

COMMISSION MIXTE POUR LE DÉVELOPPEMENT
DES PROGRAMMES D'APPRENTISSAGE

Par Cour
Robert

COURS SUPÉRIEURS DE FONDERIE A ET B

2^e PARTIE B

Edition publiée
sous le Patronage de la Direction de l'Enseignement Technique,
du Syndicat Général des Fondeurs de France et
de l'Association Technique de Fonderie



F.A.S.
240



F
2

LES COURS ÉLÉMENTAIRES ET SUPÉRIEURS DE FONDERIE

SONT EN VENTE AU

SYNDICAT GÉNÉRAL DES FONDEURS DE FRANCE

8, RUE DE LA VICTOIRE, PARIS

COMMISSION MIXTE POUR LE DÉVELOPPEMENT
DES PROGRAMMES D'APPRENTISSAGE

COURS SUPÉRIEURS DE FONDERIE A ET B

2^e PARTIE B

Edition publiée
sous le Patronage de la Direction de l'Enseignement Technique,
du Syndicat Général des Fondateurs de France et
de l'Association Technique de Fonderie

Leçon 1

GENERALITES SUR LE MOULAGE.- Définition du moulage.- Les différentes espèces de moules : en sable, vert ou d'étuve, en chassiss, en mottes, à découvert, en terre, serrés sur modèles, troussés, métalliques, etc...

Importance prépondérante du moulage en sable.- Ses avantages, ses inconvénients.

Avantages et inconvénients des moules en terre, des moules métalliques.-

Quelques mots sur la fabrication des bronzes d'imitation (Zinc) à retournement, sur la fonte des caractères, la coulée sous pression, la coulée centrifuge, etc...

--eeeOeee--

DEFINITION DU MOULAGE.-

L'expression de moulage dans le sens qui lui est attribué par les fondeurs désigne, la formation d'empreintes dans un matériau appelé sable ou terre, ou dans une masse métallique. Celles-ci sont destinées à recevoir un alliage liquide, lequel en se refroidissant prendra la forme exacte de l'empreinte.

Lorsque cette empreinte est en terre ou en sable elle porte le nom de " moule " ; lorsqu'elle est métallique, (fonte, bronze, etc...) elle porte le nom de moule métallique ou plus généralement le nom de coquille. De même le moulage est désigné sous le nom de :

- moulage en sable lorsque le moule est en sable,
- moulage en terre lorsque le moule est en terre,
- moulage en coquille lorsque le moule est métallique,

A l'heure actuelle, la prépondérance appartient encore aux différents procédés de moulage en sable ou en terre, mais l'importance du moulage en coquille augmente chaque jour.

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DIFFERENTS GENRES DE MOULAGE.-

Le moulage en sable ou en terre est dans la plupart des cas le plus économique; lui seul est applicable lorsque le nombre de pièces à mouler est relativement restreint, que les pièces ont des formes très compliquées ou sont de grandes dimensions.

Mais chaque moule en sable ou en terre ne peut servir qu'une fois et c'est un inconvénient très grave puisque l'obtention de toute nouvelle pièce exige l'exécution d'un nouveau moule. Cependant, dans les moulages en terre, on peut dans certains cas très spéciaux, faire resservir des parties plus ou moins importantes des moules.

Les moules métalliques, obtenus par usinage, sont contrairement aux moules en sable ou en terre, d'un prix élevé; mais ils ne se détériorent presque pas à la coulée et peuvent servir un très grand nombre de fois (plus de 10.000 de pièces dans certains cas). Ils sont réservés aux travaux de série c'est-à-dire qui se répètent souvent ou qui s'exécutent sur une grande échelle. Le nombre de pièces à produire permet d'amortir le prix du moule, c'est-à-dire que le prix de fabrication du moule divisé par le nombre de pièces pour lequel il a été prévu donne une somme qui reste dans des limites possibles pour permettre la vente de la pièce.

Les coquilles permettent en outre d'obtenir des pièces dont les cotes sont beaucoup plus précises, ce qui réduit dans une large mesure les frais d'ébarbage et d'usinage. On arrive même à réaliser des filetages et des assemblages pouvant se monter bruts de fonderie c'est-à-dire sans aucun usinage ; c'est le cas des têtes de siphons, des pulvérisateurs, des caractères d'imprimerie, des petits engrenages de compteur de pièces pour la T.S.F., l'automobile etc...

DIFFERENTES ESPECES DE MOULES.-

On a vu précédemment que les moulages se divisaient en trois grandes catégories :

- les moules en sable;
- " " " terre.
- " " " métalliques ou coquilles.

Les deux premières catégories peuvent se présenter en moules d'aspect très différent suivant l'état des matériaux utilisés pour leur fabrication et le mode de leur réalisation; c'est ainsi que dans la catégorie des moules en sable on rencontre :

a - Suivant l'état des matériaux qui les constituent :

1)- Les moules à vert toujours exécutés en sable et non séchés avant la coulée. Leur emploi donne naissance à la catégorie si importante du moulage à vert. Le sable de moulage utilisé pour leur fabrication est désigné sous le nom spécial de " sable vert "

2)- Les moules en sable vert grillé, exécutés en sable vert et séchés superficiellement avant la coulée.

3)- Les moules étuvés exécutés en sable et séchés à coeur avant la coulée dans des enceintes spéciales appelées : " étuves ". Le sable de moulage utilisé pour leur fabrication porte le nom de " sable d'étuve "

Nota.- Les moules en terre sont toujours étuvés avant coulée par suite de la très grande humidité de la terre de moulage. Si bien que la catégorie du moulage étuvé est constituée à la fois par les moules en sable d'étuve et par les moules en terre.

b - Suivant le mode de réalisation des moulages : -

1)- Le moulage à découvert, dans lequel une des faces de la pièce est coulée au contact de l'air.

2)- Le moulage en chassis qui correspond à la plus grande majorité des cas. Le chassis est un cadre en bois ou en métal qui contient le sable du moule. Le moulage en chassis peut être réalisé dans un, deux ou plusieurs chassis.

3)- Le moulage en mottes est celui dans lequel on retire, le moule du chassis dans lequel il a été serré, avant la coulée. L'opération porte le nom de démottage.

4)- Le moulage sur modèles est celui dans lequel le mouleur possède le modèle complet de la pièce à exécuter.

5)- Le moulage sur plaque-modèle : on donne au mouleur non seulement le modèle complet de la pièce mais en plus le joint matérialisé.

6)- Le moulage au trousseau est celui dans lequel le mouleur découpe et taille dans le sable au moyen de calibres, de trouses, l'empreinte de la pièce à obtenir.

7)- Le moulage sur carcasses correspond au cas où l'ouvrier réalise l'empreinte au moyen d'éléments ou parties de modèles et de trouses.

Dans la catégorie des moules en terre on rencontre :

a)- Les moules étuvés, ainsi qu'il a été dit précédemment.

b)- Le moulage sur modèles, ce qui est très rare.

- Le moulage au trousseau,) dans la généralité des cas. En outre les moules en terre sont presque toujours exécutés dans des fosses, ou grands trous dans le sol de la fonderie et bâtis sans châssis sur des armatures en terre et en briques.

Tous ces différents genres de moulage seront repris en détails ultérieurement.

QUELQUES GENRES DE MOULAGE SPECIAUX.-

BRONZES D'IMITATION.- Les bronzes d'imitation sont coulés en zinc dans des coquilles. On les appelle aussi " bronze au renversé " parce que l'évidemment intérieur de la pièce est obtenu par un renversement de la coquille. Ce renversement a pour but de vider le métal encore liquide, une mince épaisseur de zinc restant figée contre les parois du moule métallique. Quelques détails seront donnés dans une leçon ultérieure. (I)

CARACTERES D'IMPRIMERIE.- COULEE SOUS PRESSION.-

La coulée des caractères d'imprimerie s'effectue depuis longtemps en coquille sous pression ; la coquille est constituée ici partie en métal, partie en carton pressé et durci.

COULEE CENTRIFUGE.-

C'est une réalisation récente de la fabrication des tuyaux de conduite. Un moule tournant à plusieurs centaines de tours par minute reçoit par une longue cuillère enfoncée dans l'axe du moule une nappe de fonte liquide qui se trouve projetée par suite de la rotation sur la face interne du moule. La fonte se solidifie sur la paroi en rotation et les crasses restent à l'intérieur du tuyau. L'exécution d'un noyau est ainsi supprimée.

Leçon 2

MOULAGE GENERALITES.-

Le moulage en sable et en terre.- Qualités d'un bon mouleur.- Nécessité de la connaissance des matières, du matériel et des outils employés.- Des métaux et de leurs propriétés.- Pardessus tout, esprit d'observation et jugement sain.-

Utilité de la connaissance des grands principes de physique et de chimie.- L'expérimentation systématique est un puissant moyen d'amélioration du travail. Ce en quoi elle consiste. Différents exemples.- Comment elle permet d'élucider rapidement et sûrement maints problèmes et de former le jugement du personnel. Insister sur ce point pendant cette leçon et durant tout le cours chaque fois que l'occasion s'en présentera.

--oOo--

QUALITES D'UN BON MOULEUR.-

La profession de mouleur nécessite de la part de celui qui l'exerce de très grandes qualités; contrairement à ce que pensent beaucoup de personnes, les bons ouvriers mouleurs constituent un personnel d'élite et ne le cèdent en rien au personnel d'autres professions, qui a tort, sont souvent beaucoup plus appréciées.

La fonderie est en effet à la base de presque tous les métiers et de presque toutes les industries, c'est-à-dire que chacun d'eux a besoin d'un plus ou moins grand nombre de pièces moulées en fonte, acier, bronze ou aluminium. Ceci explique le développement considérable de la fonderie, mais montre également combien est grande sa répercussion sur toutes les autres industries.

Or certaines de ces dernières mettent en jeu la vie humaine et parmi celles-ci on peut citer l'automobile, l'aviation, la navigation, les chemins de fer, etc.. la plupart des pièces qui entrent dans les machines fabriquées par ces industries ont une importance très grande et doivent présenter les meilleures qualités pour assurer la sécurité voulue.

D'autres industries nécessitent des pièces fondues très importantes dont les tonnages peuvent atteindre et dépasser 50,60 T..., qui demandent de très longues semaines de travail et atteignent des prix considérables.

L'ouvrier mouleur qui exécute ces pièces a donc de très grandes responsabilités : il doit songer que la mauvaise exécution de son travail pourra provoquer des accidents graves pour ses semblables, ou bien une perte considérable pour son usine, si par manque de connaissances professionnelles, il " loupe " un de ces grands moulages, une de ces grosses pièces dont nous parlions plus haut.

Il doit donc aborder son travail en songeant à ses responsabilités et l'exécuter avec la plus grande conscience professionnelle : c'est là une des qualités primordiales d'un bon ouvrier. Mais cette conscience doit être complétée par une bonne connaissance du métier de mouleur.

Un bon mouleur doit être susceptible de lire un dessin, c'est-à-dire de comprendre ce qu'il représente, de retrouver sur le papier les détails de la pièce qu'il doit exécuter, les côtes qu'il doit observer au cours de son remoulage etc.. Cette connaissance du dessin acquise à l'école et au cours des leçons d'apprentissage, se développe à l'atelier et il est hautement désirable de remettre à l'apprenti, au mouleur, avec le modèle de la pièce à mouler, le dessin de cette pièce.

On trouve ainsi sur le dessin toutes les indications nécessaires qui complètent le modèle, emplacement des parties travaillées, masselottes, emplacement des noyaux, épaisseurs etc... Enfin on verra ultérieurement que dans le moulage en terre le dessin et sa connaissance parfaite sont aussi indispensables au mouleur que la terre qui lui sert à confectionner son moulage.

La connaissance du dessin doit être complétée par des notions élémentaires mais précises de calcul, de physique et même d'un peu de chimie, si l'on peut appeler "chimie" la connaissance de quelques symboles et réactions très simples. En effet il faut que le mouleur, s'il a des doutes sur le poids qu'on lui a indiqué pour une pièce, sur la contenance d'une poche, etc... puisse faire rapidement la détermination de ces poids et de cette contenance. S'il travaille aux pièces avec des systèmes de primes, des bonifications, etc... il faut qu'il puisse contrôler sa feuille de paie, se déclarer d'accord avec celle-ci et ne pas déranger à tort son chef d'atelier.

Enfin le calcul et la physique sont indispensables pour comprendre et déterminer l'importance des efforts qui s'exercent sur les noyaux, sur le dessus d'un moule, sur les parois, etc..., efforts qui sont les manifestations des principes de Pascal et d'Archimède; pour la détermination des proportions des constituants d'un alliage, etc....

Mais posséderait-il ces connaissances de calcul, de physique, de chimie et de dessin; aurait-il en outre une excellente conscience professionnelle; le bon mouleur ne serait pas encore parfait. Il lui faut de plus un très grand esprit d'observation et un bon jugement.

L'esprit d'observation lui permet en effet de déterminer quels sont les divers facteurs qui agissent pour la réussite de son travail, puis connaissant ces différents facteurs de les faire varier seuls, l'un après l'autre, en laissant tous les autres constants. Le bon jugement interviendra alors pour lui montrer l'influence de chacun des facteurs sur les autres.

Cette méthode qui consiste à faire varier successivement chacun des éléments d'une question en laissant les autres fixes et inchangés est la meilleure méthode d'expérimentation parce qu'elle est systématique.

On peut dire que fort peu d'ouvriers la connaissent et la comprennent et cela n'est pas extraordinaire car on ne leur en a jamais parlé. Cependant nulle part, comme dans notre métier cette méthode n'est fructueuse, car il est semé de tant de difficultés qu'un détail en apparence négligeable peut avoir des conséquences considérables.

Quelques exemples vont vous faire comprendre comment doit être suivie cette méthode.

Vous êtes vous quelquefois rendu compte de l'influence de l'humidité du sable sur la réussite de votre pièce ? Comment allez-vous procéder ? Rien n'est plus simple. Vous faites dans des chassés identiques deux moules de la même pièce, coulée et attaques absolument semblables ; les deux moules sont serrés de la même façon, autant que la chose est possible, avec le même sable mais mouillé différemment. Les deux moules seront coulés avec la même poche de fonte ; les défauts particuliers présentés par l'une des pièces seront le résultat de la trop grande humidité du sable.

L'inconvénient d'un coup de fouloir trop près du modèle

qui occasionne une galle est mis en évidence d'une manière analogue; de même pour les différents modes de coulée, de serrage, pour les diverses qualités d'enduits, de noirs, etc...

Enfin comme complément indispensable et des plus instructif, les pièces défectueuses seront examinées en détail, cassées, étudiées jusqu'à ce que les causes du défaut soient bien comprises; c'est le seul moyen de déterminer avec certitude le remède.

Leçon 3

Enoncer le principe de Pascal - Donner les démonstrations classiques : Le tonneau, la presse hydraulique.-

--oOo--

NOTIONS ELEMENTAIRES.- (I)

Forces de pression exercées par les solides.-

Considérons une brique pesant 2 Kgs, dont les dimensions sont:fig.1

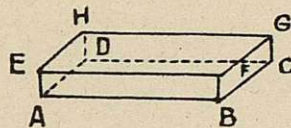


Fig 1

AB = 20 cm.
BC = 10 cm.
AE = 5 cm.

Posons-là sur un plan horizontal fig.2 sur lequel elle exerce une force de pression, ou force pressante ou poussée de 2 kilogrammes poids quelle que soit la face de soutien. Le plan horizontal, sous l'action de cette force, se déforme, la brique s'enfonce légèrement.

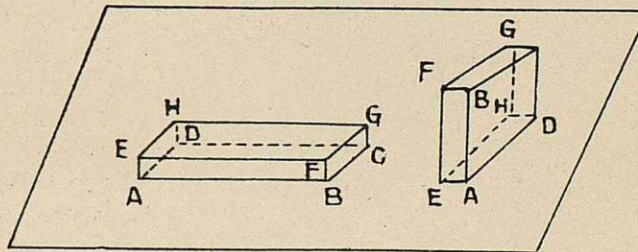


Fig. 2-

Mais on conçoit que, si la force pressante est répartie sur la plus grande surface A B C D, la déformation est plus petite que si la force est répartie sur la petite surface A D H E. Si le plan horizontal est constitué par une étoffe tendue, il pourra se faire que la brique soit soutenue quand elle repose par la face A B C D et que l'étoffe crève lorsqu'on prend pour appui A D H E. Si le plan est du sable, une couche de neige, etc... la brique s'enfonce moins lorsqu'elle repose sur sa grande face que si on la place de champ.

On est ainsi conduit à considérer une grandeur particulière qui contient à la fois l'idée de force et celle de surface sur laquelle elle est répartie ; cette grandeur est appelée la pression.

(I) Ces notions sont extraites et adaptées de l'ouvrage de P. Métral.

On appelle pression le quotient de la force pressante par la surface pressée. (ceci suppose évidemment la pression uniformément répartie).

Nous conserverons les noms de force de pression, force pressante, de poussée pour l'effort exercé sur une surface ; cet effort est évidemment le produit d'une pression par une surface.

Dans le cas de la brique, les surfaces des faces sont : 200 cm^2 , 100 cm^2 , 50 cm^2 . La pression prend les valeurs :

$$\frac{2 \text{ Kgs}}{200} \text{ soit } 0\text{Kg},01 \quad , \quad \frac{2 \text{ Kgs}}{100} \text{ soit } 0\text{kg},02 \quad , \quad \frac{2\text{Kgs}}{50} \text{ soit } 0\text{kg},04 \text{ par cm}^2$$

UNITES DE PRESSION.-

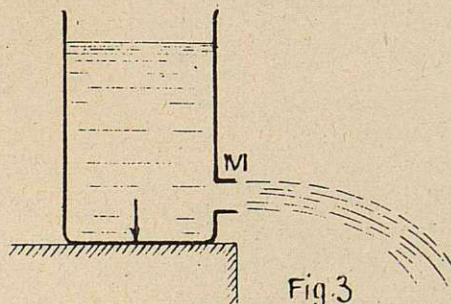
L'unité qui est encore la plus employée dans l'industrie est le kilogramme poids par centimètre carré.

EXISTENCE DE FORCES DE PRESSION DANS LES LIQUIDES.-

I.- Sur les parois.-

Les liquides exercent des forces de pression, des poussées non seulement sur le fond du récipient, comme le ferait un solide, mais encore sur les

parois latérales; si l'on pratique en M une ouverture le liquide ne se contente pas de couler inerte, mais il jaillit fig.3.



II.- A l'intérieur du liquide.-

Des expériences simples permettent de démontrer l'existence de ces forces de pression.

GRANDEUR DE LA FORCE DE PRESSION SUR LE FOND HORIZONTAL D'UN VASE.-

On démontre expérimentalement que :

" La force pressante sur le fond horizontal d'un vase est égale au poids du cylindre de liquide qui a pour base le fonds du vase et pour hauteur celle du liquide ".

C'est ainsi que la force de pression exercée sur le fond des vases représentés fig.4 est la même, la surface du fond et la hauteur de liquide contenu étant identiques, bien que leurs capacités soient très différentes.

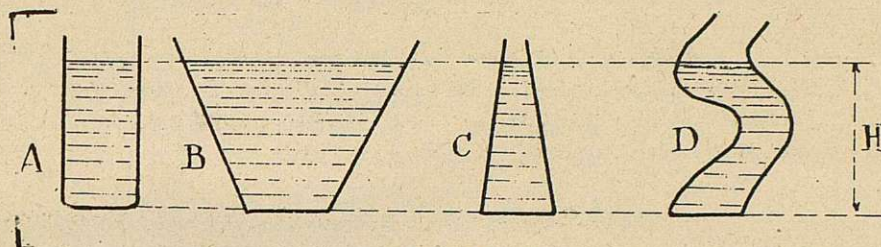


Fig. 4

GRANDEUR DE LA FORCE PRESSANTE SUR UNE PORTION PLANE DE PAROI.

On démontre que la force pressante sur une portion plane de paroi est égale au poids d'une colonne de liquide ayant pour base la surface de la portion plane considérée et pour hauteur la distance du niveau libre du liquide au centre de gravité de la surface plane.

Exemple. - Une porte d'écluse a pour largeur 4m ; l'eau s'élève jusqu'à 3 m. de hauteur. Quelle force pressante l'eau exerce t-elle ?.

La surface en contact avec l'eau est : $4 \times 3 = 12\text{m}^2$.

Le centre de gravité d'un rectangle se trouvant au point de concours des diagonales est donc au milieu de la hauteur, c'est-à-dire à 1m50.

La colonne liquide à considérer a donc pour volume : $12 \times 1,5$ soit 18m^3 et la poussée est de 18 tonnes-poids.

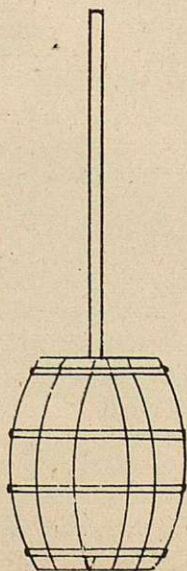


Fig. 5

INFLUENCE DE LA HAUTEUR DU LIQUIDE :

EXPERIENCE DU CREVE-TONNEAU DUE A PASCAL.-

L'expérience du crève-tonneau de Pascal montre bien l'importance de la hauteur des liquides dans les efforts de poussée qu'ils font subir aux surfaces des récipients qui les contiennent. On remplit un tonneau avec de l'eau et l'on fixe, sur le fond supérieur un tuyau de plomb vertical assez long fig.5.

Lorsqu'on verse de l'eau dans le tuyau, on fait éclater le tonneau, à condition bien entendu que le tuyau

soit suffisamment long. La quantité d'eau employée, pour arriver à ce résultat, est relativement petite si le diamètre du tuyau de plomb est faible. En effet seule la hauteur du tuyau compte dans la manifestation de l'effort sur une paroi, ainsi qu'on l'a vu au paragraphe précédent.

L'expérience du crève tonneau est l'image de ce qui se passe dans tous les moules de fonderie : le tonneau est remplacé par le moule qui doit contenir le métal ; le tuyau de plomb, par le jet de coulée.

L'expérience du crève-tonneau montre d'une façon brutale, globale l'influence de la hauteur ; l'exposé qui va suivre permettra de savoir exactement la façon suivant laquelle cette influence agit et par conséquent d'en prévoir les effets.⁽¹⁾

(1) Leçon 5

Leçon 4

MOULAGE - GENERALITES.-

Conditions générales à réunir pour la réussite des moulages.- Stabilité - Ancrage - Résistance à la poussée du métal dans les différentes directions - Principe de Pascal - Consolidation des moules - armatures - Perméabilité - tirage d'air - Sables appropriés pour les fabrications de série - Evacuation des gaz dans les grands moules - Compressibilité des moules et des noyaux - Evidements - Armatures élastiques - Noyaux à vert, à la résine - Destruction provoquée du moule.-

--oOo--

La deuxième leçon a fait ressortir les qualités d'un bon mouleur, qualités imposées par les grandes difficultés de notre profession. On examinera au cours de cette leçon les plus importantes des précautions à prendre pour surmonter ces difficultés et obtenir des pièces saines et d'un bel aspect.

RESISTANCE DU MOULE AUX PRESSIONS.-

Un moule ainsi qu'on l'a vu, est un récipient en sable ou en terre qui doit recevoir un liquide métallique et chaud l'alliage fondu. Cette alliage est en général lourd (exception faite pour l'aluminium) et par conséquent son poids exerce des pressions sur les différentes parois du moule.

A ces pressions viennent s'en ajouter d'autres qui sont occasionnées par la surcharge que créent les coulées et les évents sur le métal contenu dans le moule tant que ce métal est liquide. Ces efforts sont l'application immédiate, ainsi qu'on l'a exposé leçon 3 et qu'on le précisera leçon 5, du principe de Pascal qui dit que:

" Toute pression exercée à la surface d'un liquide se transmet entièrement et dans tous les sens dans ce liquide "

L'existence d'efforts dans un moule, efforts importants qui agissent dans tous les sens, sur tous les points de la surface du moule, obligent à prendre les diverses précautions suivantes pour éviter des déformations du moule sous l'influence de ces pressions:

a)- placer les moules pour la coulée sur des surfaces d'appuis planes et résistantes, pour éviter leur défonçage. La plupart du temps cette surface d'appui est constituée par une couche en sable meuble, sur laquelle on " rode " le moule pour assurer un contact régulier du fond et de la couche.

b)- charger les moules avant la coulée pour empêcher le soulèvement des chapes, dessus, etc...

Pour les petits et moyens efforts on se contente de déposer sur le dessus du moule des gueuses, des gueusets, des lopins ou des poids de charge.

Lorsque les efforts de soulèvement deviennent très importants la surcharge déposée sur le dessus est toujours complétée par un système de barres boulonnées, reliant le fond, les chapes et le dessus. Le chargement prend le nom d'ancrage.(1)

c)- consolider au moyen d'armatures, de crochets, de clous, de pointes, de supports, de barres, etc... toutes les parties du moule pour lesquelles le sable serait insuffisant pour résister tout seul aux efforts produits par la coulée.

Ces armatures ne doivent cependant pas être très nombreuses pour plusieurs raisons. Elles compliquent le travail de l'ouvrier et le rendent plus difficile : elles augmentent le prix de la pièce moulée puisqu'il faut plus de matériel pour la confectionner et que l'ouvrier passe plus de temps à son exécution ; enfin elles contrarient un facteur important de la réussite des moulages : la perméabilité du moule aux gaz engendrés lors de la coulée.

PERMEABILITE DU MOULE ET DES NOYAUX.-

La perméabilité est un des facteurs les plus importants de la réussite des moulages. C'est dans un manque ou dans une insuffisance de perméabilité que se trouve la source de nombreux défauts : dartres, galles, refus, effets Léonard, etc...

