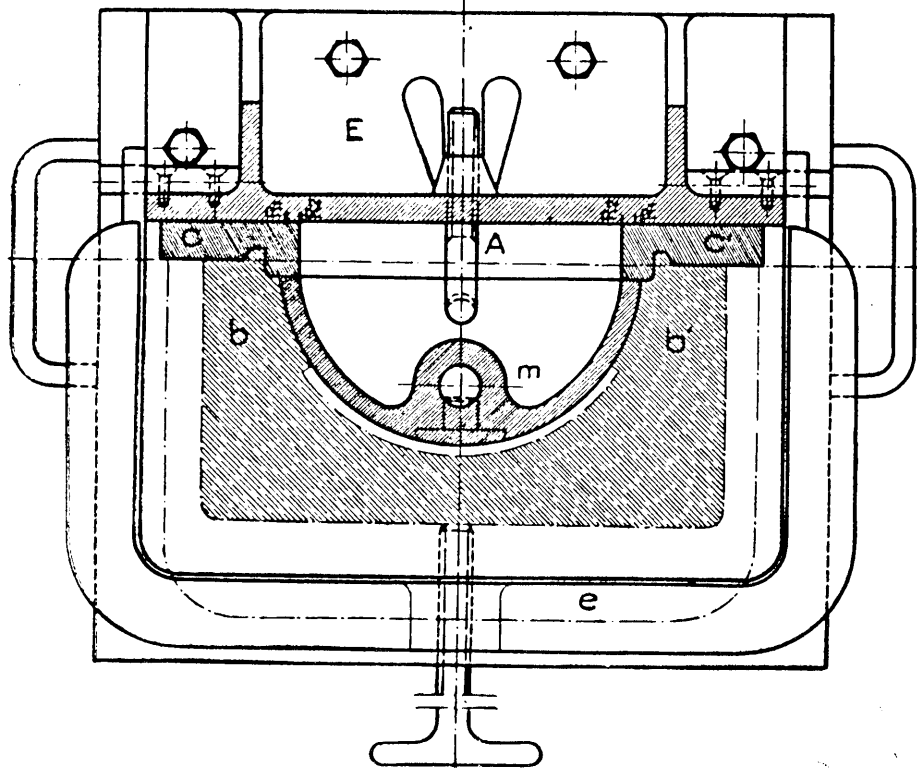
Moule pour le réglage
des coussinets de boîtes à huile

Elevation

Elevation



Coupe aa



— Légende —

- T . Table de coulée
- E . Equerre fixée sur la table
- e . Etrier de fixation du coussinet sur le moule (démontable)
- m . Coquille en fonte tournée extérieurement (diamètre variable)
- c c' . Cales profilées
- A . Agrafe de fixation de la coquille et des cales sur l'équerre.