Il faut avant tout s'entendre nettement sur le mot " perméabilité " qui est bien souvent à tort remplacé par le mot " porosité ". On entend dire très souvent " ce noyau est poreux ", alors qu'on devrait dire " ce noyau est perméable " En effet :

- Un corps est poreux lorsqu'il présente des espaces vides non communiquant entre eux.

(1) Les applications seront examinées lors de l'étude du moulage en terre, leçon 36^{bis} même cours

- Un corps est perméable lorsqu'il présente des espaces vides communiquant entre eux.

Ainsi une éponge de fer peut être poreuse mais parfaitement imperméable. (aux faibles pressions adoptées comme comparaison).

Les différents facteurs qui influent sur la perméabilité sont :

- la réfractairité du sable du moule, il est bien évident que si le sable fond sous l'action de la chaleur du métal, les gaz ne peuvent plus s'échapper.

- la grosseur et la forme des grains de sable ; un sable à grains fins ou qui contient beaucoup de poussières ne présente que très peu d'intervalles libres entre les grains, puisque les grains fins et la poussière viennent boucher les espaces qui pourraient se trouver entre les gros grains.

- le serrage ; on comprend très bien qu'en serrant fortement un moule, on rapproche les grains très près les uns des autres et par suite les intervalles entre les différents grains deviennent très petits.

- le tirage d'air.- Ces deux derniers facteurs, le serrage et le tirage d'air, sont les deux plus importants, qui soient à la disposition du mouleur. Celui-ci devra tirer de l'air à l'aiguille dans tous les endroits fortement chauffés par le métal, serrer de loin et bien atteindre régulièrement le modèle aux doigts pour obtenir la perméabilité maximum.

Comme le tirage d'air à l'aiguille est une opération longue et délicate, on peut dans les fabrications de série la supprimer par l'utilisation de sables spéciaux. Ce sont ou bien des sables à gros grains, ou bien des sables ordinaires de moulage auxquels on additionne du sable siliceux très perméable, ou bien des sables naturels, qui contiennent peu d'argile et qui pour ce fait sont appelés " sables maigres ". On sait, en effet que l'augmentation de la teneur en argile d'un sable diminue sa perméabilité et réciproquement.

Dans les gros moulages et les moulages à découvert la perméabilité prend une importance plus grande encore. On augmente celle-ci en prévoyant des lits de coke, des tubes d'évacuation qui conduisent directement les gaz formés à l'extérieur du moule. Toutes ces précautions seront examinées en détail lors de l'étude de ces moulages.

L'étude du noyautage (I) a fait ressortir la nécessité d'une très grande perméabilité pour les noyaux qui sont la plupart du temps des parties de sable très chauffées. On a vu à ce moment les précautions qu'il est indispensable de prendre à ce sujet lors de la fabrication des noyaux. On verra un peu plus loin comment et pourquoi ces mêmes précautions doivent être complétées au cours du remoulage.

COMPRESSIBILITE DU MOULE ET DES NOYAUX.-

Il a été indiqué plus haut que le moule et les noyaux doivent être suffisamment durs et résistants pour ne pas se déformer sous l'action des pressions engendrées par la coulée du métal. Mais d'autre part les moules et les noyaux ne doivent pas être trop durs sinon :

- ils diminuent la perméabilité, comme on l'a exposé dans le précédent paragraphe.

- et ils s'opposent au retrait du métal.

Or il faut que dans la coulée d'une pièce, le retrait se fasse librement, sinon on risque d'obtenir une pièce ou complètement cassée, ou criquée, c'est à dire fendue. En un mot, le moule et surtout les noyaux, doivent être suffisamment compressibles pour que le retrait de la pièce puisse se faire sans rencontrer de résistances trop considérables.

On facilite la compressibilité des noyaux en ménageant à l'intérieur de ceux-ci des évidements qui augmentent également la perméabilité.

Lorsque ces évidements deviennent très grands et risquent de provoquer la rupture du noyau, on les remplit de coke, de torons, de paille, de sable siliceux, etc...

Les armatures doivent être étudiées avec le plus grand soin, ne pas passer trop près de la pièce et ne pas s'opposer au retrait ; la meilleure solution consiste, chaque fois qu'on le peut à placer les parties rigides des armatures dans les portées extérieures à la pièce.

Le serrage des noyaux est délicat car il doit être suffisamment fort, pour que ceux-ci ne se désagrègent pas à la coulée, sans cependant être trop élevé, car les noyaux seraient incompressibles et imperméables.

(I) Cours A. Leçon 29 en particulier.

Chaque fois qu'on le peut on utilise des noyaux en sable vert ; pour les métaux très fragiles à chaud, en particulier l'acier et l'aluminium, ces noyaux à vert sont très employés ainsi que des noyaux agglomérés à la résine, cette dernière ayant la propriété de ramollir le noyau à la coulée. Mais souvent ces précautions sont encore insuffisantes : on doit recourir à des moyens spéciaux (refroidisseurs) et en particulier au débouillage à chaud des parties de moule ou de noyaux qui contrarient le retrait.

Leçon 5

Suite de la leçon n°3

--oOo--

PRESSIONS A L'INTERIEUR D'UN LIQUIDE - TRANSMISSION DES PRESSIONS.

La pression a la même valeur en tous les points d'un plan horizontal mené dans un liquide en repos.

Prenons un vase, un manchon de verre et un disque plan de verre désigné sous le nom d'obturateur. Le vase contenant de l'eau, plaçons sur l'obturateur un poids, 350 gr. par exemple et descendons le système en maintenant l'obturateur fermé au moyen d'un fil, presque jusqu'au fond du vase. (fig.1)

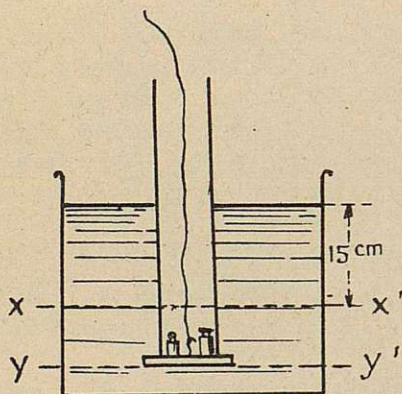


Fig.1

en y y' par exemple. Le vase étant suffisamment profond nous constatons qu'avant d'arriver en y y' la poussée exercée par l'eau est suffisante pour maintenir à elle seule l'obturateur contre le manchon de verre et nous abandonnons le fil.

Soulevons très lentement le manchon de verre ; lorsque nous atteignons un certain niveau x x' par exemple l'obturateur tombe brusquement. La distance entre x x' et le niveau libre est environ 15 cm. Recommencons en

un autre point avec le même poids, nous constaterons que le disque tombe toujours au même niveau. La force pressante sur une surface égale à celle du disque est donc la même tout le long du niveau x x' ; il en serait évidemment de même pour un disque qui aurait 1 cm² de surface, la pression est donc constante dans tout le plan horizontal x x'.

MESURE DE LA PRESSION SUR UN PLAN HORIZONTAL A L'INTERIEUR D'UN LIQUIDE.-

Dans l'expérience précédente, le manchon de verre a pour diamètre extérieur 5 cm,4. La surface de l'obturateur que nous devons considérer est celle découpée sur ce dernier par le manchon. En effet la partie du disque qui déborde le manchon n'intervient pas puisque l'eau du vase la presse également sur les deux faces supérieure et inférieure.

Cette surface est donc :

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,1416 \times 5,4^2}{4} = 22 \text{ cm}^2,9 \text{ environ}$$

La pression étant la même sur chaque centimètre carré du disque est le quotient de la force pressante, celle qui équilibre les 350 grammes, par la surface, soit :

$$350 : 22,9 = 15 \text{ gr. environ.}$$

Ce poids est égal à celui d'un cylindre d'eau de base 1 cm² et de hauteur 15 cm. Or la distance verticale expérimentale entre x x' et la surface libre est précisément 15 cm. On peut donc énoncer le principe suivant :

" La pression en un point situé à l'intérieur d'un liquide est égale au poids d'un cylindre liquide de base 1 centimètre carré et de hauteur égale à la distance verticale du point au niveau libre ".

TRANSMISSION DES PRESSIONS.-

Prenons un vase à plusieurs trous fig.2 munis de petits tubes en U contenant du mercure qui fonctionnent comme des manomètres. (I) Le vase étant complètement plein ainsi que les

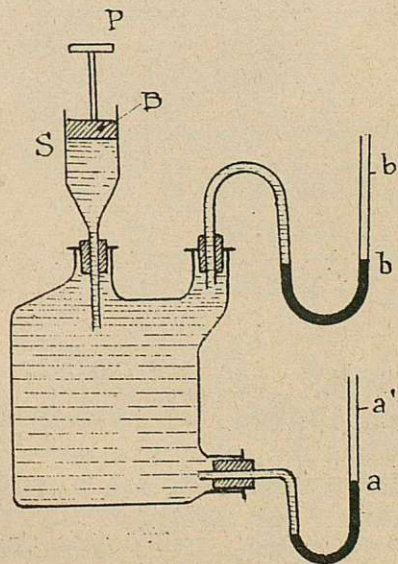


Fig.2

branches de gauche des tubes en U, nous exerçons en S une pression au moyen d'un bouchon de caoutchouc B que nous chargeons d'un poids P.

Ayant au préalable repéré la position du mercure dans les deux tubes, soit a et b, on constate qu'après augmentation de la pression il est monté de la même quantité a a', bb' dans les divers manomètres. Il y a bien eu transmission de la pression.

(I) Voir cours A leçon 36.

PRINCIPE DE PASCAL.-

On peut donc dire que : Si une pression supplémentaire est appliquée en un point d'un liquide, en tous les autres points la pression est augmentée de la même quantité ; c'est ce que Pascal a exprimé en disant que " les liquides transmettent les pressions". Ainsi s'énonce le principe qui porte son nom.

APPLICATION DU PRINCIPE DE PASCAL A LA PRESSE HYDRAULIQUE.-

Considérons deux cylindres A et B (fig.3) communiquant par le bas et soient S et S' leurs sections en centimètres carrés. Mettons de l'eau dans ces récipients et appliquons à

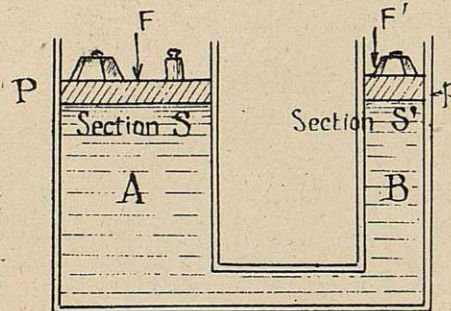


Fig.3

l'aide de poids posés sur les pistons P et p des forces F' et F, telles que les deux pistons soient rigoureusement au même niveau.

S'il en est ainsi c'est que les pressions en A et en B sont les mêmes. Or

ces pressions sont :

- pour A : $\frac{F}{S}$

- pour B : $\frac{F'}{S'}$ et nous avons : $\frac{F}{S} = \frac{F'}{S'}$

Si $S = 100 S'$, F vaudra 100 F' et une force de 1 kilogramme-poids appliquée du côté B équilibrera une force de 100 Kilogrammes-poids du côté A. Avec une force de 1 kg. appliqué en B nous soulèverons 100 Kg. placés en A. On voit donc qu'en donnant à S une très grande surface par rapport à S' et en faisant agir sur p une très grande force on créera sous P un effort considérable.

C'est ainsi que si : $S' = 10 \text{ cm}^2$ $F' = 500 \text{ Kgs}$
 $S = 3000 \text{ cm}^2$

l'effort sur P sera : $F = 150.000 \text{ Kgs.}$

C'est ce principe qui est appliqué dans la presse hydraulique.

APPLICATIONS EN FONDERIE DU PRINCIPE DE PASCAL.-

Ces applications qui sont nombreuses et très diverses seront vues dans les leçons 7.9.II.

NOTE.-

LIAISON DU PRINCIPE D'ARCHIMEDE AU PRINCIPE DE PASCAL.-

Le principe d'Archimède n'est autre que la généralisation du principe de Pascal. Le principe d'Archimède s'énonce ainsi que nous l'avons vu : (I)

" Tout corps plongé dans un liquide éprouve de bas en haut, une poussée égale au poids du liquide déplacé ".

Cette poussée n'est autre chose que la résultante des pressions que le liquide exerce sur la surface du solide.

(I) Voir cours A. Leçons 30 et 32.

Leçon 6CHASSIS.-

Définition - Conditions auxquelles doivent satisfaire les chassis - Différents genres de chassis : au point de vue de la forme, au point de vue des matériaux dont ils sont constitués.- bois, chassis du Vimeux, acier coulé, fer profilé, tôle, aluminium, ouvrants : bois ou métalliques.- Avantages et inconvénients

--oOo--

DEFINITION.-

Un chassis est un cadre rigide, employé en fonderie pour contenir, manoeuvrer et soutenir le sable constituant un moule ou une partie d'un moule.

QUALITES D'UN BON CHASSIS.-SOLIDITE.-

La première qualité d'un chassis est d'être solide, robuste et rigide, pour résister au traitement brutal qu'il subit en fonderie. Cette qualité est encore plus importante dans le moulage mécanique et dans celui des grosses pièces.

LEGERETE.-

Un bon chassis devra être aussi léger que le permettra la condition précédemment énoncée, c'est à dire la solidité. Plus un chassis est léger, plus il est facile à manoeuvrer et par conséquent plus grande peut être la production de l'ouvrier qui l'utilise.

EXACTITUDE.-

Les chassis doivent donner des moules sans variation. On satisfait à cette condition en prévoyant sur les chassis un repérage aussi exact que possible, repérage qu'il est très difficile de conserver précis par suite du traitement brutal que subissent les chassis.

RUGUOSITE.-

La surface intérieure des châssis sera rugueuse pour que le sable qu'ils doivent contenir ne glisse pas le long des parois.

On augmente l'adhérence du sable aux parois par des rebords, des nervures, etc.. disposées à l'intérieur des châssis.

PRIX DE REVIENT.-

Les châssis sont un outillage important, coûteux dans les fonderies et il est bien évident qu'on doit les faire aussi économiquement que possible, étant bien entendu que les autres qualités seront respectées.

DIFFERENTS GENRES DE CHASSIS.-1°) Au point de vue technologique.-

Un châssis complet est composé de deux parties : la partie inférieure s'appelle le dessous, la partie supérieure le dessus. Mais souvent deux parties de châssis ne suffisent pas : les parties intermédiaires prennent le nom de chapes.

Quelquefois, surtout en Belgique, on appelle chape la partie supérieure.

2°) Au point de vue de la forme.-

On rencontre :

- les châssis carrés ou rectangulaires,
- " " polygonaux,
- " " ronds,

dont on verra les avantages et les inconvénients ultérieurement.

- les châssis de forme qui prennent le nom de :

- châssis coupés, lorsque la surface de séparation du châssis n'est pas plane, ceci dans le but de suivre un joint gauche ou de laisser dépasser une portée de noyau.

- châssis à charnières, lorsqu'ils s'ouvrent par un mouvement de rotation.

- châssis universels lorsqu'ils sont composés d'éléments démontables qui s'assemblent au moyen de boulons, en cotés, chapes, dessus etc... de différentes dimensions donnant ainsi des châssis de différentes dimensions également.

-chassis ouvrants, lorsqu'ils s'ouvrent de manière à laisser sur place le moule qu'ils contiennent, moule qui prend alors le nom de motte.

3°) Au point de vue des matériaux qui constituent les chassis.-

Les conditions de solidité, de légèreté, de faible prix, et de facilité de fabrication fixent dans la plupart des cas le choix de la matière première à utiliser pour la fabrication

a) Bois. - Les chassis en bois sont très employés en Amérique, peu en France. Ils ont l'avantage d'être très légers d'être faits et transformés rapidement suivant les besoins. Ils présentent l'inconvénient de brûler quelque peu s'il y a une fuite ; mais on peut faire ignifuger le bois.

Leur fabrication est très simple. Ils sont faits généralement en sapin d'une épaisseur variant de 30 à 80 mm ; les deux grands cotés sont généralement terminés par une partie amincie de dimension convenable pour servir de poignées, tandis que les petits cotés, armés par des tirants en fer rond, viennent s'encaster dans les grands (voir fig. 1 Leçon 17).

Dans la région française du Vimeu (Somme), où les chassis en bois sont très employés pour la coulée debout, les deux petits cotés qui présentent l'ouverture de coulée sont métalliques.

b) Fonte. - On les examinera dans la leçon 8 très en détail.

c) Acier coulé. - Les chassis en acier coulé sont les chassis de choix de la fonderie. En effet, le métal qui les constitue étant très résistant on peut les faire très minces et par suite très légers, il suffit de les nervurer de place en place pour les renforcer sans les alourdir. Tous les accessoires, poignées, tourillons, oreilles etc.. peuvent venir d'une pièce avec le chassis.

Malheureusement l'emploi de ces chassis, très répandu en Amérique est encore trop limité en France aux fonderies d'acier qui seules ont facilement le métal à leur disposition. La forme de ces chassis ne diffère pas de celle des chassis en fonte l'épaisseur des parois est seulement plus faible.

d) Fer profilé. - Le chassis en fer profilé est généralement employé dans les fonderies qui ne peuvent, par suite de la nature de leur industrie, couler leurs chassis elles-mêmes et en particulier les fonderies de bronze et de laiton.

En général, ils sont exécutés en fer plié, soudé ou rivé dans les angles - (voir fig.3 leçon 17). On peut leur faire un reproche grave : ils ne sont pas assez résistants pour ne pas se déformer sous l'action du serrage et de l'étuvage.

En effet ils sont généralement d'une hauteur très faible qui impose un serrage très énergique, lequel oblige d'étuver dans beaucoup de cas où on aurait pu s'en passer. Ils ont par contre l'avantage d'être très légers.

e) Tôle. - Les châssis en tôle ou châssis de tôlerie ne sont pour ainsi dire pas employés dans notre pays.

Les châssis en tôle sont très légers tout en étant suffisamment robustes. Ils sont d'une hauteur suffisante pour convenir à de nombreux cas, l'emploi des barres est très facile par soudure, pour les châssis étudiés pour des moulages de série, ou grâce aux trous qui peuvent être percés dans la paroi. L'adhérence du sable aux parois est obtenue par la forme de celles-ci qui sont ondulées. La fig.1 représente un châssis de tôlerie pour une fabrication de série avec barres, tourillons, oreilles soudées et poignées mobiles.

f) Aluminium. - Les châssis en aluminium seraient préférables à tous les autres, si ce n'était leur prix de revient. Légers, solides, ils peuvent être exécutés d'une seule pièce, avec tous leurs accessoires : oreilles, poignées, etc..., dans les meilleures conditions par simple moulage. Cette question de prix perd une partie de son importance dans les fonderies d'aluminium, car on peut les faire sur place avec un métal dont on trouve toujours le réemploi, et le nombre des châssis dont on a besoin est très faible, les coulées ayant lieu à intervalles très rapprochés. Ce cas se trouve beaucoup plus répandu maintenant dans les autres genres de fonderie avec l'organisation de la coulée continue.

CAS PARTICULIER DES CHÂSSIS OUVRANTS.

Les châssis ouvrants peuvent être tout en bois, tout en métal, ou en bois et en métal. Ces derniers se présentent sous l'aspect des figures 2 et 3.

Les châssis ouvrants en fonte, en bronze ou en aluminium sont tout à fait analogues à ceux représentés fig.2 et 3, les épaisseurs seules sont réduites. Les châssis ouvrants tout en bois ressemblent aux châssis bois non-ouvrants, les deux petits cotés étant simplement rendus solidaires des grands au moyen de clavettes (voir fig.2 leçon 17).

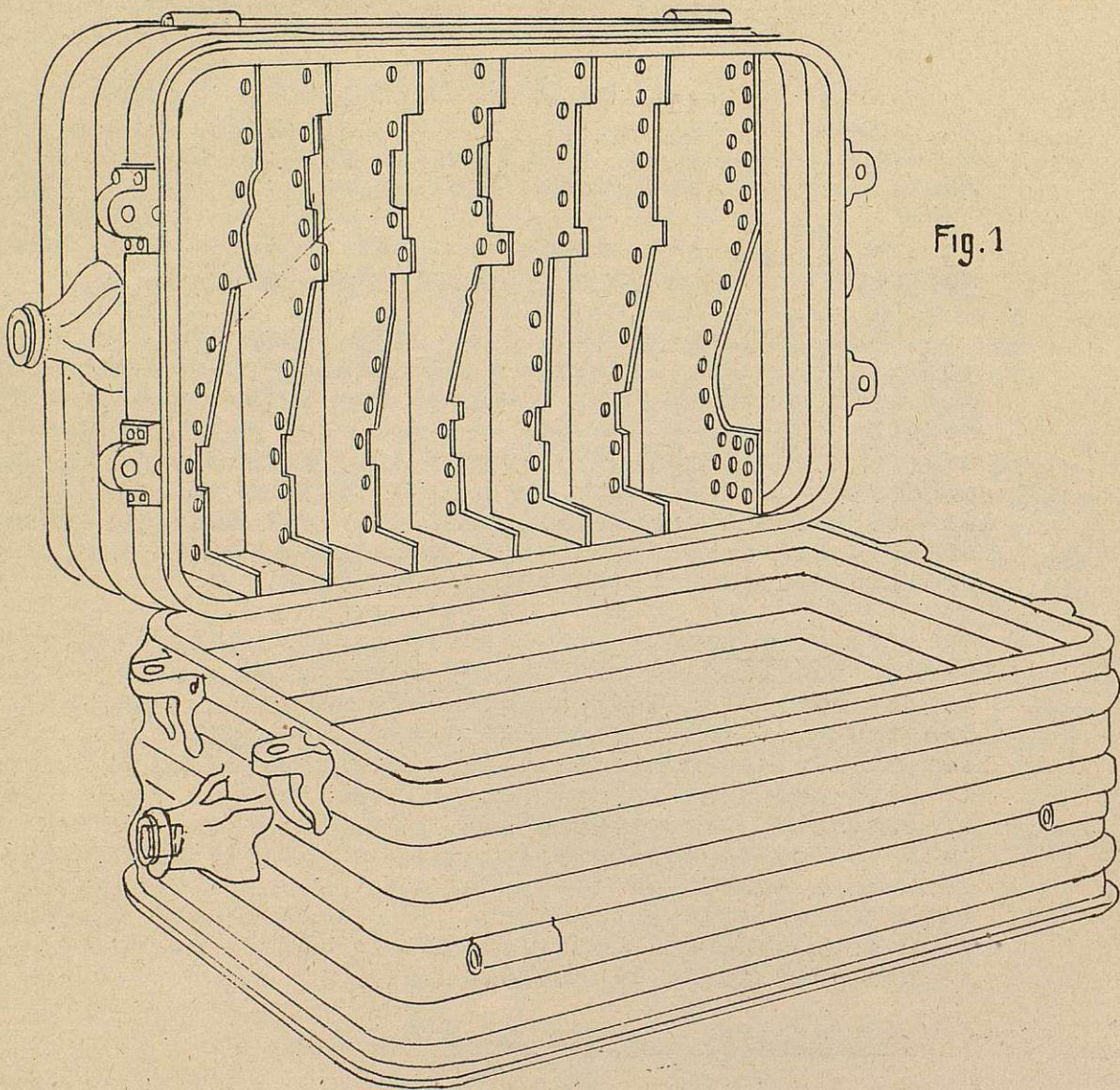


Fig. 1

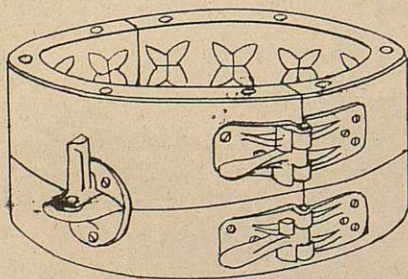


Fig. 2

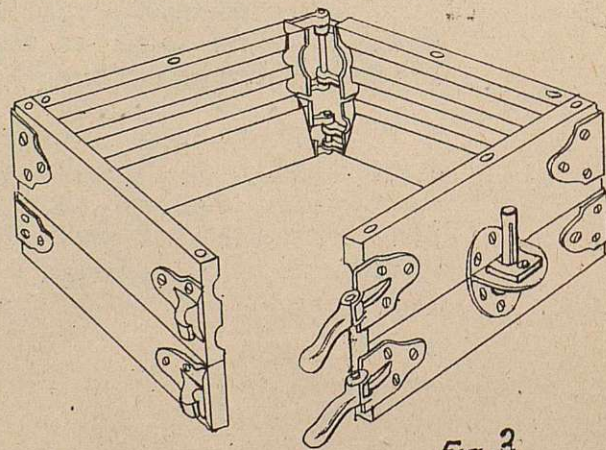


Fig. 3

Leçon 7

Applications en fonderie du Principe de Pascal.-
Efforts de Soulèvement, de défoncement - Efforts sur les parois.-

--oOo--

PRESSION SUR LE DESSUS.-

EFFORT DE SOULEVEMENT SUR LE DESSUS D'UN MOULE.-

Considérons une pièce quelconque moulée ainsi que l'indique la fig. I et cherchons à déterminer l'effort total subi par le dessus lorsque le moule est plein de métal liquide.

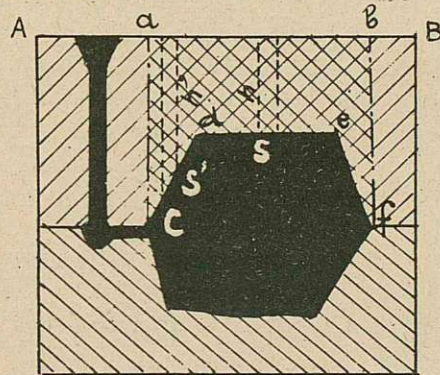


Fig I

Cet effort est égal à la somme des pressions que subit chacun des points de la surface de l'empreinte dans le dessus au contact du métal liquide : S S'...

Or nous savons calculer la pression en chacun de ces points (leçon 5). Elle est en effet égale au poids d'une colonne de liquide ayant pour base 1 cm^2 et pour hauteur la distance verticale du point considéré à la surface libre du liquide.

En S c'est donc : $l \times h \times d$, d étant la densité du liquide, en S' c'est $l \times h' \times d$. Il en est de même pour chacun des points de la surface de l'empreinte dans le dessus; si bien que :

" L'effort de soulèvement sur le dessus est en kilogrammes, le poids du cylindre tronqué dont la base est déterminée sur le plan de charge A B par la projection du contour de joint et dont le sommet est limité par la forme de la pièce dans le dessus ".

Dans l'exemple représenté fig. I la base du cylindre est a b, et son sommet la surface c d e f. L'effort de soulèvement correspond au poids du cylindre hachuré en hachures croisées, cylindre en métal identique au métal coulé dans le moule.

Le principe donné plus haut peut conduire à des calculs compliqués. On admettra les simplifications suivantes qui faciliteront les calculs :

1°) La surface de joint s'il elle n'est pas plane sera ramenée à un plan en prenant la moyenne des distances du contour de joint au plan de charge, étant entendu que le plan de charge est le plan supérieur de la coulée, c'est-à-dire la surface libre.

Ainsi si nous avons un contour de joint dont une partie est à 300 m/m du plan de charge et l'autre partie à 500 m/m, on admettra que la surface de joint est plane et se trouve à 400 m/m du plan de charge.

2°) L'effort de soulèvement sera déterminé comme suit :

On calculera le poids du cylindre de métal ayant comme base la projection sur le plan de charge de la surface de joint (supposée plane) et comme hauteurs les distances du plan de charge au plan de joint et aux différents points de l'empreinte de la pièce dans le dessus.

REMARQUE.-

1°) Dans tout cet exposé on a supposé le joint sans bavure. Dès qu'il y a bavure la surface de la pièce au joint augmente et l'effort de soulèvement également.

2°) L'effort réel de soulèvement, celui qu'il faut équilibrer par des surcharges placées sur le moule n'est pas encore celui déterminé au paragraphe précédent. Il faut en retrancher le poids des chassiss de dessus et le poids du sable serré dans ces chassiss. (I)

APPLICATIONS.- Leçon 9.-

PRESSION SUR LE DESSOUS.-

EFFORT DE DEFONCEMENT SUR LE DESSOUS D'UN MOULE.

Si nous appliquons le raisonnement précédent à chacun

(I) Note.- La surcharge ne sera pas placée en un point quelconque sur le dos du moule : elle devra être répartie en tenant compte de la position du centre de pression, c'est-à-dire du centre de gravité du cylindre représentant l'effort de soulèvement, de manière à éviter la formation d'efforts parasites : rotation autour d'un des cotés du chassiss.

des points $s, s' \dots$ de la surface du dessous nous voyons que la pression en chacun de ces points est encore égale au poids d'un cylindre de hauteur h, h' --- distance du point considéré au plan de charge AB , et de base 1 cm^2 fig.2.

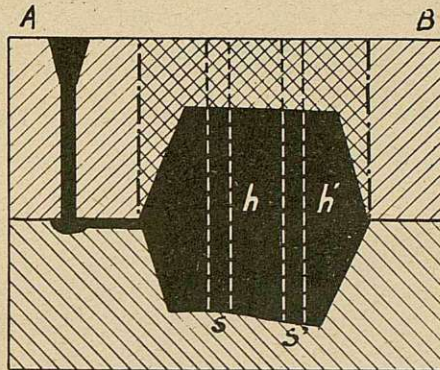


Fig. 2

l'effort de soulèvement sur le dessus. Comme on calcule toujours l'effort de soulèvement, lorsqu'on aura besoin de déterminer l'effort de défoncement il suffira d'y ajouter le poids de la pièce coulée, ou plus exactement surtout si les coulées sont importantes, le poids de métal coulé dans le moule.

APPLICATION.- Leçon 9.-

PRESSION ET EFFORTS SUR LES PAROIS.-

L'application du même raisonnement que précédemment conduit facilement à la connaissance de la pression en divers points des parois. Il suffit de déterminer le poids de la colonne de liquide ayant 1 cm^2 de base et comme hauteur la distance du point considéré au plan de charge.

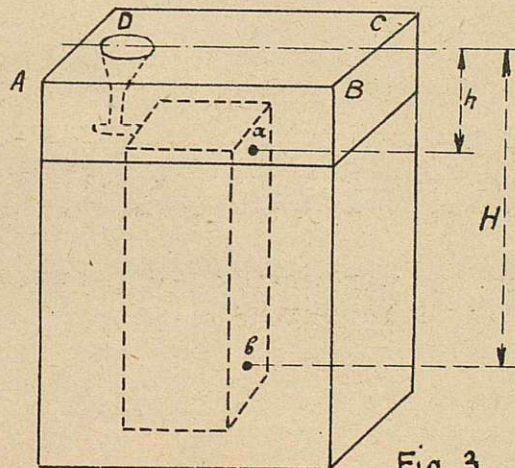


Fig. 3

En a la pression est égale à $h \times d$, en b elle est représentée par $H \times d$, le plan de charge étant A B C D.

De l'observation de ces résultats on tire un enseignement pour le serrage des parois latérales: celui-ci doit être plus intensif dans les parties profondes que dans les régions hautes si l'on veut éviter des pénétrations du métal dans les parois de sable.

Enfin l'effort total sur une paroi latérale sera égal au poids en kilogrammes d'un cylindre de métal ayant pour base la projection sur un plan vertical de la surface de l'empreinte intéressant cette paroi, dont les génératrices sont les lignes de projection (1), leur longueur étant donnée par la distance rabattue des différents points de la courbe de projection au plan de charge (2).

(1) Note. Il est à remarquer que le sommet qui contient l'extrémité de toutes les génératrices est un plan à 45° .

(2) Note.- Ce dernier paragraphe sera exposé seulement si le niveau de l'auditoire le permet.

Leçon 8

CHASSIS (Suite) - Chassis en fonte.

Etude des accessoires de chassis - Oreilles, poignées, tourillons, barres - Etude du repérage.-

Fabrication des chassis en fonte - Différents types de modèles à employer : Tourillons, poignées, cadres - Modèle métallique - cadre en bois - cadre métallique - Différentes saillies produites par noyaux -
- Formes à donner aux chassis - Qualités spéciales des chassis pour moulage mécanique.-

--oOo--

On s'occupe plus spécialement dans cette leçon des chassis en fonte, celle-ci étant le plus fragile de tous les matériaux employés à la fabrication des chassis.

CHASSIS EN FONTE.-

Ces chassis constituent la grande majorité des chassis utilisés en fonderie. Cet emploi considérable est dû aux causes suivantes : la fonte est bon marché et elle est presque toujours à la disposition des fonderies, exception faite pour les fonderies de bronze et d'aluminium ainsi qu'on l'a vu précédemment.

La fonte a de très grands inconvénients dans cette application : elle est lourde et fragile. Aussi les chassis en fonte doivent être renforcés par des nervures et des barres appropriées lorsque leurs dimensions deviennent un peu grandes et ils sont toujours pesants.

ACCESSOIRES DES CHASSIS EN FONTE.-

OREILLES-

En raison de la fragilité du métal, les oreilles doivent être bien raccordées aux parois et très épaisses. On doit leur donner une épaisseur comprise entre 25 et 30 m/m et les décaler sous le plan de joint des chassis de 5 m/m au minimum pour permettre la fixation de goujons à embase (fig.1). Quant à la forme, les figures 2, 3 et 4 représentent des types d'oreilles recommandables.

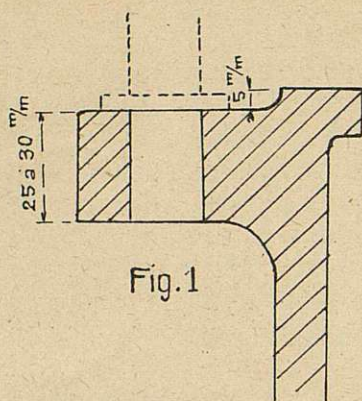


Fig. 1

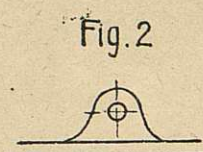


Fig. 2

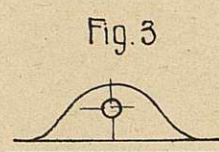


Fig. 3

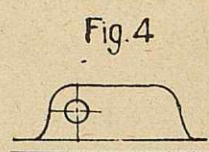


Fig. 4

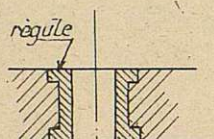


Fig. 5

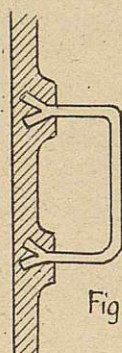


Fig. 6

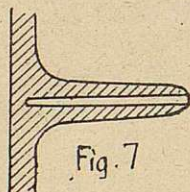


Fig. 7

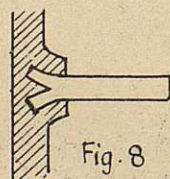


Fig. 8

Les oreilles peuvent être simplement percées d'un trou rond qui reçoit ou permet le passage du goujon ou réglées.

Le réglage de l'oreille donne un repère supérieur au précédent car le réglage peut être entretenu et remplacé lorsqu'il prend du jeu. Les châssis à oreilles réglées sont le plus souvent réservés au moulage à vert bien que l'on connaisse des règles qui résistent aux températures de l'étuvage. La forme des trous destinés au réglage doit se rapprocher de celle donnée fig. 5, car le retrait agit alors pour faire tenir le règle dans son logement.

La forme et l'épaisseur des oreilles des châssis en acier coulé et en aluminium a moins d'importance par suite de la moins grande fragilité de ces métaux.

POIGNEES.— On distingue :

- les poignées à anses
- " " droites
- " " mobiles ou postiches.

a) Poignées à anses.— Elles sont employées le plus souvent dans des petits châssis manœuvrés à la main et constituées par un morceau de fer de 12 à 16 mm de diamètre. Celui-ci est soudé dans l'épaisseur du châssis qui est renforcée aux deux attaches de la poignée par des bossages (fig. 6)

On les obtient par noyaux (voir plus loin, leçon 15 même cours).

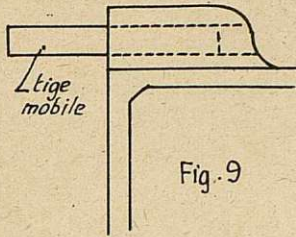


Fig. 9

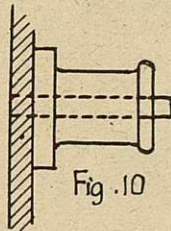


Fig. 10

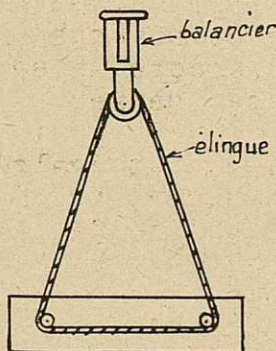


Fig. 11

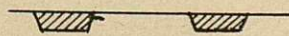


Fig. 12

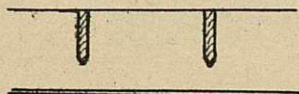


Fig. 13

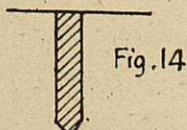


Fig. 14

b) Poignées droites. - Ce sont des tiges métalliques cylindriques ou légèrement coniques de dimensions convenables pour être saisies commodément à la main et aux appareils de levage.

Dans les chassis en acier ou en aluminium, elles peuvent être du métal du chassis. Dans les chassis fonte elles doivent être renforcées par une tige de fer, noyée dans la fonte ou bien être entièrement rapportées en acier ce qui est encore préférable (fig. 7 et 8). De toutes façons les poignées sont obtenues par noyaux (voir plus loin).

c) Poignées postiches ou mobiles. - Ce sont des tubes ou des tiges de fer mobiles, qui viennent s'emmancher dans des trous obtenus par noyautage dans les cotés des chassis (fig. 9).

TOURILLONS - Les tourillons sont de grosses poignées droites destinées aux grands chassis et qui servent surtout au retournement de ces chassis. Les tourillons peuvent être rapportés sur un chassis fonte; ils sont alors en acier d'une pièce avec une grande plaque d'assise qui permet de les river au chassis. Quand ils viennent d'une pièce avec un chassis fonte il faut les renforcer par une tige d'acier noyée dans la fonte (fig. 10); avec des chassis en acier il n'y a aucune précaution particulière à prendre.

Toutes les fois que cela est possible, on préfère remplacer les tourillons par des poignées droites d'une force suffisante pour supporter le poids du chassis, et utiliser pour le retournement un balancier à poulie et des élingues fermées (fig. 11).

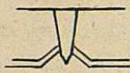


Fig. 15

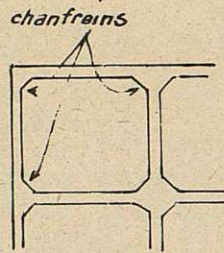


Fig. 16

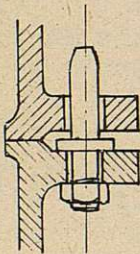


Fig. 17

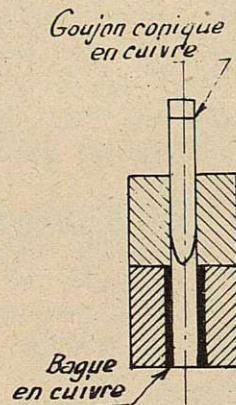


Fig. 18

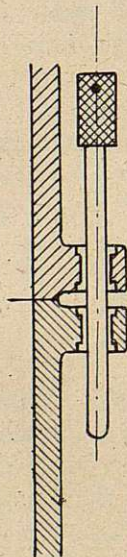


Fig. 19

Barres. - Les barres des chassiss servent à renforcer les chassiss pour leur permettre de résister aux divers efforts qu'ils subissent ; elles servent également d'armatures au moule pour aider au démoulage, maintenir le sable suspendu et lui permettre de résister aux pressions créées par la coulée.

On distingue les barres plates, c'est à dire celles qui sont dans le plan du dos du chassiss (fig.12) et les barres verticales, c'est à dire perpendiculaires à ce plan (fig.13). Les barres verticales sont de beaucoup préférables aux premières tant pour le moulage à la main que pour le moulage mécanique au point de vue de la facilité de serrage.

Les barres verticales doivent être plus épaisses au dos du chassiss pour se terminer en biseau à l'intérieur de ce chassiss (fig.14) ; ceci facilite encore le serrage et évite les fausses serres.

Dans ce but également les croisements de barres doivent être échancrés (fig.15). Enfin les barres doivent se raccorder entre elles et aux parois par des chanfreins (fig.16

Il ne faudra pas oublier dans la détermination d'un chassiss que les pièces plates, même minces tendent beaucoup plus à soulever le sable des chassiss que les pièces de même poids épaisses et massives (leçons 9).

ETUDE DU REPERAGE.

Le repérage des chassiss c'est-à-dire la mise en place exacte des chassiss les uns par rapport aux autres, peut se faire de nombreuses façons dont les principales sont :

- les repères en sable ou métalliques, qui n'ont de valeur que lorsqu'ils sont utilisés dans des moules séchés,

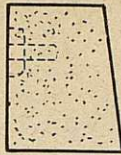


Fig. 20

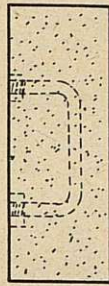


Fig. 21

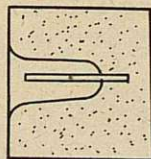


Fig. 22

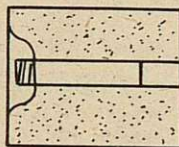


Fig. 23

- les goujons ; ceux-ci constituent le système de repérage le plus utilisé.

Ils seraient parfaits s'il n'y avait pas de jeu entre les goujons et les trous. Mais cela est impraticable et on laisse un léger jeu que l'on rattrape en faisant " soleil " et au moyen de traits tracés sur les chassiss. La figure 17 représente un excellent type de goujon à embase.

Les chassiss en bois du Vimeu ont un repérage très spécial par bague et goujon en cuivre (fig.18

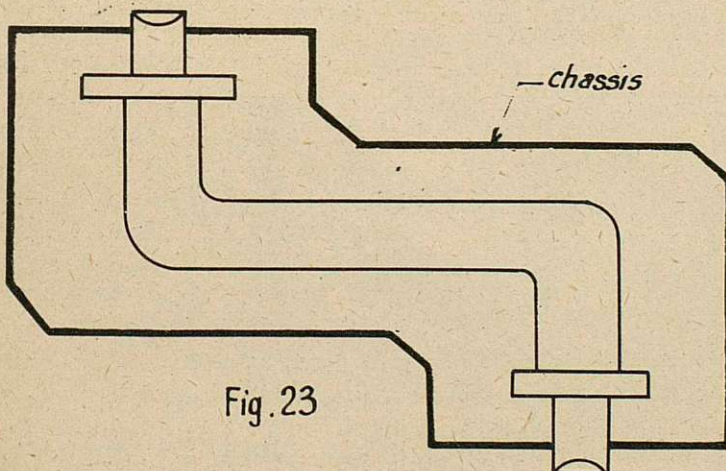
On rattrape complètement le jeu à chaque moule en enfonçant plus ou moins le goujon dans la bague qui est d'un diamètre intérieur légèrement inférieur, on obtient ainsi des pièces très délicates : anneaux, clefs etc... sans aucune bavure.

- les broches amovibles, ce sont des tiges métalliques très précises qui sont utilisées avec des oreilles réglées ; elles peuvent être entretenues en excellent état et donnent un repérage très précis (fig.19).

FABRICATION DES CHASSIS EN FONTE.

CHASSIS SANS BARRES.-

Une excellente méthode consiste à prévoir un modèle en bois ou métallique avec une légère dépouille à l'intérieur, tous les accessoires étant faits au moyen de noyaux types posés à l'extérieur du cadre pendant le moulage. Les figures 20, 21 et 22 indiquent clairement comment sont obtenues les poignées.



CHASSIS AVEC BARRES.-

Le moulage se fait de préférence dans le sol. Généralement le noyau intérieur qui fait venir les barres ne monte pas le modèle des barres étant alors démontable.

Quelquefois, surtout dans les très grandes dimensions, on peut constituer l'intérieur du moule, au moyen de noyaux rapportés ; cette méthode est plus coûteuse. Dans tous les cas les accessoires viennent comme précédemment au moyen de noyaux obtenus dans des boîtes qui permettent la fabrication de noyaux de différentes dimensions et qui servent par suite pour diverses dimensions de chassis. (I)

FORMES A DONNER AUX CHASSIS.-

La grande majorité des chassis employés est de forme rectangulaire, une proportion importante de forme circulaire et une infime minorité de forme différente de celles-ci.

La forme rectangulaire a plutôt été choisie pour la facilité de son obtention ; par contre elle est fragile et doit être renforcée même pour les moyennes dimensions par des barres.

La forme ronde est plus coûteuse de réalisation, mais elle résiste beaucoup mieux aux efforts de pression et de serrage qui tendent à l'arrondir, elle est à ce sujet très intéressante pour le moulage mécanique. Les formes spéciales adaptées aux pièces doivent être étudiées dès qu'on a une série suffisante de ces pièces à exécuter. Il ne faut pas oublier que si les chassis sont destinés au moulage mécanique leur résistance doit être encore plus grande que pour le moulage à la main.

(I) Voir plus loin leçon 13 le dessin d'un chassis type et leçon 15 le croquis du moule d'un chassis de fonte.

Leçon 9

Applications de la leçon 7

--o0o--

1°) EXEMPLES GEOMETRIQUES.

Les exemples donnés ci-dessous peuvent être exposés à part ou bien au cours de l'explication de la leçon 7.

Dans tous les cas :

- B représente le poids de métal coulé,
- le joint est supposé parfait,
- les hachures croisées représentent le cylindre de poussée lequel est désigné par la lettre A.
- la teinte unie figure le métal coulé,
- les hachures ordinaires indiquent le sable des chassis.

Fig.1

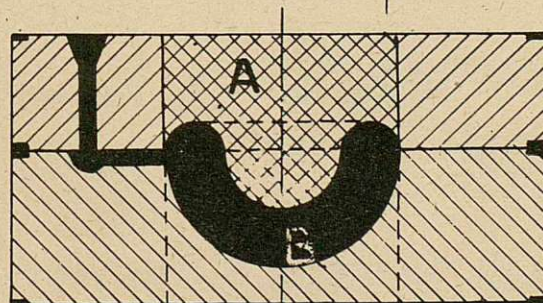
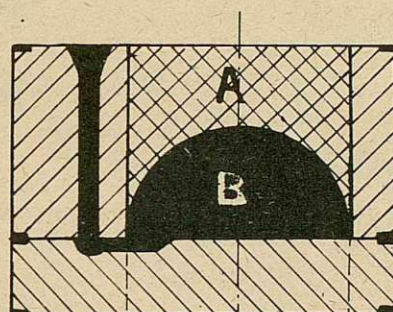


Fig.2

Figure 1. - L'effort de soulèvement sur le dessus est :

$$P = A$$

L'effort de défoncement sur le dessous est :

$$D = A + B$$

Figure 2. - L'effort de soulèvement est :

$$P = A$$

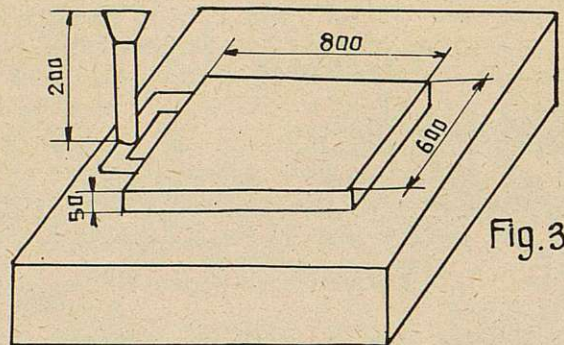
L'effort de défoncement

$$D = A + B$$

2°) EXEMPLES PRATIQUES SIMPLES.

Note. - Dans tous ces exemples les joints sont supposés étanches

A. - Soit une plaque de fonte dont les dimensions sont don-



nées figure 3. Cette plaque est entièrement moulée dans le dessous. La hauteur de la coulée au dessus de la pièce est 200 m/m. Nous allons déterminer l'effort total de soulèvement sur le dessus.

Appliquons la règle donnée leçon 7. La base du volume métallique dont le poids représente cet effort est la surface de joint, soit ici :

$$800 \times 600 = 480.000 \text{ m/m}^2$$

Son volume nous est donné en multipliant la surface ainsi trouvée par sa hauteur où :

$$480.000 \times 200 = 96.000.000 \text{ m/m}^3$$

Nous cherchons un poids en kilogrammes : or nous savons que l'unité de volume qui correspond au kilogramme est le décimètre cube. Le volume en décimètre cube est :

$$96 \text{ dm}^3.$$

Son poids est donc, en prenant 7,2 comme densité de la fonte :

$$96 \times 7,2 = \underline{691 \text{ Kg.200}}$$

c'est l'effort de soulèvement, nous n'avons en effet aucun poids de pièce à retrancher puisque celle-ci est toute entière dans le dessous.

Si nous avions coulé du bronze de densité 8,5 au lieu de fonte cet effort eut été de :

$$96 \times 8,5 = 816 \text{ Kgs}$$

Or le poids de la pièce supposée en fonte est de :

$$8 \times 6 \times 0,5 \times 7,2 = 172 \text{ Kgs,800}$$

et en bronze : $8 \times 6 \times 0,5 \times 8,5 = 204 \text{ Kgs}$

L'effort de soulèvement est dans ce cas, comme dans beaucoup d'autres d'ailleurs, bien supérieur au poids de la pièce.

L'exemple qui suit va montrer un cas où cette disproportion est encore plus grande.

B.- Prenons le cas d'un coté de cuisinière en fonte, de dimensions identiques à la plaque de l'exemple A et moulé dans les mêmes conditions. Mais, différence fondamentale, l'épaisseur n'est plus que de : 6 m/m au lieu de 50.

Cherchons l'effort de soulèvement sur le dessus.

La surface de joint et la hauteur de coulée étant identiques là encore l'effort de soulèvement est, la pièce étant supposée en fonte :

691 Kgs,200

Supposée en bronze :

816 Kgs

Mais cette fois-ci la pièce en fonte ne pèse plus que :

$$8 \times 6 \times 0,06 \times 7,2 = 20 \text{ Kgs, } 736$$

et la pièce en bronze :

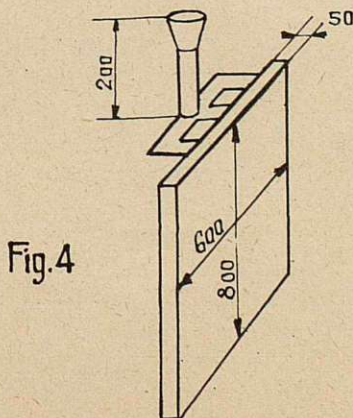
$$8 \times 6 \times 0,06 \times 8,5 = 24 \text{ Kgs } 480$$

Ainsi donc une pièce très légère peut donner un effort de soulèvement formidable :

20 Kgs,736 correspondent ici à : 691Kgs,200 d'effort.

On voit qu'il est de la plus haute importance de déterminer ces efforts.