FIG. 185

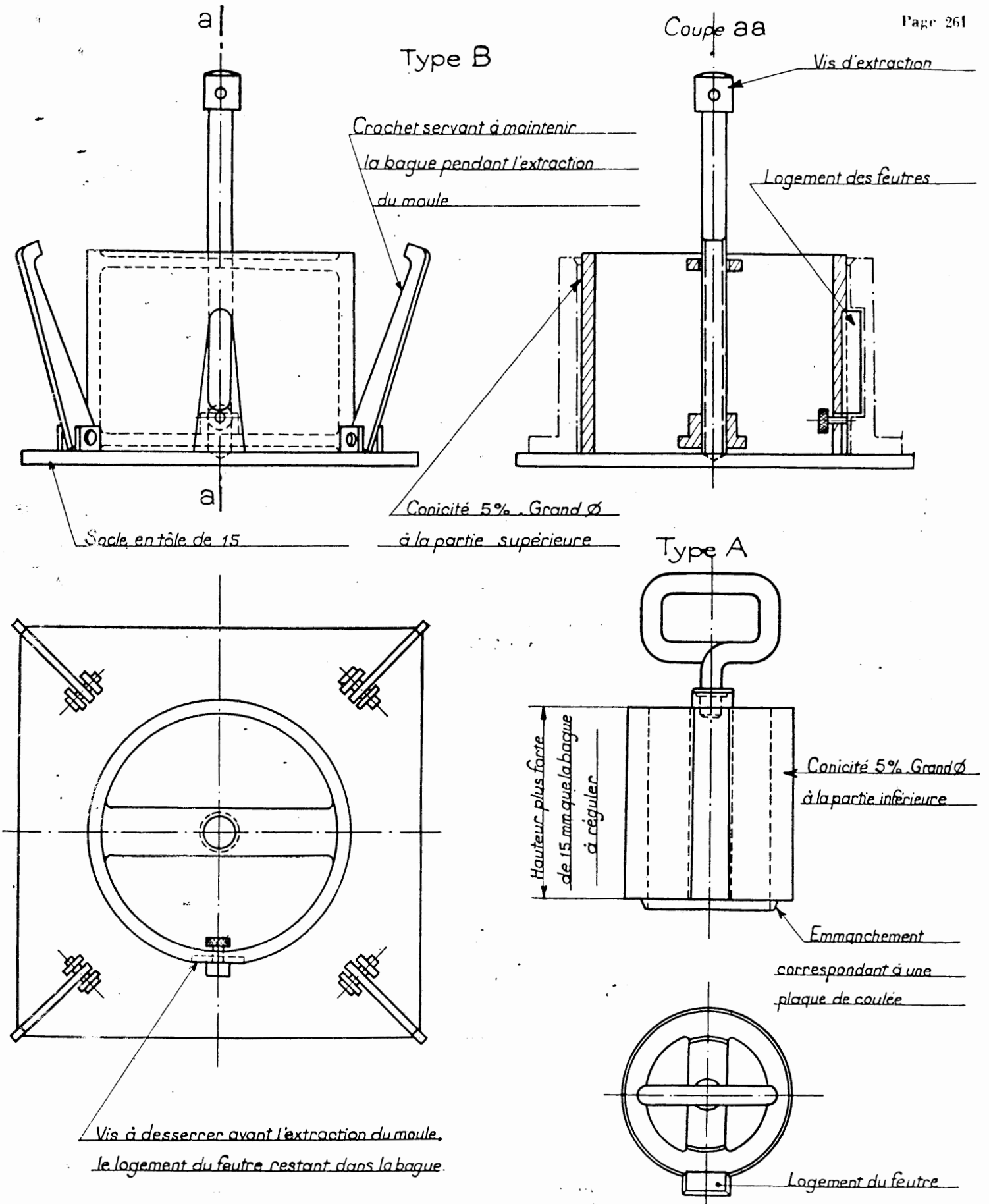


FIG. 186

Moule réglable pour le réglage des semelles de têtes de pistons en forme de T.