C.- Reprenons la plaque de fonte de l'exemple A et supposons que pour une raison quelconque nous moulions cette pièce debout suivant le schéma de la figure 4, avec une hauteur de coulée de 200 m/m, ou que nous la moulions à plat et que nous la coulions debout ce qui revient au même. Déterminons l'effort de soulèvement sur le dessus.



La surface de base du volume dont le poids en kilogrammes représente l'effort devient :

$$6 \times 0,5 = 3 \text{ dm}^2$$

Son volume est :

$$3 \times 2 = 6 \text{ dm}^3.$$

et son poids, le métal coulé étant supposé de la fonte :

$$6 \times 7,2 = \underline{43,200}.$$

étant supposé du bronze :

$$6 \times 8,5 = 51 \text{ Kgs}$$

Le poids de la pièce est bien resté le même, mais l'effort de soulèvement a diminué.

L'effort de défoncement sur le dessous est :

-cas de la fonte :

$$43,200 + 172,800 = 216 \text{ Kgs},000$$

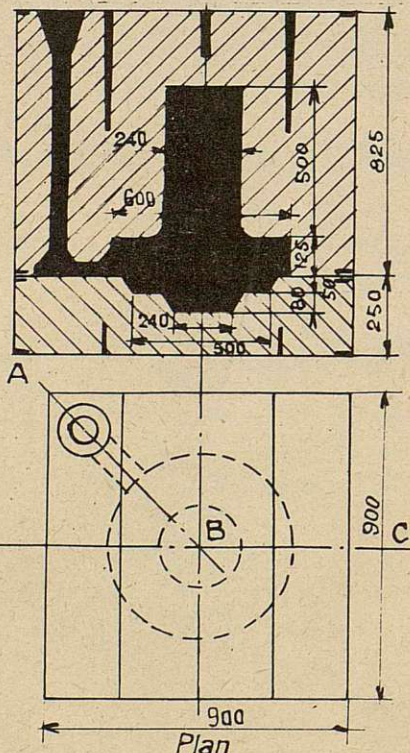
-cas du bronze :

$$49,200 + 204,000 = 253 \text{ Kgs},200$$

D.- Soit un manchon en fonte dont les cotes et la position de moulage sont données figure 5. Nous allons déterminer :

*Coupe
A.B.C.*

Fig. 5



- l'effort de soulèvement sur le dessus,

- la surcharge nécessaire en admettant que le châssis de dessus et le sable serré dans ce dessus pèsent au total 800kg

- l'effort de défoncement sur le dessous.

Nous admettons qu'il n'y aura pas de bavure et nous négligeons l'effort dû à la surface de coulée dans le dessous.

1°) EFFORT DE SOULEVEMENT SUR LE DESSUS.-

Calculons le poids du cylindre ayant pour base la surface de joint et pour hauteur la distance de cette surface de joint au plan de charge soit 825 m/m.

Le volume en dm^3 de ce cylindre est :

$$\pi \times \frac{6^2}{4} \times 8,25 = 233 \text{ dm}^3,2275$$

$$\text{Son poids : } 233,2275 \times 7,2 = 1.679 \text{ Kgs},238$$

Mais il nous faut retrancher le poids de la partie de la pièce située au dessus du joint, soit :

$$\left(\pi \times \frac{2,4^2}{4} \times 5 \times 7,2 \right) + \left(\pi \times \frac{6^2}{4} \times 1,25 \times 7,2 \right) = 155,52 + 254,43 = 409 \text{ kgs},95$$

L'effort de soulèvement est donc en définitive :

$$1.679,238 - 409,95 = \underline{1.269 \text{ Kgs},288}$$

2°) SURCHARGE NECESSAIRE.-

Le châssis de dessus tout serré pesant 800 Kgs, la surcharge nécessaire pour équilibrer l'effort de soulèvement est au minimum de :

$$1.269,288 - 800 = \underline{469 \text{ Kgs},288}$$

3°) EFFORT DE DEFONCEMENT.-

Déterminons le poids de la partie de pièce située dans le dessous ; c'est :

$$\left(\pi \times \frac{5^2}{4} \times 0,5 \times 7,2 \right) + \left(\pi \times \frac{2,4^2}{4} \times 0,8 \times 7,2 \right) = 96 \text{ Kgs},711$$

Le poids total de la pièce est donc :

$$409,95 + 96,711 = 506 \text{ Kgs},661$$

L'effort de défoncement sur le dessous est :

$$1.269,288 + 506,661 = \underline{1.775 \text{ Kgs},949}$$

Effort de sou-
lèvement

Poids de
métal
coulé.

Leçon 10

OUTILLAGE DU MOULEUR.-

Petit outillage de l'ouvrier mouleur.- Outillage divers habituellement fourni par les fonderies.- Quelques détails sur les armatures, les clous, les pointes et les crochets.- Fabrication des armatures en fonte.- Préparation du lit pour les faire vite et bien.- Quelques détails sur les supports.- Utilité de les étamer.-

NOTE IMPORTANTE.- Il est impossible de fournir dans l'exposé qui suivra les croquis de tout l'outillage dont il va être question. Aussi cette leçon devra-t-elle être complétée ou bien :

- par des planches représentant les différents types d'outils, de crochets et de supports cités, ces planches existant déjà dans tout bon ouvrage de fonderie.

- ou bien, ce qui sera mieux, par une collection d'outils, de crochets et de supports que l'instructeur pourra toujours réunir puisque l'on se sert tous les jours en fonderie de cet outillage. La présentation d'échantillons est préférable à l'affichage de plans, l'idéal serait de faire se compléter les deux méthodes, pour bien familiariser les apprentis avec la représentation par dessin.

PETIT OUTILLAGE DE L'OUVRIER.-

L'ouvrier mouleur possède toujours un petit outillage, plus ou moins complet et qui est en quelque sorte son trousseau professionnel. Il comporte habituellement les outils suivants, dont vous connaissez la plus grande partie, pour vous en être servis :

TRUELLES.-

Les truelles en acier affectent diverses formes usuelles courantes qui servent à les désigner ; les principales sont : les truelles carrées, à feuille de laurier, à coeur, les truelles doubles, à lisser, à cuiller, etc...

SPATULES.-

Celles-ci également en acier prennent les noms de : spatules carrée et à coeur, de spatule à coeur et à gouge, plus communément appelée spatule à gouge.

EBAUCHOIRS.-

Qui servent en fonderie de bronze à remettre en place et ragréer les arrachures de sable après l'enlèvement des modèles, les anneaux en acier pour tailler dans le moule les jets de coulée.

LISSOIRS.-

Les lissoirs en fonte, en bronze ou en métaux blancs affectent les formes les plus variées, on utilise le plus fréquemment :

- les lissoirs d'équerre cintrés pour angle rentrant,
- les lissoirs d'équerre droits pour angle sortant,
- les lissoirs à cylindre désignés encore sous le nom de lissoirs à tuyaux,
- les lissoirs doubles d'équerre cintrés ou droits,
- les lissoirs doubles à crochets ou casques, etc...

CROCHETS.-

Dont les plus courants sont les crochets à talon, pour lisser, et les crochets minces à ramasser.

OUTILS DIVERS.-

On rangera sous cette désignation tout le petit détail que contient la boîte d'un bon ouvrier mouleur et entre autres

- les tirefonds à poignées, les aiguilles à air, compas droits et d'épaisseur, niveau à bulle, fil à plomb, pince universelle, marteau, maillet, blaireaux, pinceaux, brosse, sacs à enduits etc...

Cette énumération, déjà fort longue, est certainement encore incomplète, car l'ingéniosité du mouleur crée, bien souvent des outils spéciaux adaptés à des cas particuliers de moulage.

PETIT OUTILLAGE DIVERS HABITUELLEMENT FOURNI PAR LES FONDERIES

Cet outillage est très complexe ; nous allons l'énumérer rapidement pour reprendre ensuite plus en détail les outils les plus importants. On trouve habituellement :

- des fouloirs, mécaniques ou à main,
- des pilettes, " " "
- des pioches,
- des pelles ; certains ouvrier ont bien souvent dans l'outillage qui leur est personnel, une pelle.

- des tamis,
- des soufflets,
- des pulvérisateurs,
- des jeux de barres d'ébranlage,
- des coulées en bois, en caoutchouc, etc...
- des armatures,
- des supports à noyaux,
- des appareils pour le moulage au trousseau, communément appelés trousseaux;

FOULOIRS ET PILETTES.-

Il ne sera question ici que des fouloirs ou des pilettes à main, mais tout ce qui sera dit à leur sujet est applicable aux fouloirs et aux pilettes mécaniques, mais le plus souvent à l'air comprimé.

En fonderie de bronze ces outils de serrage prennent des formes particulières et on les désigne habituellement sous le nom de clavette et de batte.

La clavette est une tige en fer rond, présentant un anneau à l'une de ses extrémités.

Le serrage s'effectue avec le bout droit dans les angles des chassiss et avec l'anneau le long des parois.

La batte est un outil plat en bois, légèrement aminci à l'une des extrémités qui est utilisée comme poignée. L'ouvrier termine avec la batte le serrage du dos du moule : la batte est donc l'outil correspondant à la pilette que nous verrons un peu plus loin. Bien souvent on emploie concurremment avec la batte : le maillet et la bobine qui est une sorte de maillet

Les fouloirs à main proprement dit se présentent sous divers aspects :

- fouloirs tout acier, avec tige en acier et organe de serrage en acier, ou en fonte, plus généralement employés pour le moulage par terre,
- fouloirs tout bois, ou avec manche bois et nez de serrage en acier ou en fonte, plus habituellement utilisés pour le travail à la table. Quel que soit leur genre, la forme du nez du fouloir est particulièrement importante. Ce nez doit être légèrement plat ou très arrondi, de manière à éviter les fausses serres et les serres exagérées qu'occasionne un fouloir trop aigu en " lame de couteau " fig.1 et 2.

Fig 1

Bonnes formes

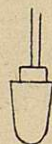


Fig 2

Mauvaise forme

Les pilettes présentent au point de vue de la constitution les mêmes modalités que les fouloirs : elles sont ou bien tout en acier ou bien tout en bois. La forme de ces outils a peu d'importance puisqu'ils sont toujours de grande surface ronds ou carrés.

ARMATURES.-

On désigne sous ce nom les éléments métalliques servant à supporter ou à consolider le sable des moules ou des noyaux. Ces armatures sont de formes très variées puisque chacune est faite pour une pièce déterminée. Cependant certaines sont susceptibles d'être utilisées dans tous les cas, ce sont :

- les lanternes,
- les clous, pointes, etc,
- les crochets.

LES LANTERNES.- Sont en fonte pour les très gros noyaux, en fer pour les moyens et les petites. Nous n'examinerons que les dernières qui sont les plus courantes.

Les lanternes en fer sont des tubes cylindriques ou légèrement coniques, qui sont percés d'une infinité de petits trous de 8 à 10 m/m de diamètre sur toute leur surface fig.3.

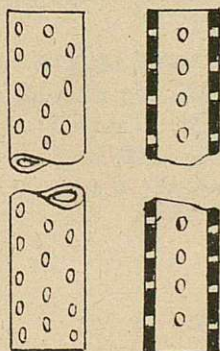


Fig.3



Fig.4

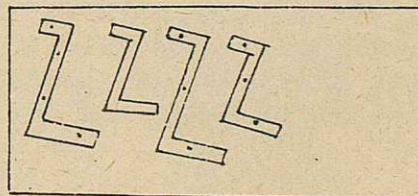


Fig.5

Cette armature joue donc un double rôle : non seulement elle soutient le sable, mais en même temps elle évacue les gaz formés et ventile énergiquement le noyau. Les clous, les pointes doivent, toutes les fois que cela est possible, être posés au moment du serrage. On évite ainsi le lissage qui est toujours pratiqué lorsque les pointes sont posées une fois le modèle enlevé. Il est en effet démontré que ce lissage diminue la perméabilité du moule.

Les crochets ont pour but de faire adhérer au dessus des masses de sable qui descendent plus bas que le joint des chassés. On emploie des crochets :

- en fer, obtenus par forgeage,
- en fonte,
- en bois, qui prennent alors le nom de " soldats ".

La forme la plus habituelle des crochets est celle d'un J aux deux extrémités inégales fig.4, la petite branche servant à suspendre solidement le crochet sur la barre du chassis.

Les crochets en fonte sont obtenus par impression sur une couche de sable; les modèles de crochets sont cloués sur une planche en bois fig.5 qui est imprimée sur la couche ; ils sont coulés à découvert. Beaucoup plus fragiles que les crochets en fer, ils ont l'avantage de coûter beaucoup moins cher et d'être obtenus facilement par les moyens du fondeur.

Les crochets en bois sont généralement tout droits : ce sont de simples morceaux de bois dont la section est de l'ordre de 25 x 20 m/m. Il est tout indiqué de les utiliser avec des chassis en bois, dans ce cas le meilleur moyen de les faire tenir bien en place consiste à les clouer sur les barres des chassis.

Quel que soit le type de crochets utilisés ceux-ci doivent être aussi verticaux que possible et parfaitement appuyés contre les barres.

Leçon 11

Application en fonderie du Principe de Pascal.- Efforts sur les noyaux.

--oOo--

Les noyaux avant la coulée sont soumis à leur poids, puis après la coulée aux pressions dues au métal liquide.

Ces pressions s'exercent suivant deux principes différents

- le principe d'Archimède,
- le principe de Pascal.

Pour que le principe d'Archimède (cours A leçon 30) d'une façon absolue, s'applique seul, il faut que le noyau soit entièrement enveloppé par le métal sur toutes ses faces. Ce cas ne se produit jamais puisque les noyaux ont toujours des portées pour les soutenir.

On peut donc dire que le principe d'Archimède ne s'applique jamais seul à un noyau ; en même temps que lui le principe de Pascal entre en action. Une seule exception cependant ; elle se présente lorsque les portées d'un même noyau sont toutes dans les faces latérales du moules. Ainsi qu'on l'a vu (cours A leçon 30) on fait abstraction des portées et le principe d'Archimède s'applique.

Nous allons nous efforcer de ramener tous les autres cas à des cas types simples faciles à saisir et auxquels peuvent se ramener la plupart des cas compliqués de la pratique.

Note.- Dans l'exposé qui suit les portées sont supposées étanches.

NOYAUX AYANT DES PORTEES DANS LES FONDS DU MOULE.-

A.- PORTEE DANS LE DESSOUS DU MOULE.- Fig.I

La face a b du noyau est en somme une partie du fond du moule, tous les efforts, tels que f, se détruisent les uns les autres.

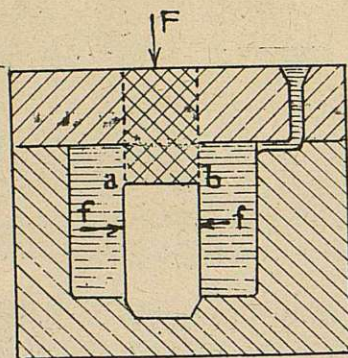


Fig. 1

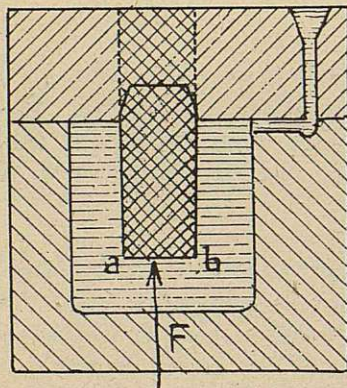


Fig. 2

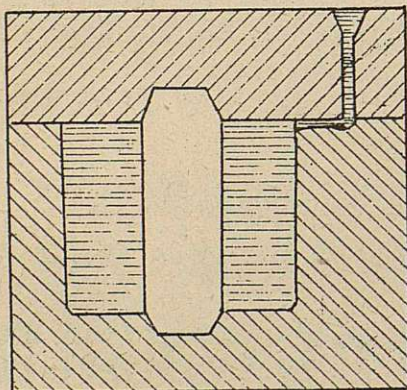


Fig. 3

Un tel noyau subit donc un effort de défoncement que nous savons déterminer (leçon 7); le noyau est appliqué dans sa portée par un effort dont la valeur est donnée par le poids en kilogrammes du cylindre représenté en hachures croisées.

B.-PORTEE DANS LE DESSUS DU MOULE fig.2.

L'application du même raisonnement que tout à l'heure nous montre que la surface ab du noyau est soumise toute une partie de l'empreinte du dessus. Or nous savons calculer l'effort subi par cette surface (leçon 7) c'est un effort dirigé de bas en haut dont la valeur est donnée par le poids en kilogrammes du cylindre figuré par des hachures croisées.

C.- PORTEES DANS LE DESSUS ET LE DESSOUS DU MOULE.- fig.3

Tout noyau identique à celui représenté figure 3 et placé dans les mêmes conditions ne subit, théoriquement aucun effort de poussée de la part du métal.

D.- NOYAU DE FORME QUELCONQUE A PORTEE DANS LE DESSOUS.- fig.4

Ce cas se ramène très aisément au cas A fig.1 traité plus haut. Prolongeons le cylindre de la portée jusqu'à la surface supérieure du noyau : celui-ci apparaît comme composé d'un cylindre $b c f i k g$ et d'un solide $a b g h$; $c d e f$. Au dessus de la portée, sur la surface bc s'exerce un effort F , dirigé de haut en bas, dû au principe de Pascal et dont la valeur est connue.

Le reste du noyau, c'est à dire le volume $a b h g, c d e f$, est complètement immergé dans le métal et le principe d'Archimède s'applique.

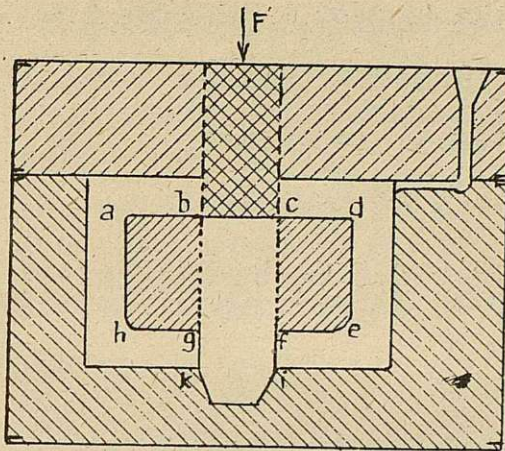


Fig. 4

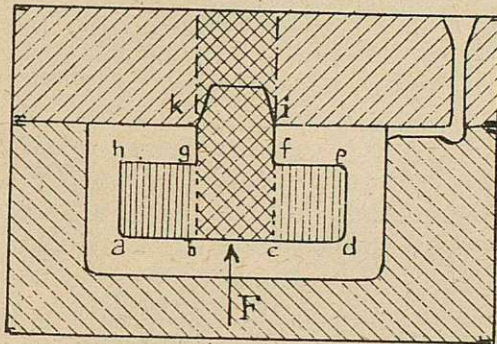


Fig. 5

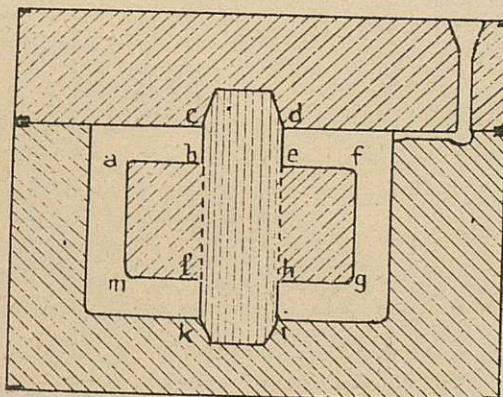


Fig. 6

Soit P l'effort dû à la loi d'Archimède ; cet effort est dirigé de bas en haut. L'effort résultant sur le noyau c'est :

$$P - P'.$$

dirigé dans un sens ou dans l'autre.

E.- NOYAU DE FORME QUELCONQUE A PORTEE DANS LE DESSUS.-fig.5

L'application du même raisonnement nous montre que l'effort total sur le noyau, décomposé comme précédemment est la somme de deux efforts :

- l'un F , dû au principe de Pascal s'exerçant sur la face bc correspondant à la portée; effort dirigé de bas en haut,
- l'autre P , dû au principe d'Archimède, s'exerçant sur le volume restant du noyau, c'est à dire abgh, cdef, effort également dirigé de bas en haut.

F.-NOYAU DE FORME QUELCONQUE A PORTEE DANS LE DESSUS ET LE DESSOUS.- Fig.6

En appliquant le même raisonnement on voit que l'effort F dû au principe de Pascal sur le cylindre cblkihed étant nul il reste seulement la poussée P d'Archimède sur le reste du noyau c'est à dire sur le volume a b l m, e f g h.

Nota.- Il est bien évident que si les portées sont de surfaces différentes il y a cependant un effort de Pascal F' , s'appliquant du côté de la portée de plus petite surface, et sur une superficie égale à la différence de ces deux surfaces.

G.- NOYAU DE FORME QUELCONQUE A PORTEES A LA FOIS DANS :

- le dessous et les parois latérales,
- le dessus et les parois latérales,
- le dessus, le dessous et les parois latérales.-

Les raisonnements vus aux paragraphes D, E et F s'appliquent de façon exacte puisque nous faisons abstraction des portées latérales. (I)

(I) Dans cette étude un peu abstraite nous faisons volontairement abstraction du cas où il n'y a qu'une seule portée de paroi et nous admettons, pour simplifier que les portées latérales sont toujours en face les unes des autres. On attirera cependant l'attention des élèves sur le cas où ces portées sont décalées et donnent un couple important.

OUTILLAGE DU MOULEUR (Suite)

Armatures (fin).

Trousseaux- Différentes espèces de trousseaux- trousseaux simples- Crapaudine- Arbre- drapeau.

Trousseaux excentriques- trousseaux à potence.

Appareils de levage.

Grues centrales à potence- Grues latérales- Grues vélocipèdes.

Ponts roulants à main- Ponts roulants électriques- Conditions particulières qu'ils doivent remplir pour la fonderie.

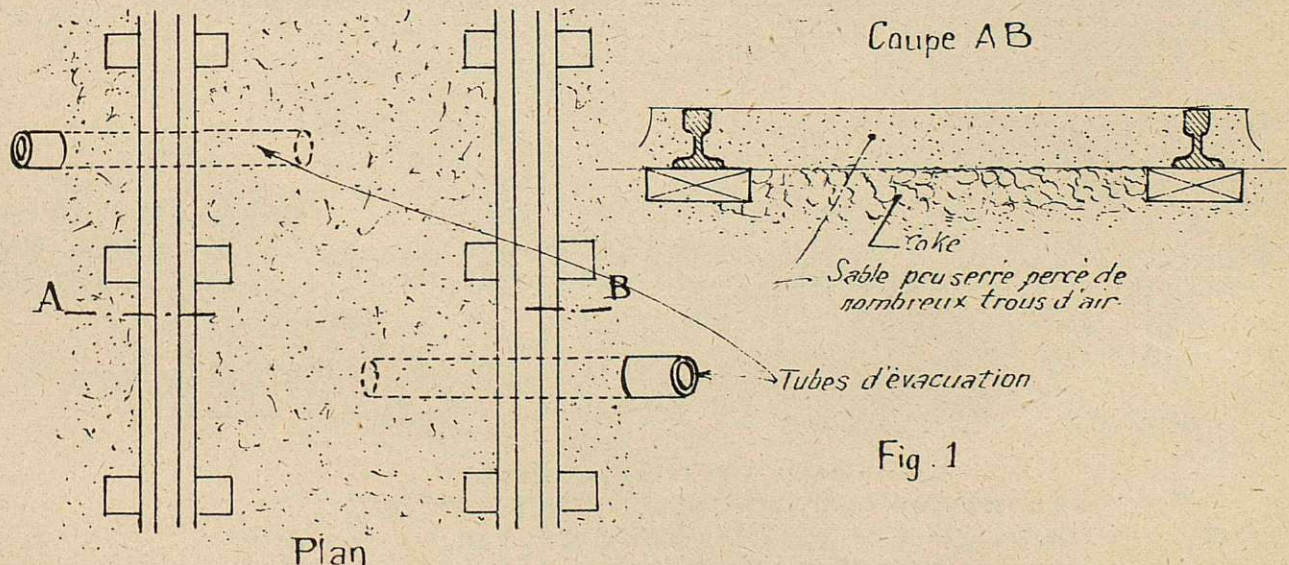
--:--:--

ARMATURES (fin)

En dehors des lanternes, clous, pointes, crochets, etc... qui servent dans presque tous les cas, les armatures sont faites spécialement pour chaque cas. Le moyen le plus commode de les obtenir est donc de les couler. C'est pourquoi elles sont la plupart du temps en fonte. Pour les fonderies qui ne coulent pas habituellement de la fonte, on recourt au fer doux rond ou carré.

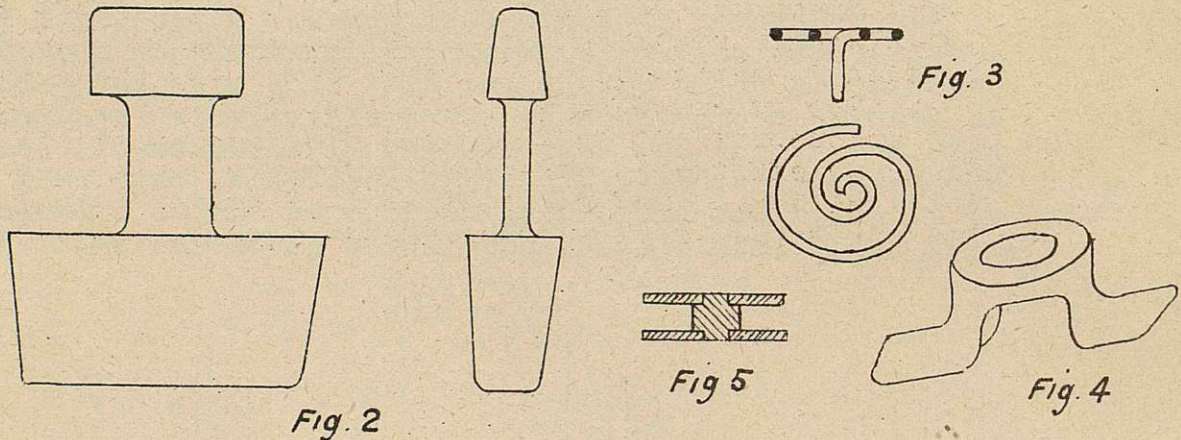
Les armatures en fonte sont coulées à découvert sur un lit spécialement préparé à proximité immédiate du noyautage. La préparation de cette couche qui doit être très perméable demande de grandes précautions que nous allons voir rapidement. Le serrage proprement dit sera examiné ultérieurement, leçon 16. La couche en effet doit être très perméable, pour cela ayant creusé le sol à une profondeur de 15 à 20 cms on commence par fixer deux rails bien droits, parallèles et parfaitement de niveau

(fig. I).



On remplit la fosse, ainsi constituée, de coke jusqu'à 10 cm. environ du bord supérieur des rails, ce coke communique avec l'extérieur par de nombreux tubes d'évacuation qui passent sous les rails. On serre avec soin du sable jusqu'au niveau supérieur des rails, on tire de nombreux trous d'airs qui font communiquer ce sable avec le coke, on règle la surface du sable et la couche est prête.

A ce moment le noyateur ayant enduit de craie les sections d'assemblage des boîtes à noyaux, vient les imprimer sur la couche. Il obtient ainsi le contour du noyau à exécuter. En se guidant sur ce contour il imprime son armature, en appuyant à une profondeur régulière, le petit outil représenté fig.2 et en faisant communiquer entre elles toutes les empreintes ainsi obtenues. On vient piquer dans le moule ainsi réalisé des tiges métalliques verticales qui se soudent directement à la fonte et arment le noyau dans le sens de la hauteur.



SUPPORTS A NOYAUX.-

Les supports sont des dispositifs, noyés dans le métal de la pièce, qui au cours du moulage et de la coulée sont destinés à maintenir dans une position déterminée la partie d'un moule qui ne peut se soutenir elle même.

Les supports se présentent sous un grand nombre d'aspects dont les principaux sont :

- les clous de charpentier,
- les supports de radiateur fig.3
- les supports emboutis fig.4
- les supports doubles fig.5
- les supports à queue, les clous à bateau.

Pour obtenir une bonne soudure il faut que les supports soient très propres et non rouillés. C'est pourquoi ils sont après un bon décapage, recouverts d'une couche d'étain fin qui les protège efficacement.

TROUSSEaux.-

Le moulage au trousseau, que nous examinerons en détails au cours de prochaines leçons nécessite un outillage très spécial.

On sait que d'une manière générale le moule de la pièce à obtenir est réalisé par découpage du sable au moyen de calibres qui tournent autour d'un arbre.

Les parties essentielles d'un trousseau circulaire simple seront donc :

- la crapaudine fig.6. (I) pièce en fonte fixée solidement dans le sol et qui est réglée intérieurement.
- l'arbre de trousseau fig.7 (I) qui est un arbre en acier de 30,40 ou 60 m/m ; la partie qui s'emboîte dans le régule de la crapaudine est conique, le reste de la longueur est cylindrique.
- une bague en acier ou en fonte fig.8 (I) qui présente une vis de pression, cette bague qui peut se déplacer le long de l'arbre ne sert pas directement au troussage, mais facilite le déplacement de la branche au drapeau.
- la branche ou drapeau fig.9 (I) est une pièce de fonte qui s'emboîte sur l'arbre. La douille d'emboitement est fendue et peut être serrée avec un boulon de manière à rendre le drapeau solidaire de l'arbre. En faisant tourner la branche on entraîne l'arbre.

Il existe un principe inverse dans lequel l'arbre reste fixe et le drapeau tourne autour. Le troussage est alors moins précis que dans l'autre méthode et l'entretien plus difficile.

Le drapeau sert à la fixation des planches à trousser ; celles-ci sont montées sur le drapeau au moyen de boulons et de traverses en fer percées de trous ou de bride, représentées fig.10 (I). Les différentes parties sont montées comme l'indique la fig.11 (I) en faisant tourner le drapeau, l'arbre et la planche tournent et le sable se trouve taillé, troussé.

(I) Les figures 6,7,8,9,10,11 et 12 représentant les croquis de trousseaux, sont données à la leçon 25, même cours.

Lorsque l'arbre devient de très grande hauteur, on est obligé de le maintenir au sommet pour éviter des variations. On fait intervenir une potence fixée le long d'un mur, une vis de pression terminée par une pointe s'engage dans un trou correspondant de l'arbre. fig.12 (1). Cette disposition gêne évidemment les manoeuvres. Le trousseau prend alors le nom de trousseau à potence.

On peut trousseur non seulement des profils rigoureusement circulaires, mais encore des profils présentant des parties circulaires raccordées par des parties droites, des profils en forme d'ellipses, d'oves, etc.. Dans ce but, le drapeau présente par exemple une partie qui coulisse sur ce dit drapeau. Cette partie mobile, qui porte la planche à trousseur, est alors maintenue par un fort ressort en contact constant avec une pièce, fixée sur l'arbre, qui présente le profil symétrique, conjugué du profil à trousseur. Le trousseau est alors désigné sous le nom de trousseau excentrique ou à copier.

APPAREILS DE LEVAGE.-

Les poids à manoeuvrer en fonderie, sauf dans les fonderies de petites pièces, sont en général importants. Aussi l'ouvrier doit-il avoir à sa disposition des appareils permettant de déplacer, presque sans effort, des masses pesantes. Ces appareils s'appellent des appareils de levage.

GRUE CENTRALE A POTENCE.-

Autrefois, au moment où les appareils de levage perfectionnés n'étaient pas créés, on ne connaissait que la grue centrale à potence (schéma fig.13) dont le pied tournait

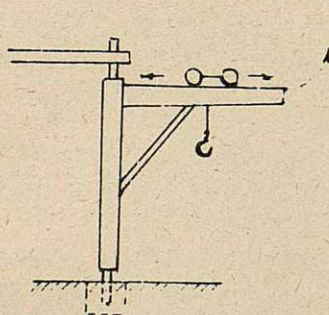


Fig. 13

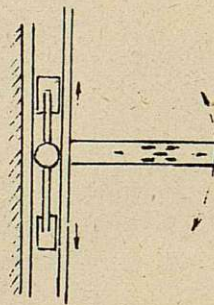


Fig. 14

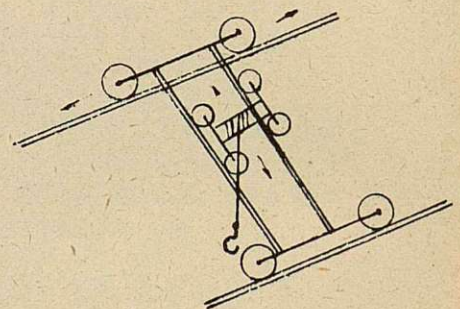


Fig. 15

dans une crapaudine et dont la tête était maintenue par une potence, d'une manière analogue à un trousseau à potence. Les ouvriers travaillaient autour de la grue. Ces grues sont de moins en moins employées, car elles font perdre une place considérable.

(1) Leçon 25 même cours

GRUES LATÉRALES.-

Celles-ci sont au contraire très utilisées pour compléter les appareils de levage perfectionnés qui s'appellent les ponts-roulants. Elles permettent de passer des charges d'une travée dans l'autre, de faire de longs remmoulages sans immobiliser les ponts-roulants. Comme les grues centrales, les grues latérales peuvent seulement tourner autour de leur pivot pendant qu'un chariot se déplace sur le bras horizontal.

GRUES VELOCIPÈDES.-

Les grues vélocipèdes (schéma fig.I4) sont montées sur des voies de roulement et peuvent se déplacer latéralement, pendant que le bras horizontal tourne et que le chariot se meut sur ce bras. Contrairement aux grues précédentes qui sont bien souvent commandées à la main, elles sont à commandes entièrement électriques.

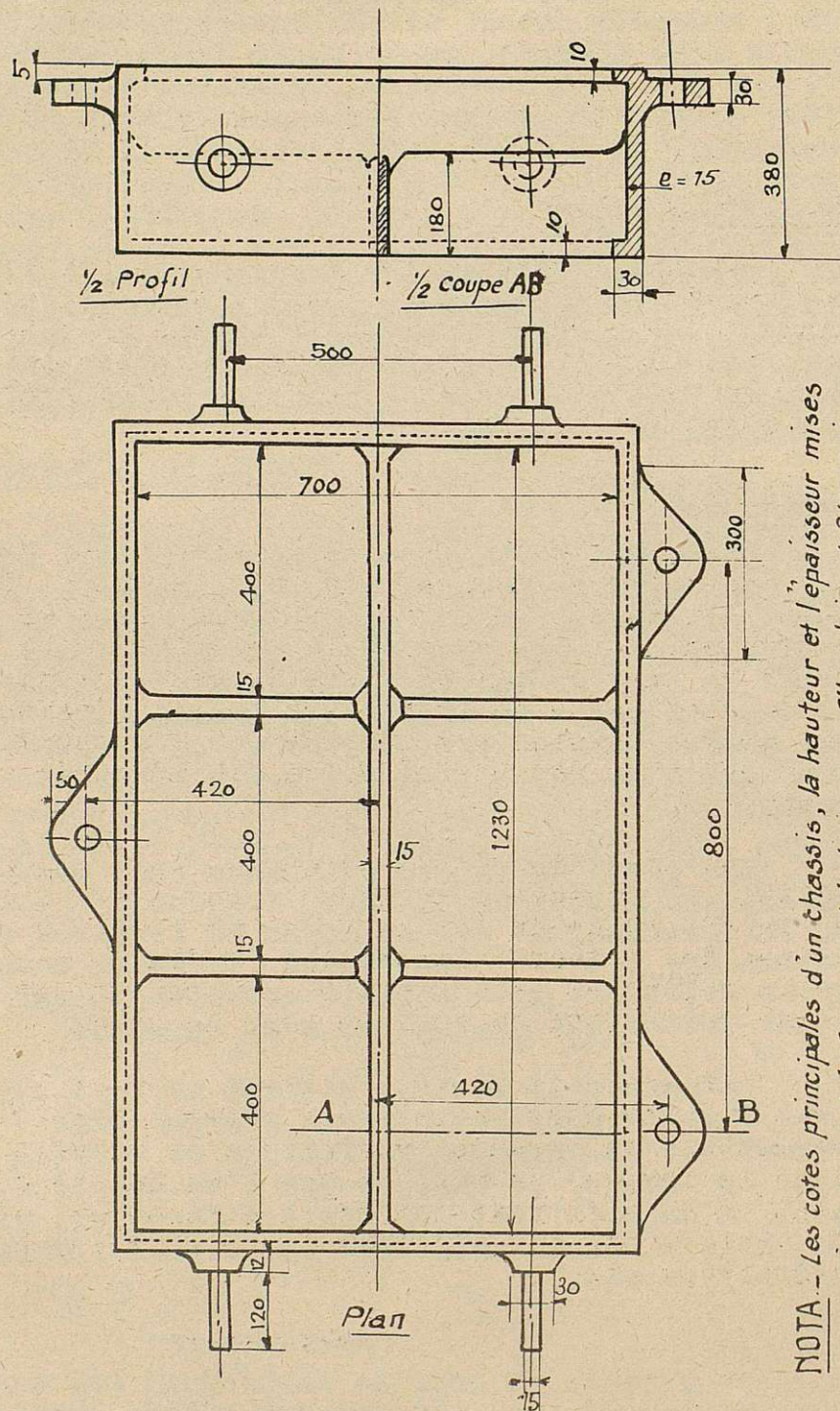
PONTS ROULANTS.-

Les ponts roulants, dont le schéma est donné fig.I5, sont des appareils de levage très perfectionnés. La poutre principale, qui constitue en fait un pont, peut se déplacer alternativement dans le sens de la longueur ; sur cette poutre roule un chariot qui va d'une de ses extrémités à l'autre. Le chariot porte un treuil sur lequel s'enroule un câble ou une chaîne, terminé par le crochet de suspension. Le pont-roulant est donc capable de faire six mouvements dont trois ensembles.

Les ponts de faible puissance sont commandés à la main du sol aux moyens de chaînes, lorsque la puissance augmente on les commande du sol au moyen de tirettes qui mettent en action des moteurs électriques. Enfin la commande des appareils moyens et gros s'opère entièrement par l'électricité, d'une cabine qui se déplace avec le pont.

Quel que soit le type utilisé il faut que les ponts soient très rigides pour lever leurs charges sans vibrer ; qu'ils permettent de grandes variations de vitesse principalement dans le lavage, de manière que l'on puisse déplacer rapidement un châssis vide, un moule à décocher, etc.. et qu'ensuite on obtienne une vitesse très lente pour remmouler un moule, des noyaux etc...

Dessiner un châssis type en fonte avec poignées, oreilles, etc



NOTA. - Les cotes principales d'un châssis, la hauteur et l'épaisseur mises à part, sont la largeur et la longueur. Elles doivent être prises à l'intérieur des bords.

Ici : 700 : largeur intérieure
1230 : longueur intérieure

Leçon 14LE SERRAGE.-

Définition du serrage.- Différents genres de serrage.-
 Etude du serrage rationnel à la main par petits éléments.-
 Constatations.-

NOTE.- Cette leçon sera faite autant que possible à l'atelier
 surtout pour permettre la comparaison des deux essais étudiés.

--oOo--

DEFINITION.-

Le serrage est l'opération qui a pour but de transformer le sable meuble silico-argileux en un moule gardant l'empreinte d'un modèle donné et résistant aux efforts engendrés par la coulée.

L'opération du serrage est excessivement importante et doit être conduite avec beaucoup de soins : le moule doit être suffisamment serré, pour résister aux efforts de la coulée, mais ne pas être trop serré pour devenir imperméable. On se rappelle en effet, que le serrage diminue la perméabilité. On comprend à présent pourquoi il demande tant de précautions et d'habileté professionnelle.

DIFFERENTS GENRES DE SERRAGE, MOYENS DE LES REALISER.-

On peut distinguer différents genres de serrage en se plaçant au point de vue du volume de sable serré à la fois, et on trouve :

- le serrage par petits éléments,
- le serrage par pression,
- le serrage par secousse,
- le serrage par projection.

a) SERRAGE PAR PETITS ELEMENTS.- Le serrage par petits éléments est celui qui est obtenu par les outils de serrage que nous avons précédemment énumérés, c'est-à-dire : le fouloir, la clavette, la pilette, la batte et le maillet. On le réalise encore dans le moulage à découvert, ainsi que nous le verrons plus loin, au moyen d'une règle ou d'un rouleau.

Il s'exécute à la main ou mécaniquement; dans ce dernier cas les fouloirs ou les pilettes sont mis en mouvement par un moyen mécanique, électrique ou pneumatique. L'ouvrier n'a plus qu'à soutenir et diriger l'outil.

De toutes façons, l'outil ne serre qu'une petite quantité de sable à la fois et le serrage du moule n'est obtenu qu'en donnant un grand nombre de coups d'outils en tous les points du moule de manière à serrer partout et aussi uniformément que possible. Ceci explique le nom de "serrage par petits éléments" qui lui est donné.

b) SERRAGE PAR PRESSION.-

Le serrage est ici obtenu en une seule fois, en pressant dans le châssis un volume de sable déterminé. L'organe presseur peut être commandé soit à la main, soit au moyen d'eau ou d'air comprimé, soit électriquement, soit par des moyens mécaniques.

c) SERRAGE PAR SECOUSSES.-

Le serrage est réalisé au moyen d'un certain nombre de secousses, imprimées au châssis. Celui-ci rempli de sable est élevé à une certaine hauteur, il retombe et s'arrête brusquement: on réalise ainsi un " tassage " du sable dans le châssis, et par suite un serrage d'autant plus intensif que la hauteur de chute est plus grande, que le nombre de secousses est plus important, que l'arrêt de la chute est plus brutal.(I)

Le mouvement peut être engendré soit par des moyens mécaniques, soit par l'électricité, soit par l'eau ou l'air sous pression.

d) SERRAGE PAR PROJECTION.-

Dans ce mode de serrage le sable entraîné par une palette mue mécaniquement et tournant à grande vitesse est lancé avec force contre le modèle et vient ainsi se serrer dans le châssis.(I). La représentation manuelle de cette réalisation mécanique est le geste du mouleur qui projette fortement des poignées de sable sur une région d'un moule ou son fouloir ne peut accéder.

ETUDE DU SERRAGE RATIONNEL A LA MAIN PAR PETITS ELEMENTS.-

Le serrage à la main doit être étudié systématiquement. Il demande en effet les plus grandes qualités professionnelles et on peut dire que bien peu d'ouvriers savent serrer convenablement un moule.

(I) Dans le cas du serrage par secousses ou par projection la force vive accumulée dans la masse de sable en mouvement se transforme en un effort qui produit le serrage.

Le serrage rationnel à la main a été étudié par Goujon qui a indiqué une méthode de serrage qui porte son nom. On peut la résumer en quelques mots : "atteindre à la main au tour du modèle, et ne commencer à se servir du fouloir qu'après avoir mis au dessus du modèle une quantité de sable assez élevée."

Appliquons cette méthode au serrage d'un moule simple. Supposons que nous ayons à serrer un châssis d'une hauteur inférieure ou égale à 300 m/m (fig.1) qui contient le demi-modèle d'une tubulure. Nous commençons par recouvrir le modèle

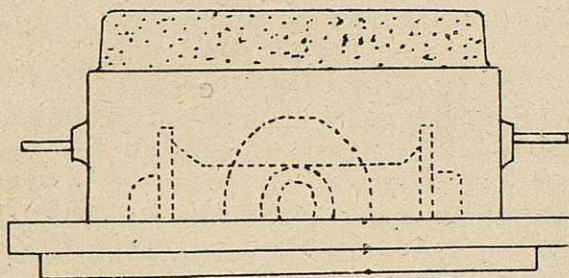


Fig.1

de sable tamisé, sable de contact de manière qu'il y en ait une couche suffisamment épaisse pour permettre de serrer aux doigts. On peut encore, ayant recouvert le modèle d'une couche plus mince de sable à modèle, ajouter du sable de remplissage de manière que l'épaisseur de sable sur le modèle ne soit pas inférieure à 50 ou 60m/m en moyenne.

Il faut à ce moment bien atteindre aux doigts en suivant les contours et les détails du modèle ; quand nous disons "atteindre aux doigts" nous n'entendons pas les doigts à plat appuyant le sable comme nous l'avons vu faire bien souvent à tort. C'est le bout des doigts qui doit agir de manière à obtenir un serrage qui sera efficace sans trop être élevé.

Pour les mouleurs en bronze ou laiton qui utilisent encore des châssis bas jusqu'à 50 m/m en fer profilé, cette méthode est la seule possible et doit être appliquée jusqu'à ce moment et comme elle diffère dans la suite de la méthode générale, on va la suivre jusqu'au bout dès maintenant.

On vient alors emplir le châssis d'une quantité de sable tel qu'il déborde d'une hauteur égale à environ celle du châssis ; on serre avec le fouloir, (la clavette en fer produisant un serrage trop accentué, étant donnée la faible hauteur du châssis), et on commence le serrage le long du côté où se trouve l'un des goujons de repérage, ensuite le long des autres parois du châssis ; puis on serre au fouloir toute la surface du moule, d'un bord à l'autre, face au mouleur fig.2, ayant soin que les coups de fouloir soient assez rapprochés, et sans frapper deux fois de suite à la même place.

Mais dès que le fouloir se trouve à proximité immédiate ou au-dessus d'un modèle d'une certaine hauteur, le serrage doit être conduit doucement ; en terme de métier on dit " qu'il faut serrer de loin " et ceci est particulièrement important.

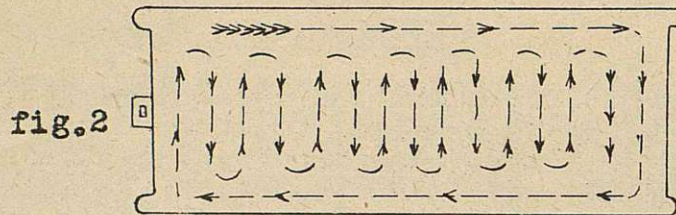


fig.2

Schéma du serrage
d'un châssis bas de
la fonderie de bronze

Dans les châssis de 50m/m, une serre ainsi exécutée suivie d'une deuxième autour des 4 cotés du châssis est généralement suffisante.

Reprenons le cas examiné, après l'atteinte aux doigts on remplit le châssis aux deux tiers et on procède au serrage avec le fouloir en bois comme il vient d'être dit pour le cas particulier des châssis bas ; puis on remplit de nouveau le châssis avec du sable de remplissage de telle sorte que le sable dépasse le dos du châssis du $\frac{1}{3}$ de sa hauteur environ, et on continue le serrage en observant les mêmes prescriptions de régularité ; si besoin est, on remet du sable de remplissage débordant le dos du châssis d'environ 30 m/m, on l'égalise à la main, on termine alors le serrage soit à la pilette, soit à la batte.

En fonderie de bronze on donne en outre une serre supplémentaire avec un gros maillet appelé " mailloche " fig.3

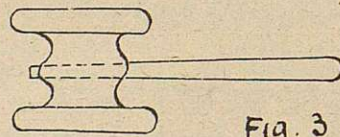


Fig. 3

Pour achever le serrage des châssis bas, la mailloche est remplacée par un maillet de même forme mais de plus petites dimensions, appelé " maillet à battre "

Le moule ainsi obtenu donne toute satisfaction pour la coulée de tous les métaux à vert, c'est-à-dire sans séchage préalable du moule ; la coulée dans des moules étuvés permet un serrage plus intensif, mais qui doit être conduit avec les mêmes précautions : c'est-à-dire loin du modèle.

Ce que nous venons d'exposer s'applique également aux moules en sable de grandes dimensions ; comme on ne peut ajouter d'une seule fois tout le sable sans rendre le serrage impossible, on le serre en plusieurs fois, par tranches de

100 à 200 m/m selon l'épaisseur du moule à exécuter et en traitant chaque tranche comme un moule de faible hauteur, c'est-à-dire comme celui que nous avons vu précédemment.

Le résultat atteint par la méthode de serrage que nous venons d'exposer est exactement analogue à celui obtenu par pression.

Faisons agir le plateau d'une presse sur l'excédent de sable placé au dos du châssis, excédent dont la hauteur comme précédemment est égale au $\frac{1}{3}$ de la hauteur du châssis, et arrêtons l'action de la presse lorsque le plateau presseur affleure le dos du châssis (fig.4 position 2).