Echelle $\frac{1}{2}$

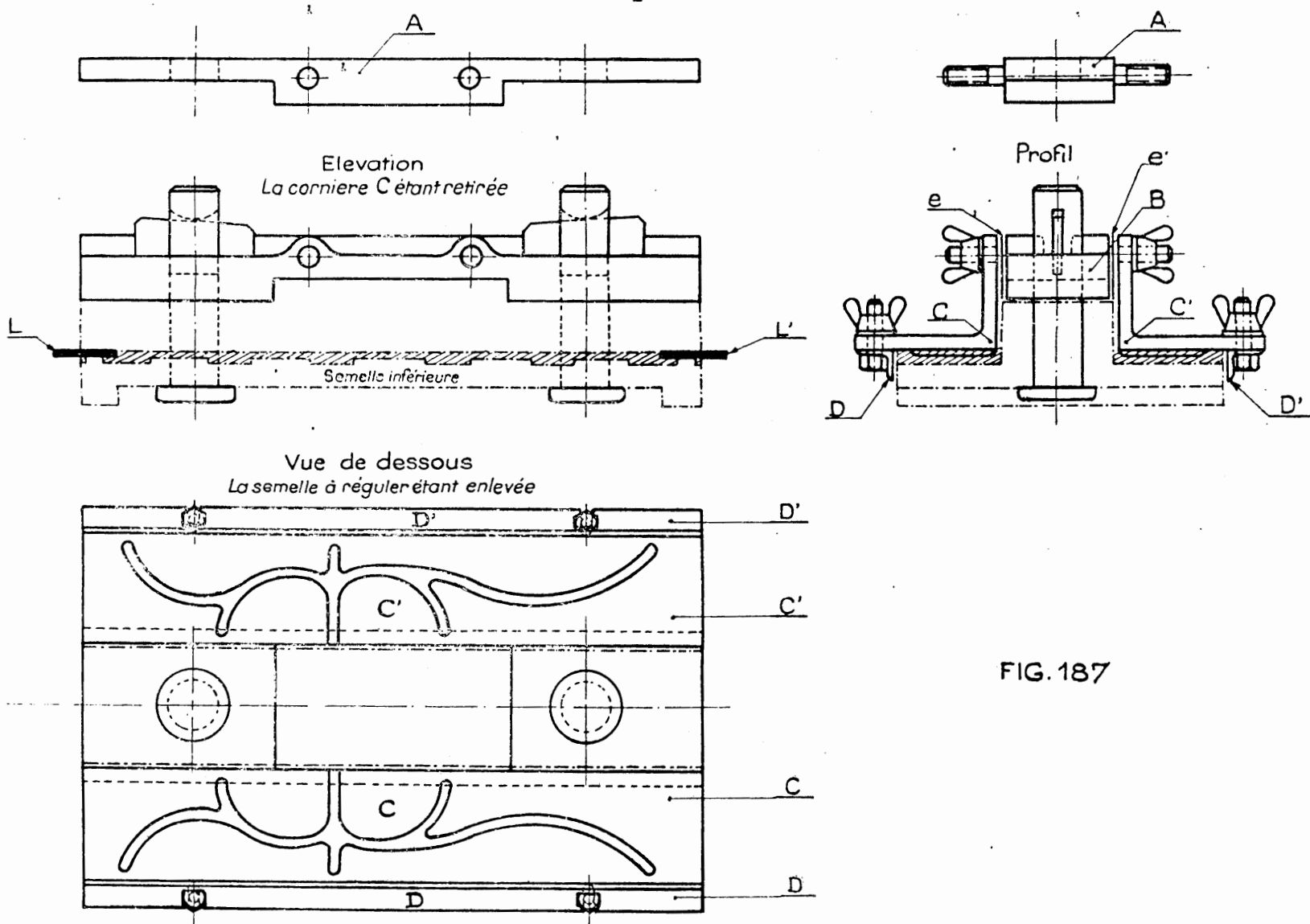


FIG. 187

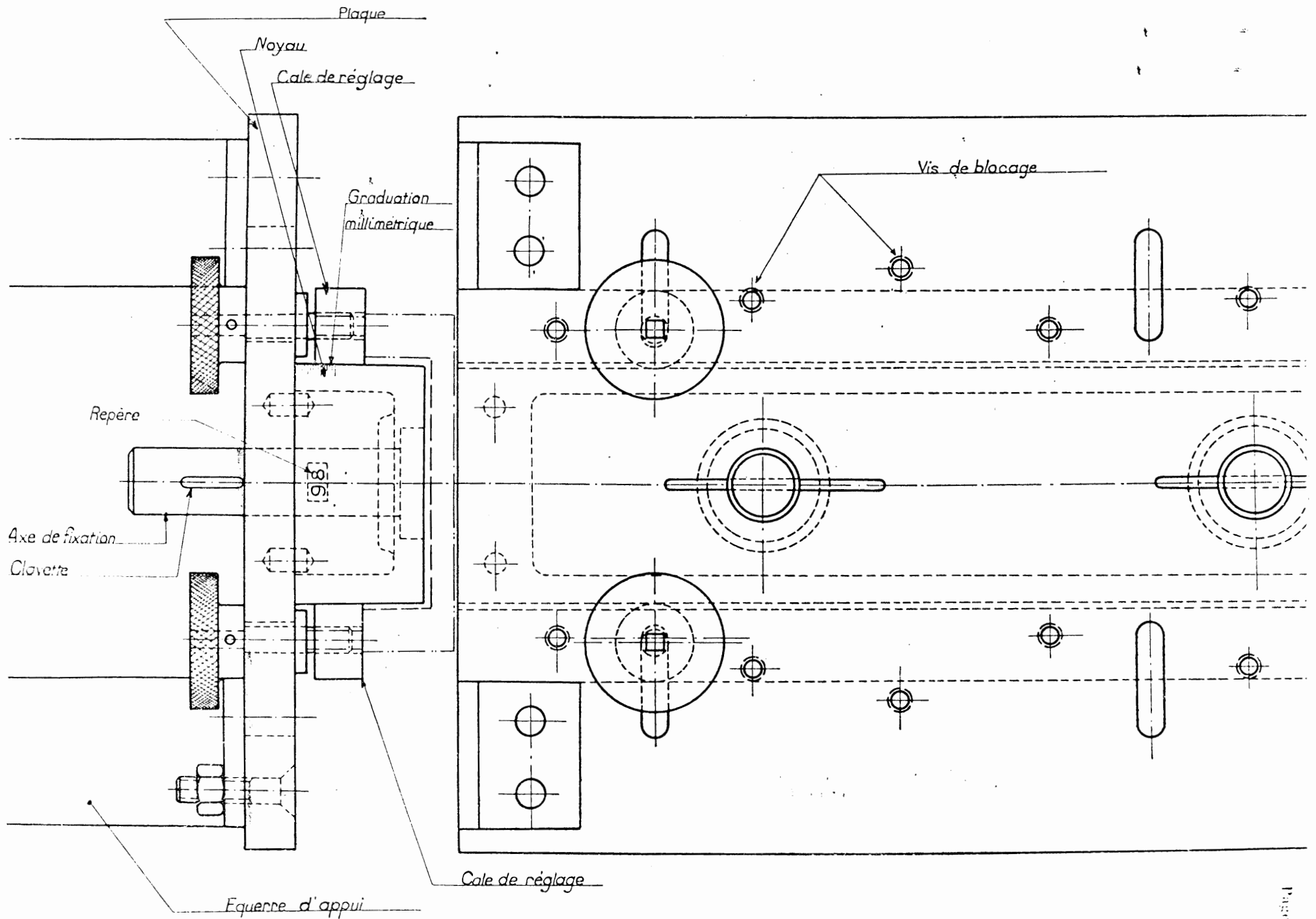


FIG. 188

La pièce A est utilisée pour le réglage des semelles supérieures, la pièce B pour les semelles inférieures. Ces pièces se fixent rapidement sur les semelles au moyen d'axes passant dans les trous des boulons d'assemblage et de clavettes.

Les pièces C et C' sont utilisées indifféremment pour les semelles supérieures ou inférieures. Elles se fixent sur les pièces A ou B par l'intermédiaire de goujons et écrous à oreilles. Au moment de leur montage, on interpose entre leur face inférieure et la face supérieure de la semelle des cales L, L' d'épaisseur variable selon celle du régule et que l'on retire après serrage des écrous à oreilles. Les cornières DD' sont ensuite appliquées contre les faces latérales des semelles et maintenues en place, chacune par 2 boulons avec écrous à oreilles.