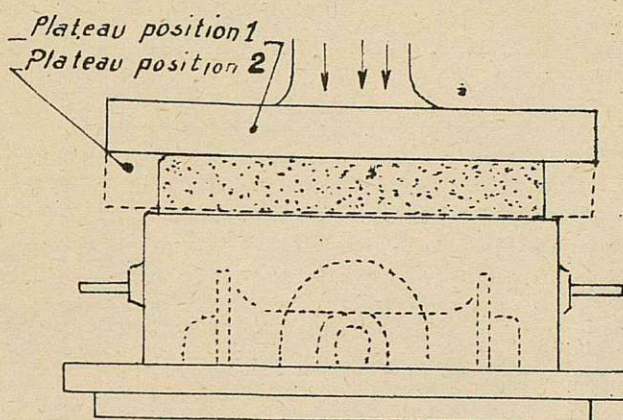
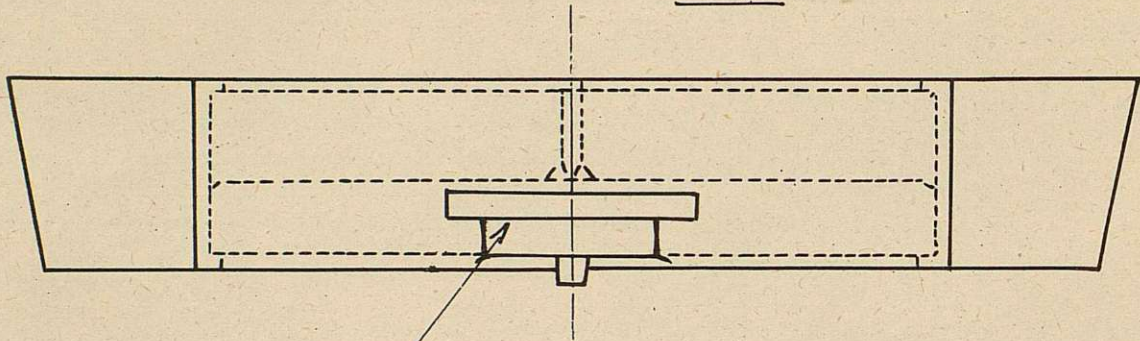
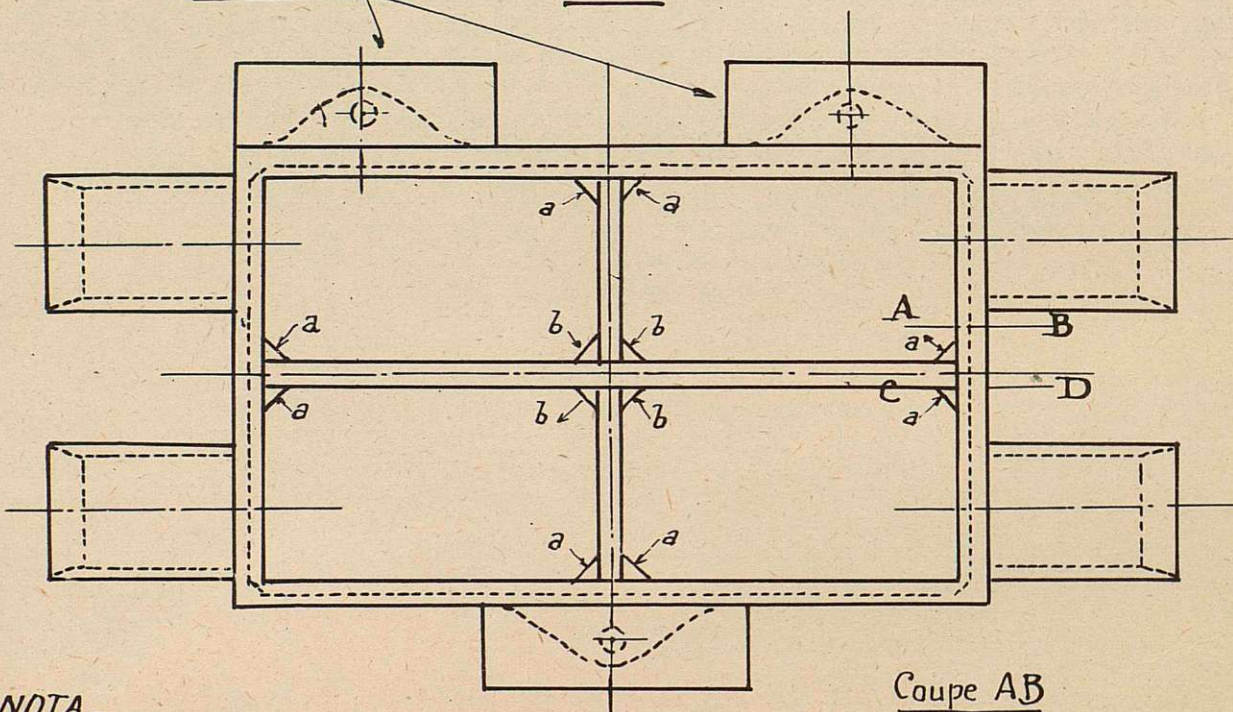


Fig. 4

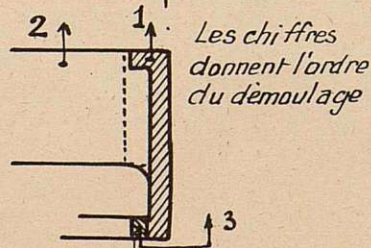
Si après avoir enlevé le plateau de serrage et le modèle nous tâtons les différentes parties du moule, nous constatons que le serrage est en tous points comparable à celui obtenu dans le moule serré à la main au cours du premier essai.

Le serrage ainsi conduit (tant à la main qu' à la pression) de façon très rationnelle, permet avec un sable très perméable de serrer si besoin est relativement dur sans

avoir de défauts par manque de perméabilité. Ceci explique pourquoi le moulage à vert a pu se développer et être appliqué à des pièces même assez importantes, dans les fonderies où le serrage a été enseigné systématiquement.

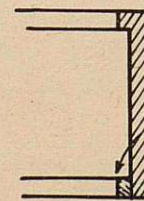
Leçon 15*Dessiner le modèle d'un chassis fonte et le moule de ce chassis*Moulage dans le sol d'un chassis à barresModèleProfil*Démontables*PlanNOTA -

Les coupes d'onglet *a* qui font les congès sont solidaires du cadre extérieur.
 Les coupes *b* sont solidaires de la barre longitudinale. Ces coupes assurent la mise en place correcte des barres.



Les chiffres donnent l'ordre du démoulage

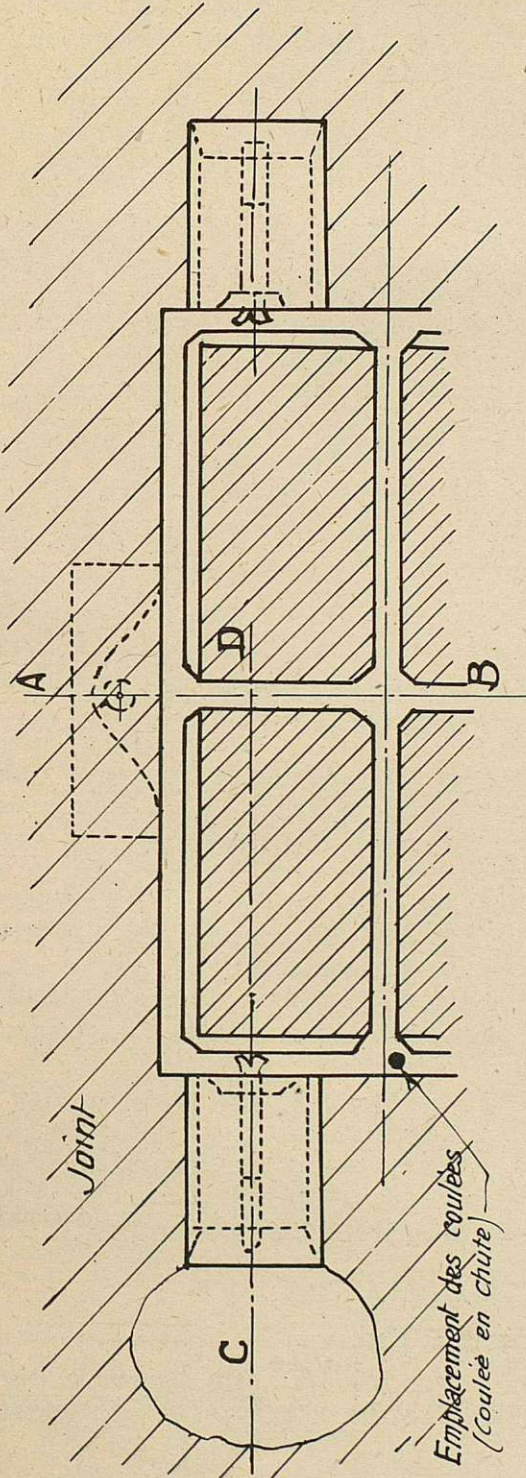
Coupe CD
 suivant la barre

Coupe AB

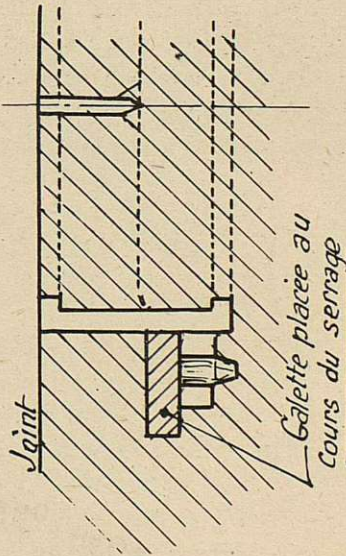
Barrette démontable
 faisant venir le
 bord inférieur

MOULE

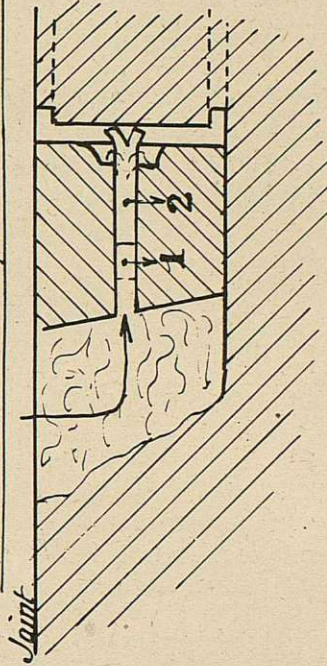
1/2 PLAN du MOULE



Le noyau est descendu avec la poignée dans la position 1 ; celle-ci est poussée en 2 de l'extérieur



Demi - coupe AB



Demi - coupe CD

Leçon 16LE SERRAGE.- (Suite)

Serrage par petits éléments (suite).

Serrage à la main en chassis.- Danger du serrage de près.-
Avantage et inconvénient de ce serrage.- Importance du chassis

Serrage des moules coulés à découvert.-

Serrage par petits éléments par moyens mécaniques.-

--oOo--

SERRAGE PAR PETITS ELEMENTS (Suite).SERRAGE A LA MAIN EN CHASSIS.-

Le serrage à la main en chassis est la réalisation la plus courante du serrage par petits éléments. On doit donc appliquer les principes qui ont été vus dans la leçon précédente, et à ce sujet il est important d'insister sur les résultats néfastes du serrage de près.

Il a été dit, leçon 14, que le serrage au fouloir ne devait pas être pratiqué sur le modèle si l'épaisseur de sable à serrer n'atteignait pas au moins 60 à 100 m/m au dessus de ce même modèle (I). S'il en était autrement, il y aurait de très grandes chances pour que le fouloir, ne rencontrant pas une épaisseur de sable suffisante atteigne le modèle ; ou bien que le coup de fouloir n'étant pas suffisamment amorti par la trop faible épaisseur de sable, agisse énergiquement et vienne serrer très fortement le sable au contact du modèle.

Dans un cas comme dans l'autre, on risque de provoquer deux défauts graves qui se manifestent sur la pièce coulée et portent le nom de galles et de refus. Nous les examinerons ultérieurement. Ces défauts sont causés par le serrage de trop près qui a occasionné une imperméabilité plus ou moins grave du moule.

(I) On a vu au cours de la leçon 14 que le cas des chassiss bas de la fonderie de bronze avait été réservé et étudié spécialement.

On conçoit très bien alors, que la pratique du serrage de près, par une main d'œuvre insuffisamment instruite ou un matériel qui l'impose-, tel sont à cet égard les chassiss en fer profilé utilisés fréquemment en fonderie de bronze, chassiss tellement bas qu'ils obligent à serrer de près et dur pour lever le moule sans le voir se défoncer de lui-même, - soit un obstacle très grand au développement du moulage à vert et implique le séchage de moules, de pièces petites et moyennes, qu'il eût été très possible de ne pas étuver.

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU SERRAGE A LA MAIN EN CHASSIS.-

Ce mode de travail permet l'emploi de chassiss de dimensions très appropriées aux pièces à exécuter. Il est indiqué pour les pièces de toutes dimensions moulées en sable, et qui ne sont pas de série; avec un ouvrier connaissant parfaitement son affaire, on peut régler l'intensité du serrage suivant les points du moule : plus fort sur les joints et le long des parois, dans les parties basses du moule ou la pression exercée par le métal sera la plus élevée, au contraire serrage plus faible dans des régions délicates, etc...

Mais il présente l'inconvénient de cet avantage, c'est-à-dire qu'il dépend de la qualité de l'ouvrier; lorsque celui-ci est incompetent et qu'il commet des fautes de serrage, la réussite de la pièce est en danger.

De plus le serrage à la main en chassiss est généralement le plus long de tous les modes de serrage. Il y a cependant des cas où il est excessivement rapide. Lorsque l'on moule par exemple des pièces dans des chassiss parfaitement adaptés aux pièces à exécuter, chassiss de forme, aussi légers que possible le travail de serrage peut être rapidement conduit. Ce sera par exemple le cas d'une pièce de petite série qui reviendra en moulage à intervalles plus ou moins éloignés et qui permettra la création de l'outillage de forme dont nous avons parlé.

Ce sera encore le cas d'une fonderie dans laquelle on n'aura pas de machines à mouler, ou enfin d'un travail qu'il serait coûteux de monter sur une machine, la série de pièces à exécuter ne permettant pas l'établissement d'un outillage de machine à mouler par trop onéreux.

De même certaines pièces plates de grandes dimensions qui permettent à l'ouvrier de terminer ou même d'effectuer tout le serrage au pied sont obtenues de cette façon dans des conditions de rapidité remarquables et bien souvent aussi vite qu'avec des machines très compliquées.

Cependant dans l'étude de chassiss de forme pour le moulage à la main il ne faut pas sacrifier la solidité à la légèreté

du châssis, qui augmente bien entendu la rapidité du travail en diminuant les poids à manoeuvrer. En effet si le châssis est insuffisamment résistant il se déforme au cours du serrage ou de l'étuvage et il est impossible d'obtenir et de garder un repérage précis; il ne faut pas oublier également, que plus les pièces à mouler sont petites, plus le repérage doit être précis, pour éviter des bavures très longues et très difficiles à enlever sur des pièces de petites dimensions.

Ces quelques indications montrent l'importance de la dimension et de la forme du châssis sur la rapidité du travail dans le serrage à la main en châssis.

CAS PARTICULIER DU SERRAGE A LA MAIN PAR PETITS ELEMENTS.-

SERRAGE D'UN MOULE COULÉ A DECOUVERT.-

Nous avons vu au cours de la leçon 12 comment on préparait le lit d'un chantier pour la coulée à découvert, mais avait été laissée de côté, l'étude des moyens de réaliser le serrage. Ce sont ces moyens que nous allons examiner ici.

On a vu qu'ayant fixé dans le sol deux rails droits parallèles et parfaitement de niveau, on remplissait la fosse creusée entre eux, de coke, jusqu'à environ 100 ou 150 m/m du niveau supérieur des rails. (Voir figure leçon 12 et fig. 1 de la présente leçon).-

On place alors sur le coke une épaisseur de sable telle qu'elle ne dépasse pas le niveau des rails : on s'en assure en tirant à deux hommes une règle sur la couche en s'appuyant sur les rails.

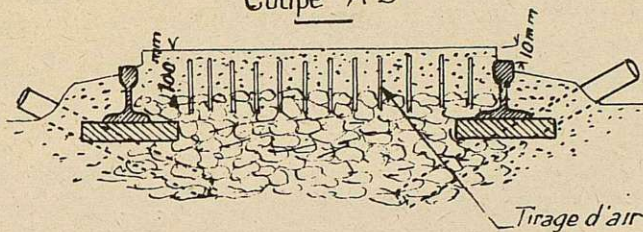
On tire de nombreux trous d'air dans ce sable qui est à peine serré, trous d'air qui vont retrouver le lit de coke. On tamise alors du sable sur une épaisseur de 30m/m, mais seulement sur la moitié de la longueur de la couche.

On repasse alors la règle, mais en ayant soin d'interposer entre celle-ci les rails une cale de 10 m/m d'épaisseur. On étale donc le sable tamisé sur toute la surface de la couche. Comme cette répartition ne peut être absolument régulière du premier coup, on sème à la main quelques poignées de sable pour rattraper les irrégularités et on repasse encore la règle placée sur ses cales de 10m/m. A ce moment la couche déborde donc les rails de 10m/m.

On pose alors la règle de champ sur les rails, et tandis qu'un homme la maintient à une extrémité ; un autre frappe la couche au moyen de l'autre bout ; puis réciproquement, le bout

mobile reste fixe, le bout fixe devient mobile et ainsi de suite jusqu'à ce que toute la couche ait été serrée. La règle agit ici comme un fouloir de grande surface. Quelquefois on serre la couche au moyen d'un rouleau en acier de 80 à 100 m/m de diamètre que l'on fait rouler sur les rails.

Coupe A B



Plan

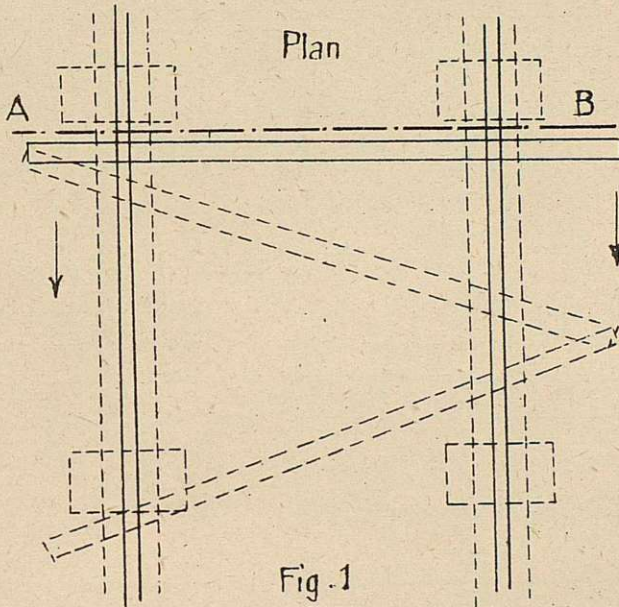


Fig. 1

SERRAGE PAR PETITS ELEMENTS PAR MOYENS MECANQUES.-

Les outils sont alors seulement le fouloir et la pilette ; le mouvement alternatif qui réalise le serrage est donné à ces outils le plus généralement par l'air comprimé.

Le serrage au moyen de ces outils demande encore plus de précautions qu'à la main, car leur action est excessivement brutale, que de plus ils sont relativement lourds et par conséquent plus difficiles à diriger. On devra donc avec les outils commandés mécaniquement serrer de "plus loin" encore qu'à la main.

Leçon 17. Exercices de dessin sur d'autres exemples de chassis.

Chassis ordinaire en bois

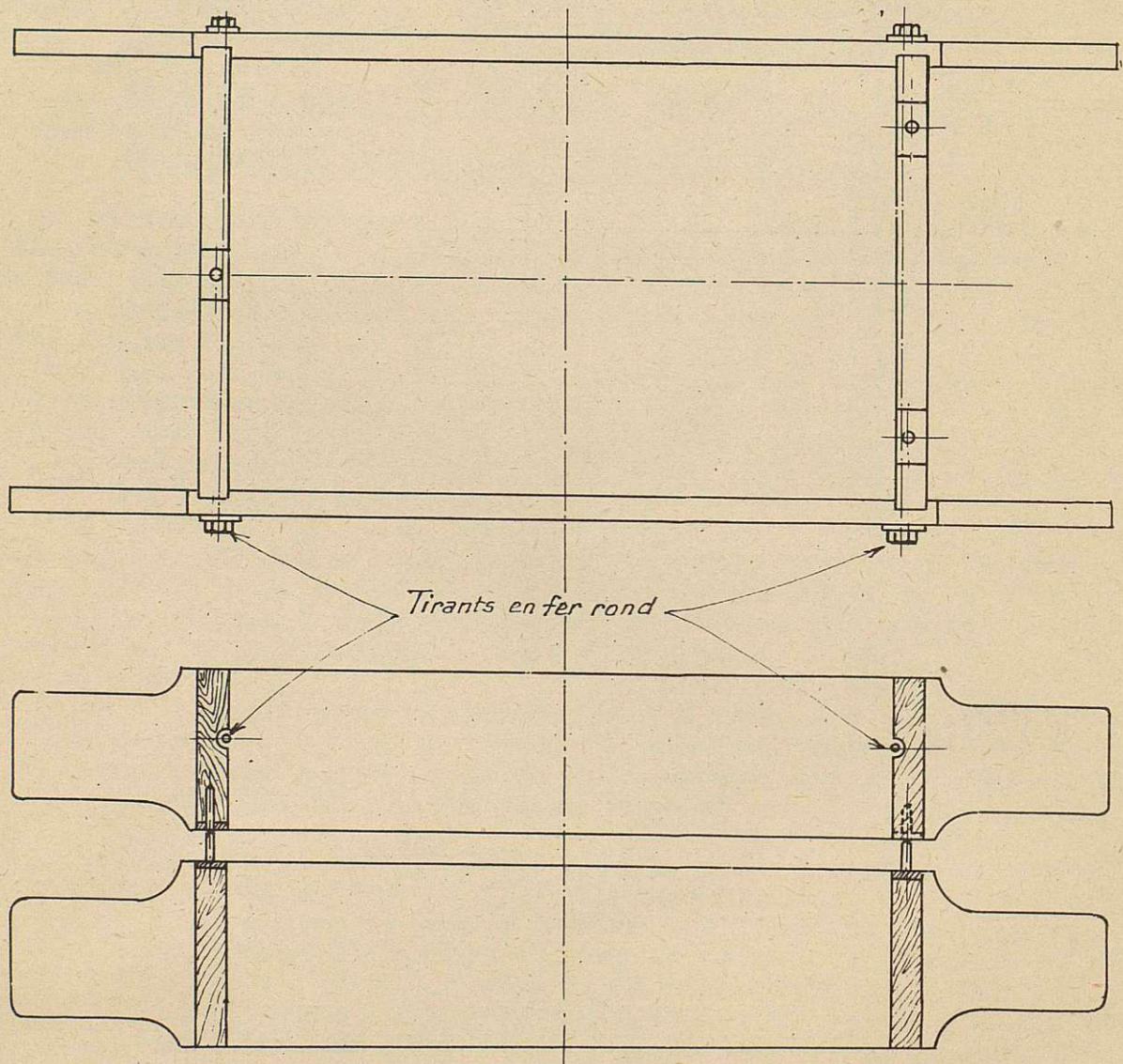


Fig. 1

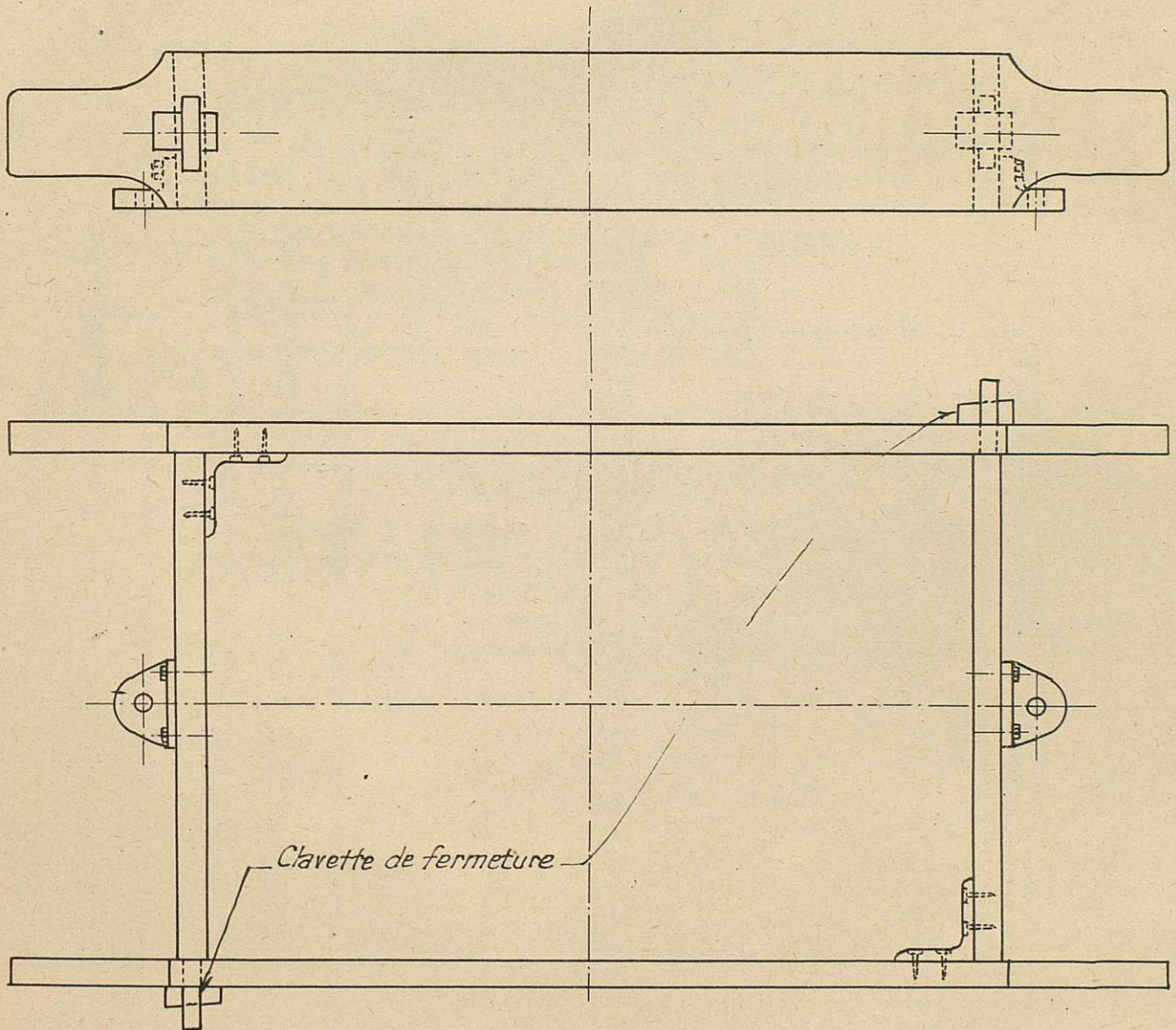
Chassis ouvrant en bois

Fig. 2

Chassis en fer profilé

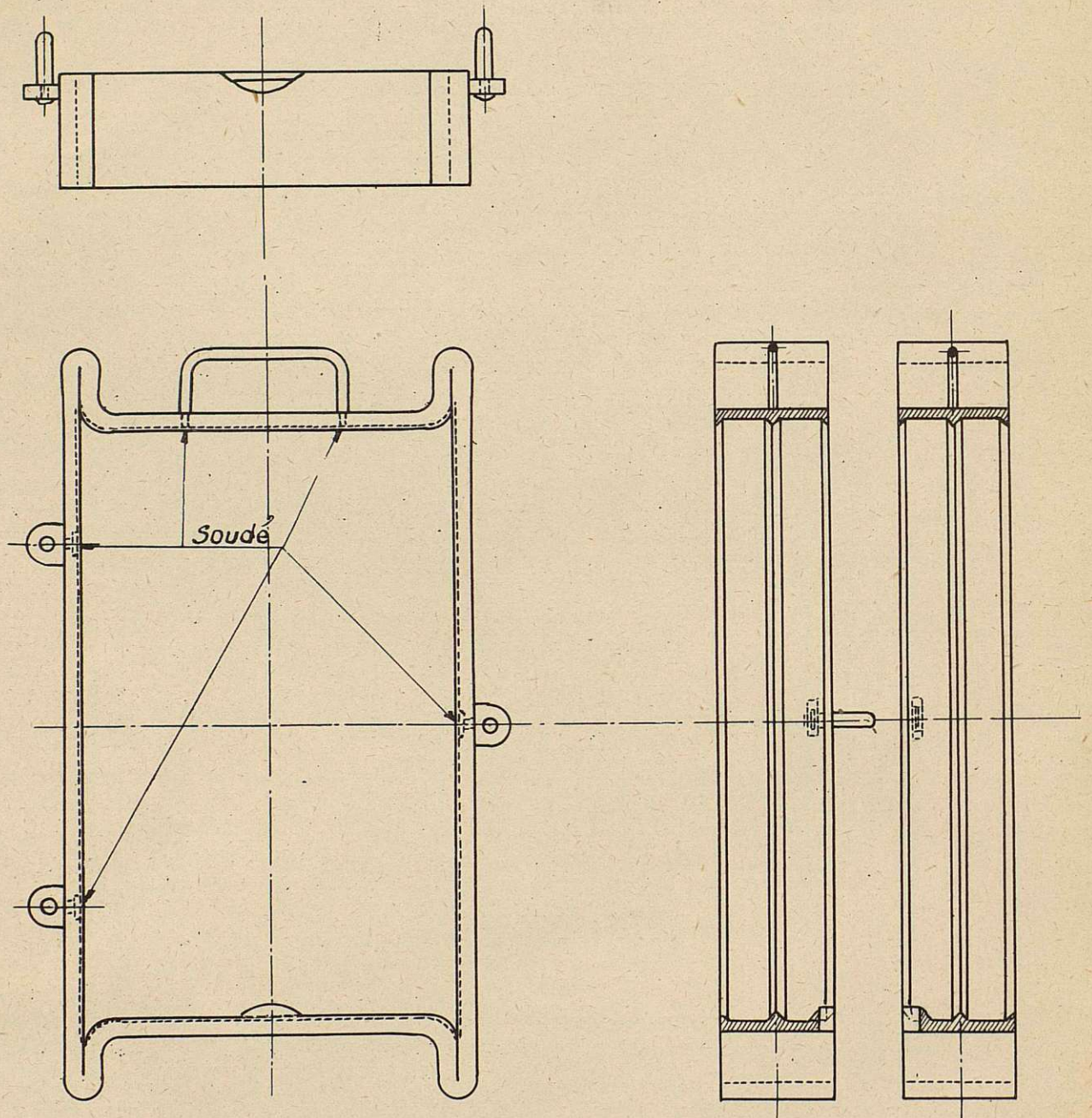


Fig. 3

Leçon 18

LE SERRAGE (Suite).