Les cales e et e', de même profil que les pièces A ou B, ne sont utilisées que si les faces verticales des semelles sont réglées. Dans le cas contraire, ces cales ne sont pas utilisées et les cornières C et C' sont montées directement sur A ou B. La coulée se fait par bout, le moule disposé verticalement.

La *figure* 188 représente un type de moule pour les semelles en forme d'U. Il est constitué :

1° Par une plaque de coulée en acier de hauteur correspondant à la plus grande longueur des semelles.

Cette plaque est munie de quatre têtons pour le centrage des coquilles et de deux cales de réglage commandées chacune par trois vis et permettant de faire varier l'épaisseur du régule.

2° Par une série de coquilles ou noyaux de longueur égale à la hauteur de la plaque de coulée et de largeur variable. Ces coquilles sont percées sur leur face d'applique de quatre trous aux cotes des têtons de centrage.

Les pièces à réguler sont fixées sur le moule à l'aide de deux presses à vis de forme appropriée.

Ces deux types de moule ont été conçus pour permettre la coulée, les pièces en position verticale.

2° Fours.

On a réalisé des appareils souples avec la chauffe au coke ou mieux au fuel-oil, mais la disposition la plus rationnelle de la chauffe des creusets est obtenue par le chauffage électrique à induction qui permet d'obtenir un brassage continu du bain de fusion. On empêche ainsi toute ségrégation des éléments constitutifs.

Sur la Région on utilise presque exclusivement le creuset basculant, genre Hering, qui évite l'emploi de la cuillère et présente de grands avantages pour le réglage de grosses pièces.

Four Hering (*fig.* 189).

Le four est actionné à une température du foyer de fusion très haute (850-1.000°); on obtient ainsi un temps de fusion très court (2-5 minutes) et l'on évite la formation de déchets.

Pour empêcher une surchauffe du métal, le creuset peut être commodément et rapidement enlevé du foyer par un mécanisme spécial. Le creuset est d'une contenance de 30 à 50 kg., mais on ne doit tondre que la quantité à couler immédiatement.

Le brûleur comporte un injecteur réglable à mazout et une soupape réglable pour l'air fourni par le ventilateur. Une dérivation de la conduite d'air aboutit d'une part dans le canal de chauffe allant du brûleur au foyer de fusion et d'autre part dans le canal à gaz qui conduit à la chambre de réchauffage. Cette dernière est hermétiquement fermée par une porte à encadrement. Le processus de combustion peut être vérifié de temps en temps par mesure de la température dans le réchauffeur ainsi que dans le tuyau de la cheminée. Le tirage dans cette dernière peut être réglé par une soupape. Ce tirage doit comporter au moins 0,5-1 cm. de colonne d'eau et il ne doit exister dans la chambre de réchauffage ni dépression ni surpression. Pour contrôler cela, la flamme d'une allumette devant la porte du réchauffeur ne doit osciller ni en avant ni en arrière.

La maçonnerie est en briques réfractaires, un intervalle de 10 cm. restant vide entre la muraille et le revêtement de tôle.

Le creuset est fermé en haut par un couvercle à charnières ayant un cadre en fonte. Le couvercle est accouplé à l'arbre de l'appareil de soulèvement du creuset, il s'ouvre et se ferme automatiquement pour l'entrée et la sortie du creuset. Le posage et la sortie du creuset se

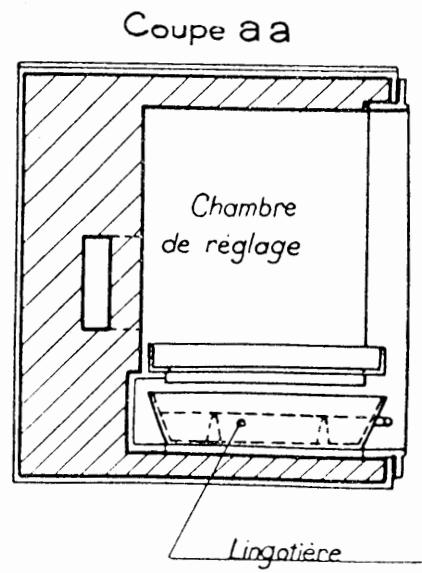
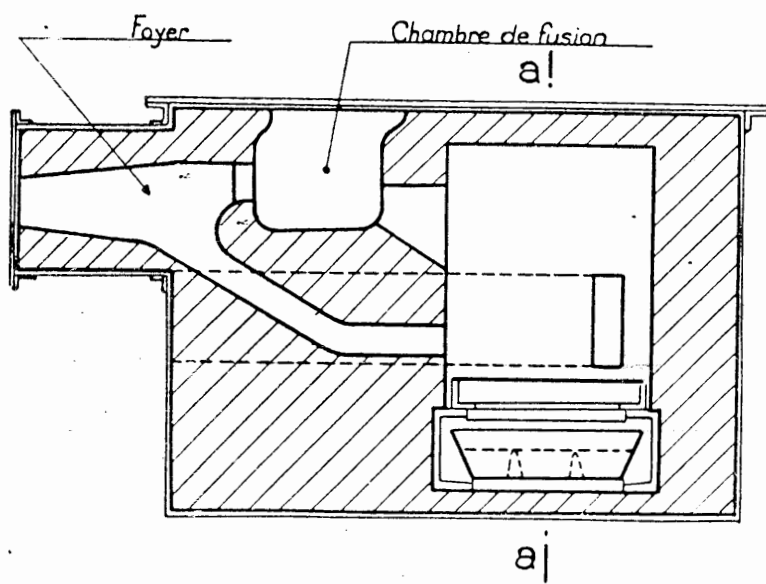
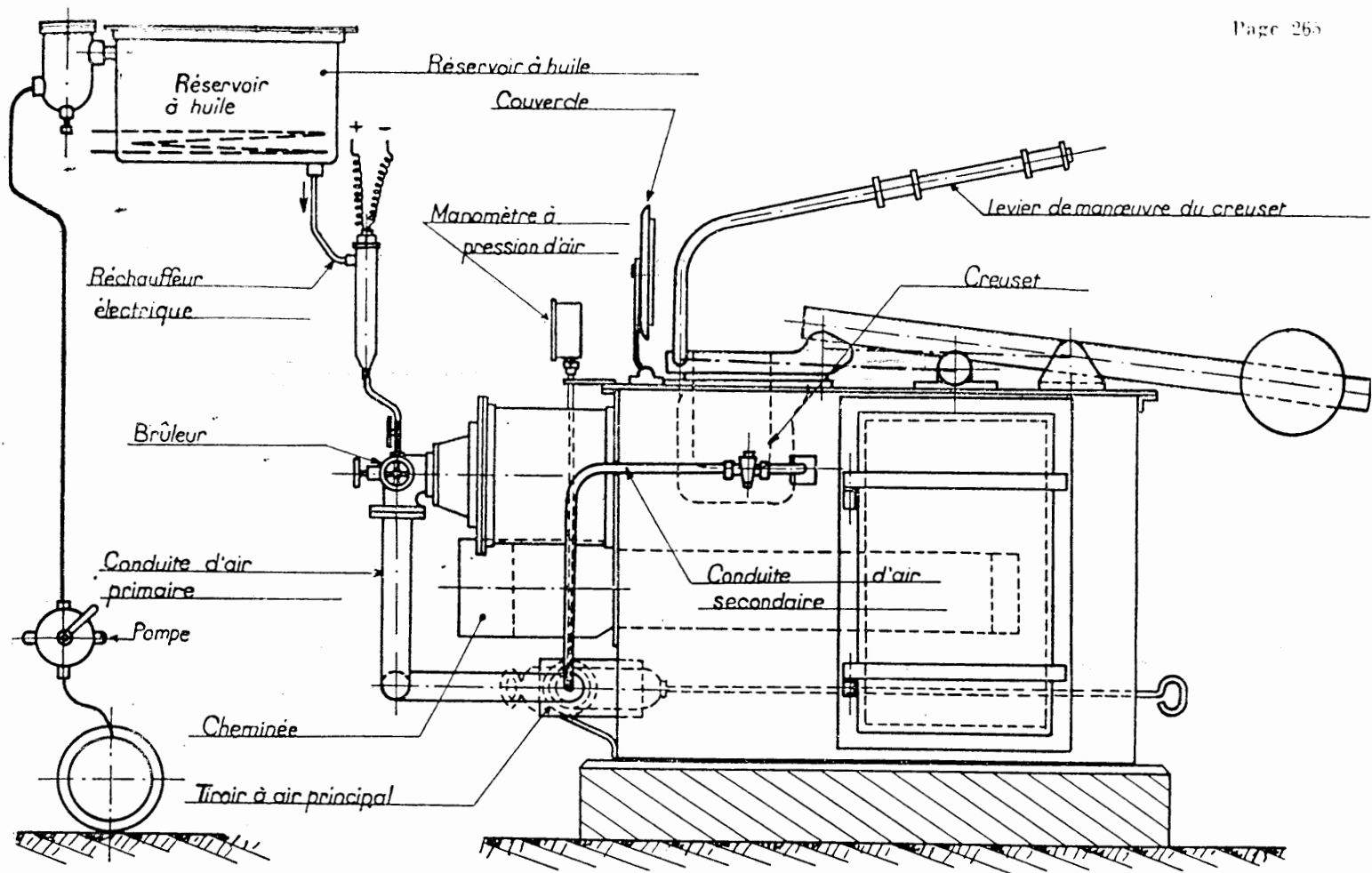


FIG. 189

font par un seul mouvement du levier de l'appareil — parallélogramme servant au soulèvement et pivotement du creuset.

Au four proprement dit est adjointe une table de réglage tournante et à hauteur réglable (*fig. 190*), de manière à permettre l'emploi rationnel du creuset basculant.