Serrage par pression.- Résultats obtenus suivant les deux principaux systèmes de serrage par pression : rehausse supérieure, - rehausse inférieure.-
Serrage par secousses.- Résultats obtenus.-

--oOo--

SERRAGE PAR PRESSION.-

Nous avons eu l'occasion de constater au cours de la leçon 14, que le serrage par pression réalisé en introduisant dans le châssis un excédent de sable d'une hauteur égale au $1/3$ de la hauteur du châssis, donnait des résultats comparables au serrage rationnel à la main parfaitement exécuté. Le serrage par pression peut d'ailleurs très bien comporter l'atteinte aux doigts de certaines parties du modèle demandant de grandes précautions de serrage.

Il est par contre illogique, sauf très rares exceptions, de commencer le serrage par pression par un serrage au fouloir la pression n'intervenant alors que pour remplacer la pilette.

Dans l'exemple précité et dont le schéma est donné par la fig. 1, l'excédent de sable à serrer est placé au dos du châssis et maintenu par une sorte de prolongation mobile du châssis qui porte le nom de rehausse. Le châssis est posé sur la couche ou la plaque-modèle qui elle-même repose sur une table.

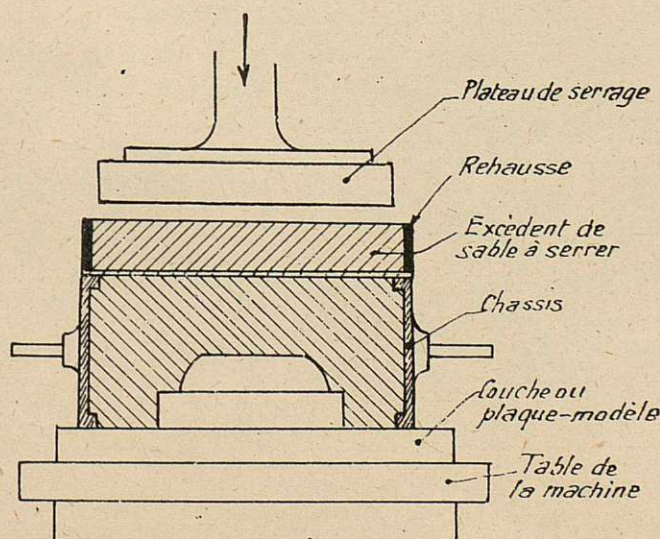


Fig. 1

Le serrage par pression ainsi réalisé prend le nom de serrage par rehausse supérieure.

La plupart du temps c'est le plateau de serrage qui descend serrer le sable, le châssis et la table restant immobiles. Cependant on rencontre aussi la disposition inverse ; - qui présente d'ailleurs de sérieux avantages dans les machines commandées par l'eau sous pression, - c'est-à-

dire que le plateau de serrage restant alors fixe en hauteur, la table monte entraînant le châssis dont le sable vient se serrer contre le plateau.

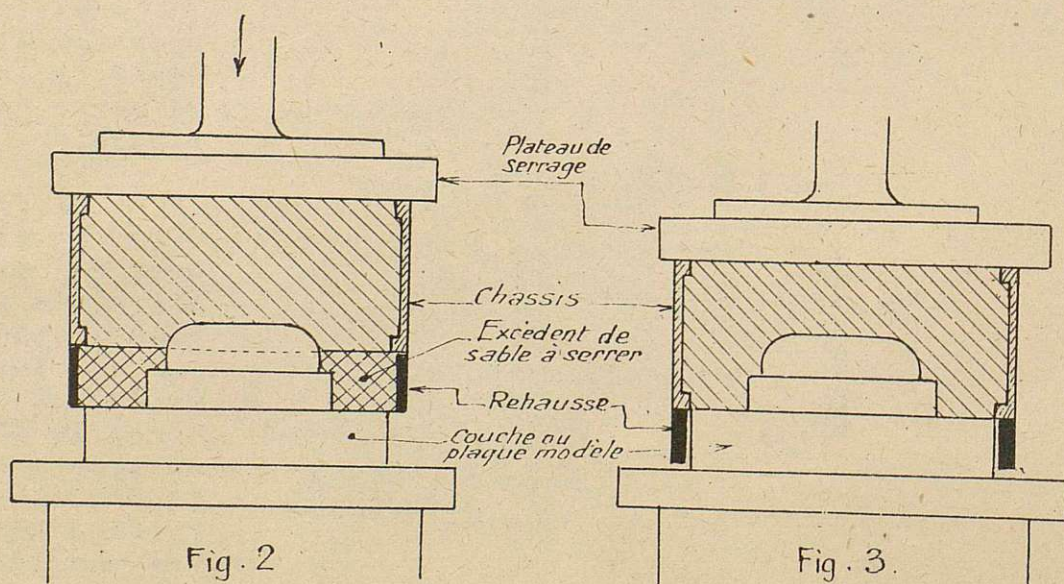
Descendons un peu plus dans les détails et examinons les résultats du serrage d'un moule par cette méthode. Si nous tâtons celui-ci soit à la main, soit avec l'appareil créé par Mr Ronceray dont nous dirons quelques mots un peu plus loin, nous constatons :

a)- que le dos du châssis est plus serré que la surface de joint, et que la surface de l'empreinte.

b)- que le serrage est plus énergique au centre du châssis qu'à proximité des bords. Autrement dit les parois du châssis freinent légèrement la descente du sable; plus le châssis est étroit et haut plus cette influence se fait sentir.

c)- Enfin les parties de l'empreinte du modèle qui sont placées le plus près du dos du châssis sont plus serrées que celles qui sont près du joint. Ceci implique la nécessité de prendre des précautions au dessus des parties hautes du modèle qui risqueraient d'être trop serrées. En général, à moins que l'on se serve d'un plateau de forme, on se contente de dégager un peu le sable au dos du châssis au dessus des parties les plus hautes du modèle.

Nous avons un deuxième système pour réaliser le serrage par pression. C'est celui qui est indiqué fig.2 et qui porte le nom de serrage par rehausse inférieure, la rehausse qui contient l'excédent de sable à serrer étant placée à la partie inférieure du châssis du côté du joint.



Après serrage, la rehausse, le châssis et le plateau de serrage sont venus dans la position indiquée par la fig.3 . Si comme tout à l'heure nous tâtons le moule nous constatons:

a)- que la surface du joint et celle de l'empreinte sont serrées très uniformément et plus fortement que le dos du châssis, ce qui facilite évidemment le départ des gaz puisqu'ils ont une moins grande résistance à vaincre pour s'échapper à l'extérieur.

b)- que la serre est plus forte sur les bords du châssis du côté du joint que partout ailleurs.

c)- enfin que les parties les plus hautes de l'empreinte par rapport au joint ne sont pas serrées plus fortement que celles qui sont très près de ce joint ce qui est excellent.

On peut dire que le serrage par rehausse inférieure est le meilleur type de serrage qui existe actuellement au point de vue de la régularité de la serre obtenue par rapport à la forme de la pièce à mouler.

SERRAGE PAR SECOUSSES.-

Le principe du serrage par secousses a été indiqué au cours de la leçon 14. Pour comprendre parfaitement le mécanisme de ce serrage il suffit d'observer un vendeur qui tasse, par exemple, de la farine dans un sac avant de le fermer. Il soulève ce sac et le laisse retomber d'une faible hauteur sur son comptoir un certain nombre de fois. Regardant alors dans le sac, on constate que le volume de la farine a fortement diminué, mais que celle qui reste à la partie supérieure du sac n'est pas du tout serrée.

Le poids propre de la farine contenue dans le sac agit au moment de l'arrêt brusque de la chute ; or en chaque point la farine appuie fortement sur celle qui est située en dessous d'elle et ainsi de suite jusqu'en haut. Mais plus on s'élève dans le sac, plus la quantité de farine diminue ; par suite le poids qui produit le serrage diminue également. Si bien que la couche supérieure sur laquelle rien n'appuie n'est pas du tout serrée.

C'est exactement la même chose qui se produit dans le serrage d'un moule par secousses. Supposons que la table qui supporte le châssis rempli de sable représenté par la fig.4, soit élevée à une hauteur de 60 m/m par exemple, à ce moment elle retombe rapidement et s'arrête brutalement à la fin de sa course de retour. Si nous répétons un certain nombre de fois cette opération, 50 fois, par exemple, et qu'alors nous examinons le moule ainsi secoué que constatons-nous ?

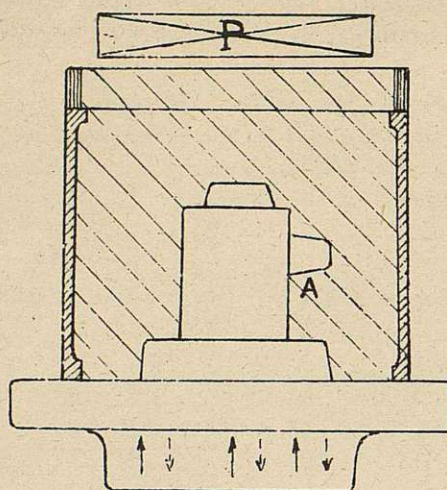


Fig. 4

a) - que le niveau du sable dans le chassis baisse à chaque secousse et qu'il faut en ajouter continuellement pour maintenir le chassis plein ou prévoir une réhausse au dos du chassis, rehausse qui permet d'ajouter l'excédent de sable en une seule fois. Cette diminution de volume est l'indice indéniable que le sable se serre ; il se serre même énergiquement.

b) - le sable est très serré à la surface du joint, il l'est moins le long des parois du chassis et sur les parties

hautes de l'empreinte.- ce qui est loin d'être toujours un avantage - il ne l'est pas du tout au dos du chassis.

c) - Il y a fréquemment des fausses serres, c'est-à-dire des parties peu serrées à proximité immédiate de parties bien serrées, sous les barres du chassis et sous les parties du modèle telles que A (fig.4) qui sont en projection, en débord sur le corps principal du modèle.

Il sera donc nécessaire dans ce genre de serrage de terminer le serrage au dos du chassis soit à la pilette, soit à la pression, soit en plaçant un surcharge P' (fig.4), plateau en fonte, etc... au dos du chassis pendant le serrage.

Il est bien évident que si l'on ne prévoit pas de réhausse contenant l'excédent de sable à serrer il faudra ajouter du sable dans les chassis pendant que les secousses se produisent.

NOTA.- Il est de la plus haute importance d'accompagner cette leçon de démonstrations simples, faites dans l'esprit de l'exposé. Les essais se rapportant au serrage par secousses pourront être faits au besoin au moyen d'un gros tube maintenu sur un fond en bois.

NOTE SUR L'APPAREIL RONCERAY POUR APPRECIER LE SERRAGE.- (I)

Cet appareil représenté par la fig.5 est constitué par un

(I) Cette note est donnée surtout dans un but documentaire. Il serait cependant excellent de l'enseigner aux élèves dans le cas où l'on aurait un tel appareil à sa disposition.

tube A terminé à une extrémité par un bouton E qui se visse dans A et permet ainsi de régler la pression du ressort D. Ce ressort D appuie sur une bille C, retenue par un léger rebord intérieur du tube A. Une embase B ou rebord extérieur de A, permet d'appuyer bien verticalement l'appareil sur le sable. Le bouton F a pour but, le bouton E étant réglé, de maintenir celui-ci en position.

On conçoit très bien si l'on appuie cet appareil sur le sable d'un moule, l'empreinte que laissera la bille sera d'autant plus grande que le serrage du sable sera moins élevé, et réciproquement. Pour faciliter la lecture des empreintes on talque légèrement la surface à examiner ; la pression exercée sur l'appareil appuie le talc à l'emplacement occupé par la bille et l'embase B, alors que le reste du talc est enlevé par un léger coup de soufflet.

En tarant rigoureusement la pression du ressort à 1 kg, et en mesurant aussi exactement que possible le diamètre de l'empreinte on peut chiffrer la pression donnée au sable par n'importe quel serrage.

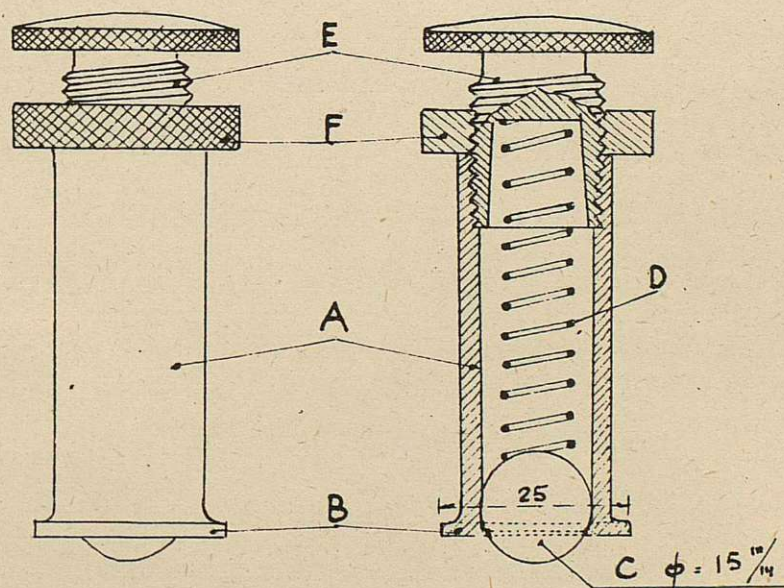


Fig. 5

Leçon 19

Calculer le poids d'un châssis donné plein de sable, avec le vide de la pièce pour le levage à la grue.

--oOo--

Supposons que nous moulions à plat, dans le même châssis, représenté ci-contre, deux colonnes pivots dont le dessin est donné fig.2. La coulée aura lieu à plat, les châssis étant légèrement inclinés.

Déterminons le poids du châssis serré, le modèle étant retiré du sable.

1°) POIDS DU CHÂSSIS EN FONTE UTILISÉ AU MOULAGE.-

a)- Poids du dessus.-

Décomposons le dessus en une série de parallélépipèdes :

- grands cotés : $(9,65 \times 1,80 \times 0,12 \times 7,2) \times 2 = 30 \text{ Kgs}$
- petits cotés : $(5,40 \times 1,80 \times 0,12 \times 7,2) \times 2 = 16 \text{ Kgs } 800$
- les 2 barres transversales : $(5,40 \times 1,00 \times 0,12 \times 7,2) \times 2 = 9 \text{ kgs } 300$
- la barre longitudinale : $3,41 \times 1,00 \times 0,12 \times 7,2 = 2 \text{ Kgs } 950$
- les 2 rebords intérieurs :

$$\left[(9,65 + 5,40) \times 2 \right] \times 0,10 \times 0,03 \times 7,2 \times 2 = 1 \text{ kg } 300$$

Le poids total du dessus est donc :

$$30 + 16,800 + 9,300 + 2,950 + 1,300 = 60 \text{ Kgs } 350$$

Le dessous étant identique, le poids total du châssis vide est donc de :

$$60,350 \times 2 = 120 \text{ Kgs } 700$$

2°) Poids du sable serré.-

Pour calculer ce dernier il faut déterminer le volume intérieur du châssis. Celui-ci est de :

$$9,65 \times 5,40 \times (1,80 \times 2) = 187 \text{ dm}^3,596$$

Le volume du sable serré est égal au volume du châssis diminué du volume occupé par les deux modèles de la pièce. Déterminons le volume extérieur d'une des pièces en admettant que le modèle ait des portées de 50 m/m de longueur et que les surépaisseurs d'usinage soient uniformément de 5 m/m.

Pour cela nous employons la même méthode que précédemment, c'est-à-dire que nous décomposons la pièce en volumes

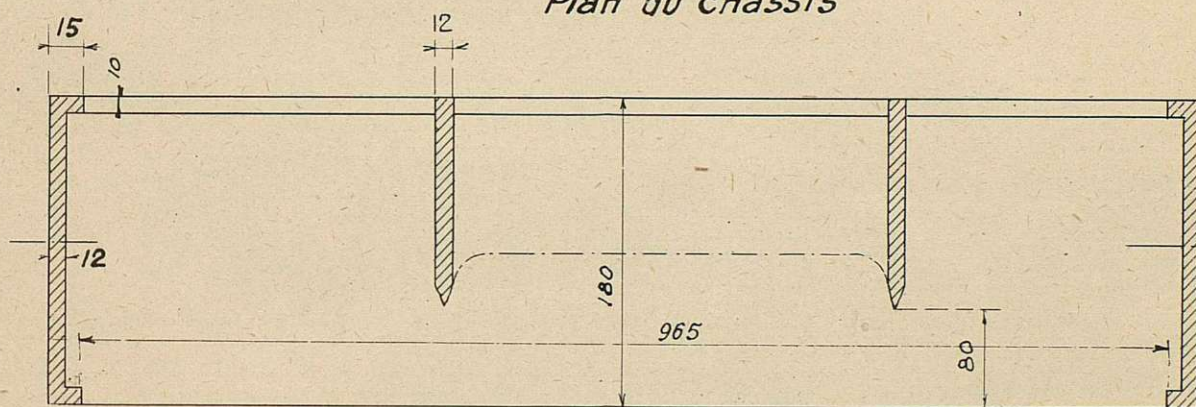
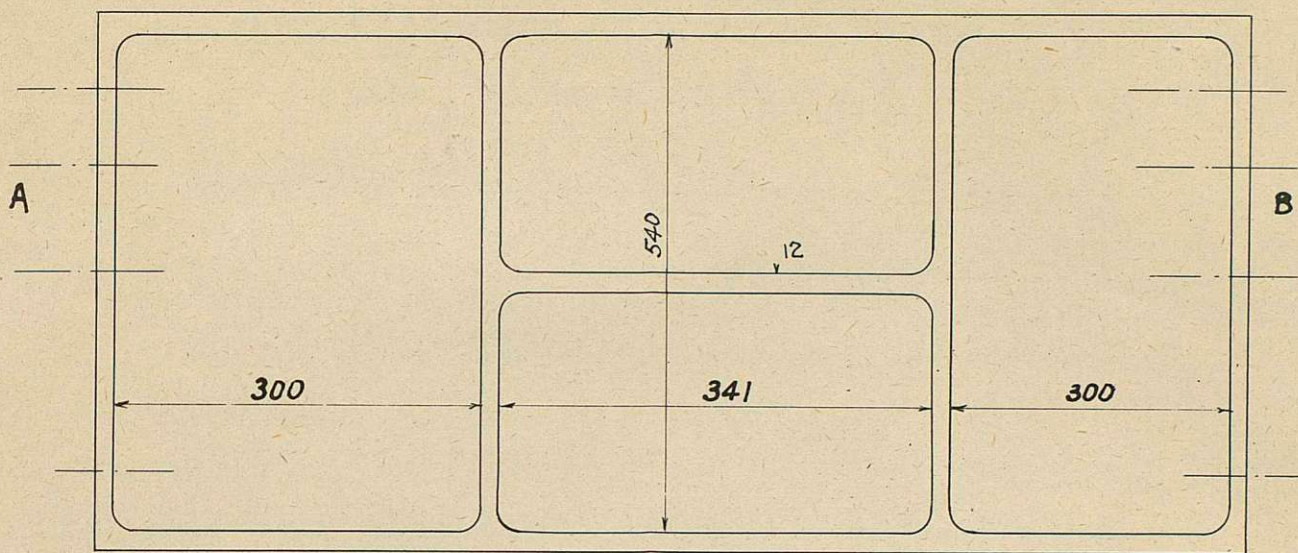
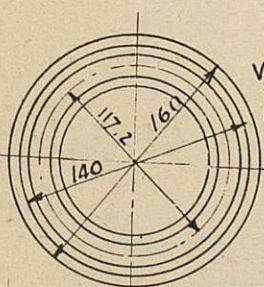


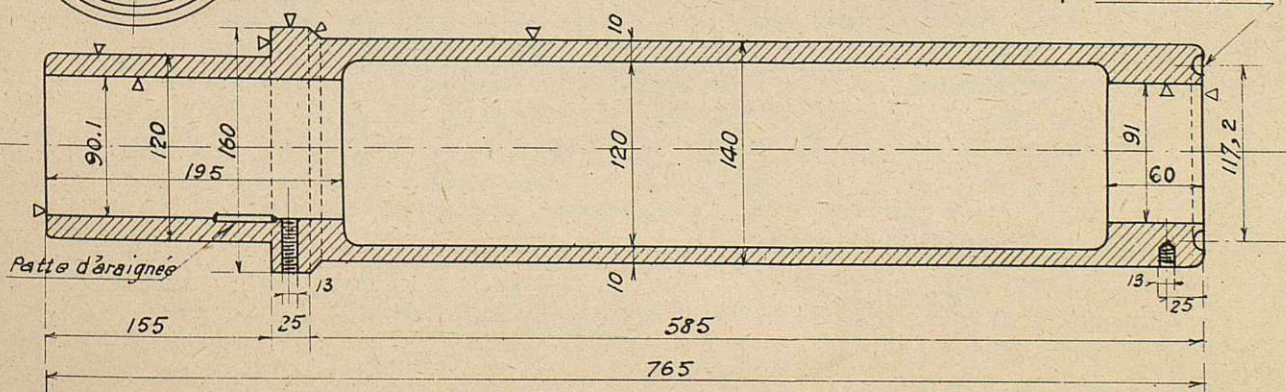
Fig. 1



Colonne pivot (fonte)

Echelle $\frac{1}{5}$

Roulement à billes



simples faciles à calculer ici des cylindres et nous obtenons successivement :

- volume de la portée de $\phi = 80 \text{ m/m}$:

$$\frac{\pi \times 0,8^2}{4} \times 0,5 = 0 \text{ dm}^3, 2512$$

- volume de la partie cylindrique de $\phi = 130 \text{ m/m}$

$$\frac{\pi \times 1,30^2}{4} \times 1,55 = 2 \text{ dm}^3, 0567$$

- volume de la partie cylindrique de $\phi = 170 \text{ m/m}$

$$\frac{\pi \times 1,70^2}{4} \times 0,375 = 0 \text{ dm}^3, 86394$$

- volume de la partie cylindrique de $\phi = 150 \text{ m/m}$

$$\frac{\pi \times 1,5^2}{4} \times 5,725 = 10 \text{ dm}^3, 197$$

- volume de la portée de $\phi = 81 \text{ m/m}$

$$\frac{\pi \times 0,81^2}{4} \times 0,5 = 0 \text{ dm}^3, 251.514$$

Soit pour le volume total d'une pièce :

$$0,2512 + 2,0567 + 0,86394 + 10,197 + 0,251.514 = 13 \text{ dm}^3 620354$$

et pour les deux pièces :

$$13,620354 \times 2 = 27 \text{ dm}^3, 240.708$$

Le volume réel du sable serré est donc :

$$187,596 - 27,240.708 = 160 \text{ dm}^3, 355 \text{ en arrondissant les décimales}$$

Si nous prenons comme densité moyenne du sable serré le chiffre de 1,8 , le poids en kilogrammes de ce volume de sable est de :

$$160,355 \times 1,8 = 288 \text{ Kgs}, 640$$

3°) Poids total du chassis serré prêt à lever à la grue.-

Ce poids est évidemment égal au poids du chassis vide augmenté du poids du sable serré, soit :

$$120,700 + 288,640 = 409 \text{ Kgs}, 340$$

Leçon 20LE SERRAGE (Fin)

Moyens de réaliser mécaniquement les divers genres de serrage
 Avantages et inconvénients de ces différents moyens.-
 Emploi des différents genres de serrage suivant leurs avantages et leurs inconvénients.-

--oOo--

MOYENS DE REALISER MECANIQUEMENT LES DIVERS GENRES DE SERRAGE.