On peut disposer le montage (pièce et moule) sur la table, à la hauteur et à la distance convenable du creuset grâce à une tige de centrage coulissante dont l'extrémité inférieure matérialise le point de chute du régule. Le plateau tournant permet pour les pièces de forme circulaire de faire toucher par le jet toute la paroi du moule, le métal est ainsi mieux réparti dans l'espace laissé libre entre le moule et la pièce.

Four électrique à chauffage par induction.

Les principes de ce procédé sont les suivants :

a) Le champ magnétique créé en un point quelconque de l'espace par un circuit (dit « inducteur ») parcouru par un courant alternatif change de sens avec le courant et est proportionnel à l'intensité du courant ; si ce circuit est rectiligne, le champ créé en un point est inversement proportionnel à la distance de ce point au circuit inducteur.

b) Toute masse conductrice (dite « charge ») placée dans un champ magnétique variable devient le siège de courants induits de même fréquence (courants de Foucault) dont la circulation donne lieu à un dégagement de chaleur par effet Joule.

La charge joue donc à la fois le rôle du noyau et du secondaire en court-circuit d'un transformateur dont le primaire serait constitué par l'inducteur.

c) La force électromotrice induite dans la charge est proportionnelle au produit du flux par la fréquence. Si la charge n'est pas ferro-magnétique, le flux est faible, et seule une augmentation de la fréquence permet d'accroître la fréquence absorbée par la charge.

d) La densité des courants de Foucault induits dans la charge décroît exponentiellement à partir de la surface extérieure de celle-ci ; cette décroissance est d'autant plus rapide que la fréquence du courant inducteur est plus grande.

Dans l'application du chauffage par induction au four de fusion, si le corps à chauffer est bon conducteur, il est contenu dans un creuset conducteur ; le dégagement de chaleur est localisé dans les parois du creuset.

La fréquence des courants engendrés varie de 15 périodes par seconde à un million, suivant les dimensions de l'enceinte à chauffer et les caractéristiques électromagnétiques de la charge.

La fusion peut s'effectuer en atmosphère contrôlée, la coulée peut avoir lieu à l'abri de l'air, le four peut rester sous tension pendant la coulée, la circulation des courants de Foucault provoque un brassage continu de la charge qui l'homogénéise.

3° Régulation centrifuge et coulée sous pression.

Ces procédés, qui font ou vont faire l'objet d'essais, demandent un outillage spécial :

a) Par centrifugation.

Le procédé consiste à monter la pièce (dont la surface à réguler présente sensiblement la forme d'un cylindre de révolution) sur un plateau tournant autour d'un axe horizontal, l'axe de la pièce coïncidant avec l'axe du plateau. On imprime à l'ensemble un mouvement de rotation de 450 t/mn. environ, dans un carter étanche (*fig. 191*). La force centrifuge assure une répartition régulière du régule et une bonne homogénéité de sa texture. Les pièces sont découpées avant garnissage, mais l'étamage n'est pas indispensable. Le refroidissement rapide à l'aide de projection d'eau sur l'extérieur des pièces aussitôt après coulée permet d'obtenir une cristallisation fine et régulière.

Dans la coulée par centrifugation la ségrégation est radiale et elle est plus forte que dans la coulée en chute ; il y a avantage pour la réduire, à réduire la vitesse de rotation au minimum compatible avec la formation d'un anneau continu de régule liquide.

Pratiquement on peut adopter la formule suivante :

$$V = \frac{1600}{\sqrt{r}}$$

V étant la vitesse en tours-minute,

r le rayon intérieur en cm. de la coquille à réguler.

Tige de centrage coulissante matérialisant le point de chute du régule

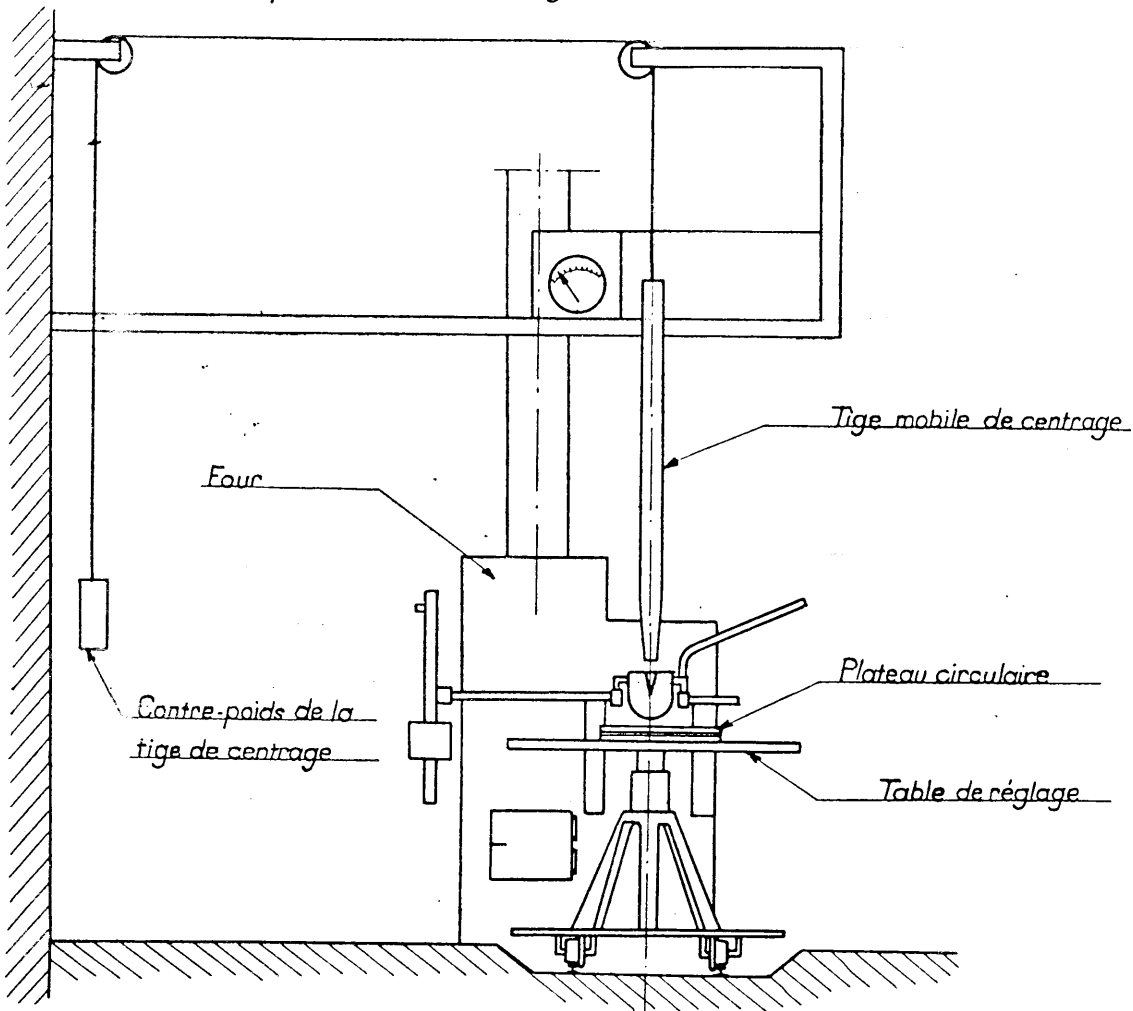
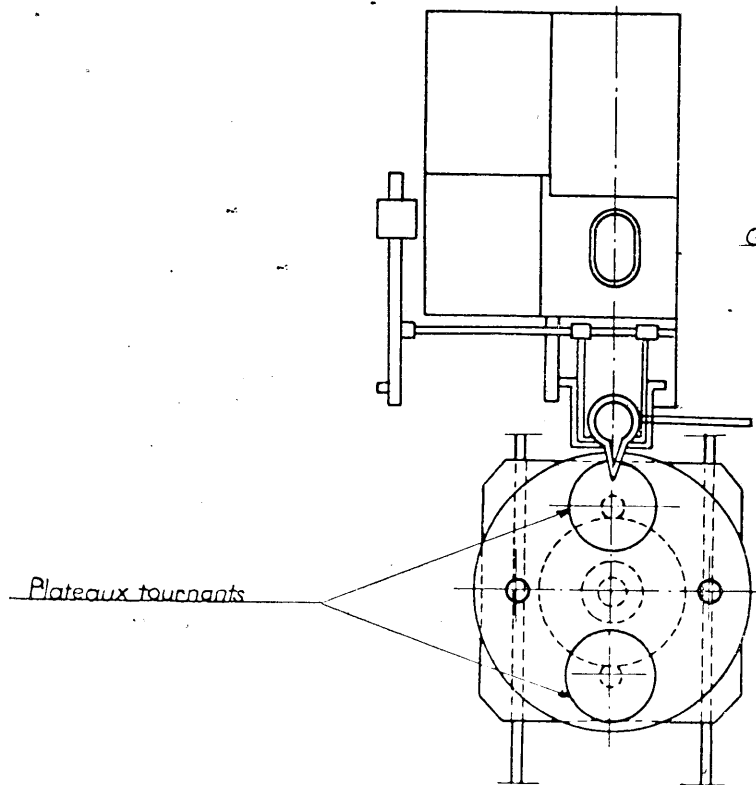


FIG. 190

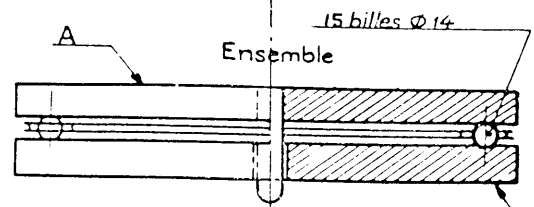
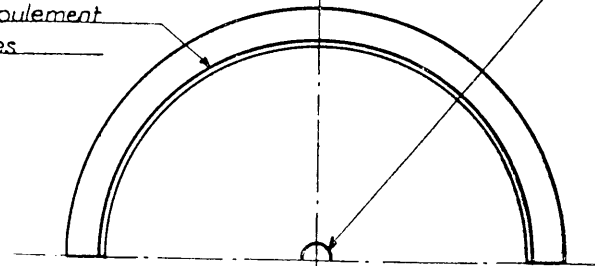
FIG.190 B

Plateaux tournants permettant l'orientation, pendant la coulée des pièces de forme circulaire à régler



Pièce A
Tête de fixation sur la table à régler
1/2 vue de dessous

Gorge du roulement à billes



2 courannes laiton assemblées par rivets fraisés en quinconce et entretoises de 3 mm

b) Par pression.

Le coussinet est placé sur une coquille semi-circulaire (de diamètre légèrement supérieur à celui de la fusée) et maintenu entre deux plateaux qui assurent l'étanchéité (fig. 192).

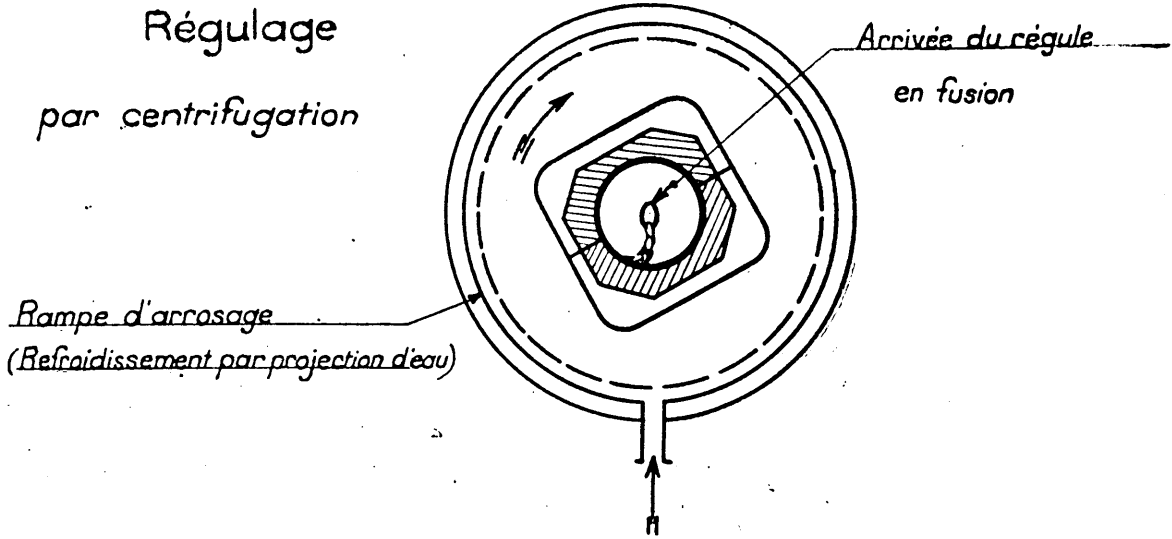


FIG. 191

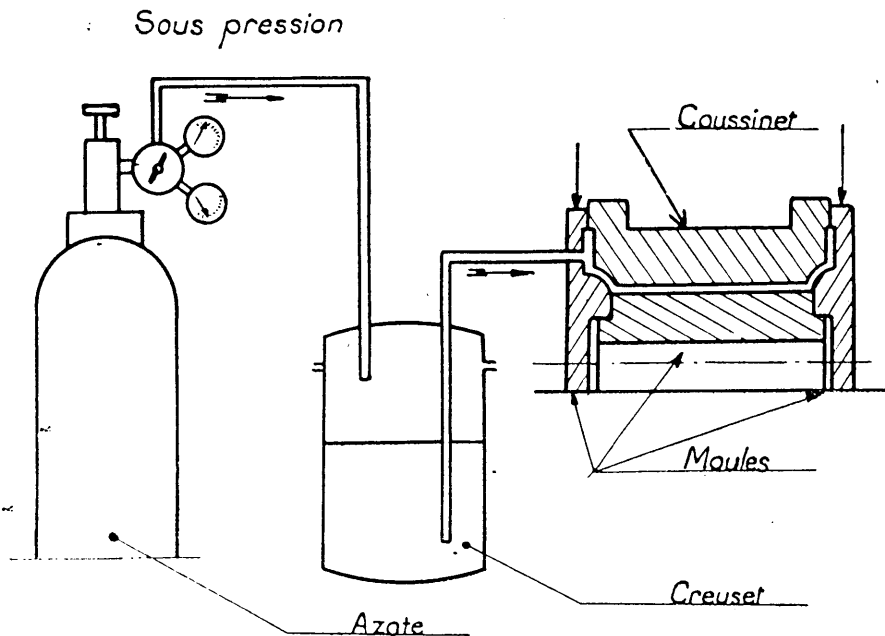


FIG. 192

Le régule liquide est envoyé dans le moule sous une pression de 10 kg/cm², créée par une bouteille d'azote liquide. L'accrochage du régule est purement mécanique. La coulée étant très rapide (une seconde environ), il n'est pas nécessaire de préchauffer le coussinet et les moules.