On rencontre les principaux moyens suivants :

- les moyens mécaniques,
- les moyens électriques,
- les moyens hydrauliques,
- les moyens pneumatiques.-

a) -LES MOYENS MECANIQUES sont généralement employés dans le serrage à la main et dans le serrage par secousses. Pour le serrage à la main on rencontre des fouloirs et des pilettes et pour le serrage par inertie, des tables dites à secousses.

Les moyens mécaniques sont de moins en moins utilisés en fonderie parce que les organes mécaniques en mouvement ne sont pas à leur place dans le sable de fonderie qui s'introduit dans toutes les fentes, les articulations et use rapidement les organes en mouvement.

De plus il est difficile de faire varier la course des appareils, et plus difficile encore, une longueur de course étant choisie, de la maintenir rigoureusement constante.

b) - MOYENS ELECTRIQUES.- On les rencontre dans le serrage à la main et dans le serrage par secousses. Les inconvénients qu'ils présentent sont à peu près les mêmes que ceux qui viennent d'être signalés pour les moyens mécaniques. Exception importante pour les tables à secousses où leur emploi, moyennant des précautions est intéressant et leur application particulièrement heureuse au serrage par projection.

c) - MOYENS HYDRAULIQUES.- On trouve l'emploi de l'eau sous pression principalement pour l'obtention du serrage par pression et plus rarement pour l'obtention du serrage par secousses.

L'eau sous une pression de 50,75 ou 100 Kgs par cm^2 est un moyen de choix comme agent moteur. Elle permet d'obtenir une pression de serrage très régulière car les longueurs de courses, faciles à régler, sont très aisément maintenues constantes. Par suite de la grande pression transmise par l'eau, les pistons sont de petites dimensions, les organes en mouvement simples et facilement abrités du sable.

De plus il suffit d'une faible force motrice pour donner à l'eau les pressions nécessaires ; enfin par suite de son incompressibilité l'eau transmet parfaitement et immédiatement les mouvements, ce qui donne de grands avantages pour le démoulage, celui-ci devant être fait avec beaucoup de souplesse.

Le principal inconvénient de l'eau c'est le danger de la gelée en hiver. Mais cet inconvénient peut être facilement évité en plaçant les canalisations d'eau dans le sol (comme les canalisations d'eau d'une ville) et en choisissant des machines dans lesquelles tous les organes contenant de l'eau sont disposés dans le sol. Un autre inconvénient bien moins grave, mais cependant très gênant, c'est celui des fuites sur les canalisations, aux joints, etc... qui peuvent provoquer des inondations.

d) - MOYENS PNEUMATIQUES. - Les moyens pneumatiques sont ceux qui emploient l'air comprimé. On trouve l'air comprimé dans les appareils de serrage à la main et dans les machines de serrage soit à pression, soit par inertie. En outre, l'air comprimé est utilisé en fonderie pour les soufflettes, les vibrateurs, les pulvérisateurs, les appareils d'ébarbage, les fouloirs pneumatiques, etc...

Comme l'eau sous pression, l'air comprimé permet d'obtenir des pressions régulières, car les courses sont facilement réglables et maintenues constantes ; les organes en mouvement sont également simples et aisément protégés contre le sable. Mais il présente de sérieux inconvénients.

On ne l'obtient qu'à des pressions relativement basses, 5 à 7 kgs par cm^2 et en dépensant une grande force motrice. La faible pression de l'air oblige de construire des pistons de grandes dimensions ; les machines deviennent lourdes et coûteuses, l'air se comprimant facilement, ne donne aucune souplesse pour le démoulage et la plupart du temps on est obligé de faire agir sur un liquide, généralement de l'huile, qui alors commande directement les organes de démoulage.

Les pressions assez basses auxquelles on l'obtient obligent à l'abandon du serrage par pression pour les grands chassis, les machines devenant par trop volumineuses.

Les fuites sont par contre peu gênantes, mais elles occasionnent des pertes considérables de force motrice.

Mais l'air comprimé donne de grandes facilités au sujet de la mobilité ; un tuyau souple en caoutchouc suffit pour raccorder les appareils à la conduite principale d'air comprimé.

CHOIX DES DIFFERENTS AGENTS ANOTEURS POUR LES EMPLOIS AUXQUELS ILS CONVIENNENT LE MIEUX.-

En résumé on peut dire qu'il est préférable d'utiliser :

- l'eau sous pression pour le serrage par pression et le démoulage,
- l'air comprimé pour le serrage seul par inertie et pour tous les autres emplois dont nous avons parlé plus haut.
- l'électricité pour les tables à secousses, c'est-à-dire pour le serrage par inertie.(I)

Tous ces moyens ne sont pas des rivaux ; il faut les utiliser judicieusement et les faire compléter l'un par l'autre si besoin est. C'est pourquoi nous trouverons bien souvent plusieurs agents moteurs sur la même machine.

EMPLOI DES DIFFERENTS TYPES DE SERRAGE.-

Le serrage par petits éléments par effort humain direct permet d'obtenir à volonté le serrage où on le désire, par exemple plus serré sur les bords du châssis, dans les parties verticales et au joint, moins serré dans les parties surélevées, serré convenablement sous les parties en projection. Lorsqu'il est bien exécuté c'est le plus parfait (avec le serrage par pression à rehausse inférieure). Mais il est soumis au facteur personnel et comme tel demande une main d'oeuvre très experte, bien éduquée et qui raisonne son action. Il est généralement peu rapide.

Le serrage par petits éléments réalisé au moyen de fouloirs mécaniques ou autres présente les mêmes avantages que le précédent mais les inconvénients sont augmentés étant donnée la brutalité des moyens mis en oeuvre. Cependant la rapidité d'exécution est plus grande. Aussi, alors que le serrage par effort humain direct sera seulement utilisé pour des petits moulages, non de série, le serrage par fouloirs pneumatiques

(I) Les moyens mécaniques qui étaient de moins en moins utilisés en fonderie pour le serrage y rentrent de nouveau avec les machines serrant le sable par projection.

conviendrait-il surtout pour les grands moulages ou l'emploi de la machine à mouler, sauf cependant la machine à projection de sable, est impossible.

LE SERRAGE PAR PRESSION.-

Quel que soit le genre de rehausse utilisé, est rapide et simple. Praticué avec rehausse supérieure son emploi est limité par la hauteur des pièces ; d'autre part les barres des châssis sont un obstacle très grand, presque insurmontable.

Au contraire, praticué avec rehausse inférieure, il est pratiquement universel. Les pièces peuvent être relativement hautes, 30 à 40 cm, pour fixer les idées ; les bords du châssis et le joint sont serrés énergiquement. C'est le moyen de serrage le plus parfait et le plus rapide que l'on connaisse à l'heure actuelle. Les châssis peuvent être d'une forme quelconque, les barres ne sont plus une gêne ; au contraire, elles peuvent, dans certains cas, compléter l'action du serrage.

LE SERRAGE PAR SECOUSSES.-

Est moins rapide que le serrage par pression. Il serre également moins bien aux parois des châssis et sous les barres ; le joint est plus serré que le dos du châssis qui nécessite une serre finale soit à la main, soit par pression ou autre, à moins cependant que l'on ne retourne sur un fond ; le serrage sous les projections c'est-à-dire les éléments qui débordent de parois verticales ou obliques est mal exécuté. Ce mode de serrage convient particulièrement pour les pièces hautes, simples, de démoulage facile. Il est à noter cependant qu'une simple table à secousses, pouvant recevoir différentes dimensions de modèles, ou de boîtes à noyaux est très utile dans un chantier de moulage à la main ou dans un noyautage. Elle permet de serrer rapidement les moules ou les noyaux dont on termine à la main le serrage et le démoulage.

LE SERRAGE PAR PROJECTION.-

Dont les réalisations sont à l'heure actuelle encore fort coûteuses, paraît être appelé à rendre de grands services surtout pour les très grands moulages non de série nécessitant le serrage de quantités importantes de sable et qui ne peuvent être montés sur des machines.

Leçon 21 -

Calculer le poids d'un châssis donné après coulée de la pièce

--oOo--

Note.- On pourra prendre un exemple différent de celui donné leçon 19 ou continuer l'application de ce même exemple.

Reprenons le châssis donné leçon 19 dans lequel nous moulons deux colonnes pivots; supposons ces deux colonnes coulées et déterminons le poids total du châssis.

Le poids du châssis proprement dit, le poids du sable serré n'ont pas varié. Il nous suffit donc d'ajouter :

- le poids des noyaux,
- le poids des pièces.

1°) POIDS DES NOYAUX.-

Déterminons, selon la méthode vue leçon 19 le volume de l'un des noyaux.

- volume de la partie de $\phi = 80$ m/m

$$\frac{\pi \times 0,8^2}{4} \times 2,50 = 1 \text{ dm}^3,256$$

- volume de la partie de $\phi = 120$ m/m

$$\frac{\pi \times 1,2^2}{4} \times 5,10 = 5 \text{ dm}^3,76504$$

- volume de la partie de $\phi = 81$ m/m

$$\frac{\pi \times 0,81^2}{4} \times 1,15 = 0 \text{ dm}^3,596.6$$

Soit pour le volume d'un des noyaux :

$$1,256 + 5,76504 + 0,5966 = 7 \text{ dm}^3,617.64$$

et pour les deux noyaux :

$$7,617.64 \times 2 = 15 \text{ dm}^3,240 \text{ en arrondissant les décimales.}$$

En prenant comme densité moyenne du sable serré le chiffre 1,8 et en considérant les noyaux comme pleins pour

contre balancer le poids des lanternes, (chose possible ici)
on trouve comme poids des noyaux :

$$15,240 \times 1,8 = 27 \text{ Kgs, } 432$$

2°) POIDS DES PIECES.-

Déterminons leur volume. Si nous remarquons que nous avons au cours de la leçon 19 calculé leur volume extérieur soit $27 \text{ dm}^3, 240.708$, et au cours de cette même leçon le volume des noyaux ou $15 \text{ dm}^3, 240$, le volume réel des deux pièces nous est donné par la différence de ces deux chiffres, soit :

$$27,240.708 - 15,240 = 12 \text{ dm}^3, 000.708$$

La densité de la fonte étant 7,2, le poids des pièces est de :

$$12,000.708 \times 7,2 = 86 \text{ Kgs, } 405$$

3°) POIDS TOTAL DU CHASSIS, LES PIECES ETANT COULEES.-

Ce poids est de :

$$409,340 + 27,432 + 86,405 = 523 \text{ Kgs, } 177$$

Nota. On a fait abstraction ici, les pièces étant petites du poids des coulées. En règle générale il faudra déterminer le poids des coulées, évents, masselottes, ainsi que des armatures de noyaux.

Leçon 22 -

DEMOULAGE - EBRANLAGE - Précautions - Différents démoulages - Moyens de faciliter le démoulage.-

--oOo--

L'opération du démoulage consiste à retirer les modèles du sable qui a servi à constituer le moule. Cette opération constitue une partie importante et délicate du travail : en effet si elle est mal faite elle provoque des arrachements nombreux dans le moule, nécessite par conséquent des réparations qui prennent un temps considérable et influent sur la qualité, la beauté et l'exactitude du moulage.

Différents moyens ou procédés sont employés pour faciliter le démoulage ; parmi ceux-ci nous citerons :

- l'arrosage des bords et les isolants,
- la dépouille et le vernissage des modèles,
- la vibration et l'ébranlage,
- les peignes,
- le chauffage des modèles,
- les pièces démontables et les modèles coupés.

1°) ARROSAGE DES BORDS ET ISOLANTS.-

L'effort à exercer sur un modèle pour le sortir du sable est d'autant plus important que ce modèle est plus volumineux et plus profondément enfoncé dans le sable.

Cette adhérence provient principalement du fait que le serrage du sable comprime le modèle et du frottement du sable sur le modèle. Tous les moyens employés pour faciliter le démoulage auront donc pour effet de séparer le modèle du sable ou de diminuer le frottement.

L'arrosage des bords du joint en contact avec le modèle ne participe d'aucune de ces deux séries de moyens. Il a pour but de renforcer légèrement l'humidité de ces bords, de leur donner plus de corps et de leur permettre de subir sans se casser l'action ultérieure de l'ébranlage. Mais cet arrosage doit être léger, et parfaitement localisé aux bords de l'empreinte. Un excès d'eau transforme les arêtes de sable en boue, déforme le joint, l'empreinte, sans compter tous les autres inconvénients (voir défauts de fonderie).

Les isolants, que nous avons étudiés précédemment (1) diminuent l'action du frottement. Que ce soient le talc, le lycopode, le sable brûlé, etc... ils empêchent le modèle de reprendre l'humidité du sable, et au sable de pénétrer dans les aspérités du modèle.

2°) DEPOUILLE ET VERNISSAGE DES MODELES.-

Nous avons vu (2) que la dépouille facilitait le démoulage en diminuant légèrement le frottement du sable sur le modèle. On sait que pour le moulage d'une pièce la recherche du joint consiste à déterminer la ligne suivant laquelle les dépouilles changent de sens ; ainsi toutes surfaces dont la dépouille est dans une même direction sont d'un même côté de la ligne de joint ou séparatrice. Le démoulage sera d'autant plus facile que la séparatrice aura été déterminée plus exactement c'est-à-dire sans contre-dépouille.

Il a été indiqué précédemment (2) que le vernissage des modèles mettant ceux-ci à l'abri de l'humidité du sable, empêche leur gonflement, favorise le glissement modèle sur sable et par conséquent le démoulage.

3°) EBRANLAGE ET VIBRATION.-

L'ébranlage des modèles, augmente légèrement la section de l'empreinte, supprime le contact étroit entre le sable et le modèle et par conséquent diminue le frottement. Le démoulage est alors considérablement facilité. On peut dire que l'ébranlage est universellement pratiqué dans le moulage à la main.

L'abus de l'ébranlage déforme les empreintes, augmente le poids des pièces et supprime toute la précision de moulage. Pour éviter ces inconvénients il faut donc tâcher de réunir les conditions favorables suivantes : modèles bien faits et bien lisses, si bien qu'un léger ébranlage est parfaitement suffisant.

La vibration consiste à donner au modèle au moyen d'un appareil appelé vibreur, un très grand nombre de petites secousses à une cadence très rapide, généralement 50 par seconde .

(1) Cours A Leçon 13.-

(2) Cours A Leçon 19.-

Les vibrations engendrées par ces appareils se transmettent aux modèles ; elles produisent le décollement des modèles et du sable sans agrandir ni déformer les empreintes.

Les vibrateurs, qui fonctionnent à l'air comprimé ou à l'électricité, sont très employés dans le moulage mécanique, sur les plaques modèles. Mais rien ne s'oppose à leur utilisation dans le moulage à main et cette application ne saurait tarder d'être faite.

4°) LES PEIGNES.-

Le modèle étant ébranlé doit être sorti du sable. Dans le moulage à la main cette opération se fait manuellement et demande une très grande habileté professionnelle. En effet si le démoulage n'est pas correct on abîme les parois du moule, on déforme l'empreinte etc... d'où nécessité de réparer ce qui exige un temps toujours assez long.

Dans le moulage mécanique le démoulage est rarement fait à la main ; mais il est de toute nécessité que ce démoulage soit fait d'une façon rigoureusement impeccable : en effet il est presque toujours plus rapide en moulage mécanique de recommencer un moule entièrement que de le réparer. La sortie des modèles du sable s'opère toujours sur des guidages extrêmement précis : broches, touches, ou autres.

Lorsque ces guidages sont insuffisants pour assurer la sortie du modèle sans abîmer l'empreinte on complète leur action par celle de peignes.

Un peigne est la réalisation sous forme solide, indéformable, en bois ou en métal, de la partie de la surface de joint qui entoure immédiatement le modèle. Lors de sa sortie du sable, le modèle se trouve guidé par le peigne, en même temps que ce dernier maintient le sable des bords du joint sous l'action de son poids. Le peigne, très employé dans le moulage mécanique et dont l'action est très efficace, peut être avantageusement utilisé dans le moulage à la main sous des formes simples : planchettes entourant le modèle et appuyées sur le sable au moyen de poids etc... Les peignes seront vus de nouveau leçon 41.

5°) CHAUFFAGE DES MODELES.-

Le chauffage léger des modèles facilite le glissement de ceux-ci sur le sable. Ce moyen est plus particulièrement utilisé en moulage mécanique et comme la durée de contact du modèle et du moule est excessivement réduite, l'humidité du sable de moulage n'est pas affectée.

6°) MODELES COUPES ET PIECES DEMONTABLES.-

Si le modèle est coupé suivant le joint la détermination de celui-ci est plus exacte et par conséquent le démoulage plus facile. Dans ce cas chaque partie de modèle s'enlève de la même façon, l'une dans le dessus, l'autre dans le dessous et par conséquent doit être ébranlée séparément. On risque d'avoir dans les pièces des variations qui sont accentuées lorsque le moule est mal raccordé. On doit, pour éviter ces inconvénients, ébranler entre deux sables ; c'est-à-dire en passant la barre à ébranler à travers le dessus, le moule étant fermé. L'ébranlage est alors le même pour les deux parties du modèle.

DIFFERENTES SORTES DE DEMOULAGE.-

On distingue le démoulage vertical, par coins, par mouvement à charnière, le démoulage oblique, circulaire, etc...

Le démoulage vertical est le plus généralement utilisé. Il est réalisé de deux façons : ou bien on lève le modèle du sable, le moule restant fixe, ou bien le modèle reste fixe et on lève le moule.

Dans le premier cas le poids du sable intervient favorablement pour faciliter le démoulage : en effet si une partie de sable est détachée, son poids la fait retomber en place. C'est le mode de démoulage qu'il faut utiliser lorsque l'empreinte présente d'importantes projections de sable qui pourraient se détacher et tomber si on la levait. On peut aussi retourner le moule maintenir le modèle fixe et laisser descendre le châssis ; cette méthode est fort employée en moulage mécanique.

Dans le deuxième cas nous voyons qu'au contraire le poids du sable intervient défavorablement et tend à détacher et faire tomber des parties de sable. C'est donc le mode de démoulage à utiliser dans les cas simples.

Pour le démoulage des châssis comportant un grand nombre de petites pièces de section ronde ou rectangulaire ou il y a de grands dangers d'arrachement, on commence souvent le démoulage par des coins métalliques qu'on enfonce soit sous deux angles du châssis soit sous les quatre. On obtient ainsi un soulèvement bien parallèle au plan de joint, soulèvement qu'on achève à la main.

Ce procédé est souvent employé dans le moulage de la

malléable ou du laiton. Si les pièces sont d'un démoulage facile, on peut souvent se passer de coins et démouler en faisant tourner le dessus autour d'un des cotés du châssis comme autour d'une charnière. Quelquefois les châssis portent une véritable charnière.

Ce démoulage oblique s'impose pour certaines formes de modèles, pour la plupart des parties démontables. Dans un travail de série, même faible, il est avantageusement guidé par un peigne.

Le démoulage circulaire est utilisé pour sortir du sable des anses de marmites ou autre, des poignées, etc...

Leçon 23 -

Finissage des Moules.- Remmoulage.-

Fermeture - Pose des noyaux - Mouchetage - Rappuyage d'un moule - Précautions pour éviter les fuites.-
 Tamponnage des noyaux - chargement des moules.-

--oOo--

FERMETURE DES MOULES.-

Une des opérations les plus importantes lors de la fermeture des moules est la pose des noyaux dans leurs portées. Il arrive que le noyau ne trouve pas exactement sa place, soit que sa portée soit trop forte, soit qu'elle soit trop faible. Dans le premier cas on est obligé de limer ou de râper les portées.

Le râpage est une opération imprécise, longue, peu commode et qui cause des imperfections graves: erreurs de côtes, variations, etc... Il faut l'éviter par tous les moyens: le plus sûr consiste à vérifier avec soin les boîtes et les modèles afin de s'assurer que les portées des boîtes et des modèles concordent bien. S'il n'en est pas ainsi on doit faire les modifications nécessaires avant de commencer le travail. Cette méthode est à appliquer d'une façon absolue pour un travail de série, même de très petite série. Le râpage par l'ouvrier sur le chantier ne sera toléré que pour des fabrications de très petite importance.

Dans le deuxième cas, portées du noyau trop faibles, les inconvénients sont encore plus graves, car il est très difficile de rapporter convenablement du sable ou de la glaise pour ramener à la dimension convenable la portée du moule. Ces difficultés sont supprimées lorsqu'on a pris soin de vérifier les modèles et les boîtes et de faire concorder les portées.

RAPPUYAGE.-

Lorsqu'au cours du remmoulage un moule est fermé provisoirement et rouvert ensuite, l'opération particulière ainsi réalisée prend le nom de rappuyage. On opère ainsi lorsque le moule présente quelques difficultés et qu'on veut se rendre compte si le remmoulage est correctement exécuté sans être déplacé par la fermeture des chapes ou du dessus. On vérifie

également l'épaisseur de la pièce dans les chapes ou le dessus grâce à un mouchetage par des tampons d'argile ; la hauteur des mouches d'argile après rappuyage détermine de plus la hauteur exacte des supports à utiliser si besoin est.

PRECAUTIONS GENERALES A PRENDRE AU MOMENT DE LA FERMETURE DES MOULES.-

La plus simple et la plus élémentaire des précautions consiste à s'assurer d'abord que le moule est bien propre, qu'aucune particule de sable ne s'est détachée au cours du remmoulage. Ensuite on pare au danger de fuite lors de la coulée.

Dans tous les cas de moulage à la main, à vert ou étuvé, on fait avec la spatule une trainée tout autour du joint.

Le rappuyage du moule, en dehors des raisons données plus haut de son emploi, permet de s'assurer que les joints portent bien et que la trainée faite à la spatule est bien écrasée partout. En effet, particulièrement dans les moules séchés, il y a des chances pour que les joints se soient déformés au séchage et que le portage soit mauvais. Il est possible au cours du rappuyage, lorsque le moule est de nouveau ouvert, d'ajouter un peu de sable sur le joint dans tous les endroits où la trainée n'est pas écrasée.

Il est prudent lorsque la pièce passe très près du châssis, de lûter la ligne de séparation des différentes parties du châssis, une fois le moule fermé, avec une espèce de pâte composée de glaise et de sable, ou de plâtre, de manière à arrêter les fuites que pourraient laisser passer les traînées. Cette précaution doit être obligatoirement prise dans tous les moules séchés lorsque la pièce devient un peu importante.

En moulage mécanique où la fabrication d'un moule est excessivement rapide il ne saurait être question de faire une trainée à la spatule sur chaque moule. La plaque-modèle ou la couche qui permet d'obtenir le dessus porte tout autour du joint une petite rainure (fig.I), celle-ci donne par conséquent un petit cordon en relief dans le dessus. Ce cordon vient s'écraser sur le dessous et assure l'étanchéité.

TAMPONNAGE.-

Il est de la plus grande importance de favoriser l'évacuation des gaz des moules pour éviter toute une série de causes de rebuts par soufflures, effet Léonard, refus, etc..(I)

(I) Cours B - Leçon 49 - Défauts de fonderie.

La nécessité d'une évacuation facile est encore plus importante dans le cas des noyaux surtout lorsqu'ils sont entourés de métal et que les épaisseurs de la pièce sont grandes. Il faut donc tirer l'air des noyaux et prendre des dispositions pour éviter l'introduction du métal dans les conduits d'évacuation des gaz au moment de la coulée. Lorsque cette introduction se produit on dit, en terme de métier qu'il y a " de la fonte dans l'air ". L'action de garantir les évacuations de l'air des noyaux s'appelle le " tamponnage ".

Il existe de nombreuses façons de tamponner un noyau à peu près toutes également efficaces. En moulage mécanique on opère au moyen d'une petite rainure dans les portées de la plaque-modèle qui agit comme la rainure d'étanchéité sur le joint (fig.2). Ce moyen peut d'ailleurs être employé très avantageusement dans le moulage à la main.

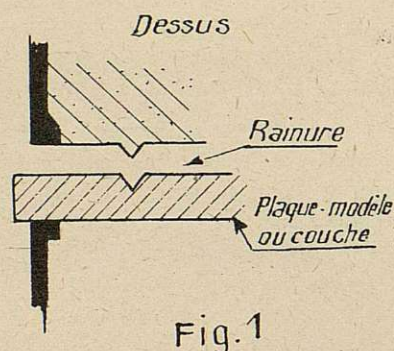


Fig.1

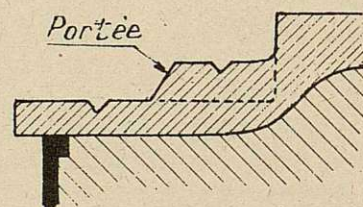


Fig.2

D'une manière générale l'évacuation des gaz du noyau est assurée soit par une rainure sur le joint, soit par un lit de petit coke qui fait communiquer la portée avec l'extérieur. On tamponne la portée soit avec un cordon de glaise, ou de colle disposé sur la portée comme l'indique la figure 3. Bien souvent on assure la communication entre la portée et le lit de coke au moyen d'une ficelle qu'on tire de l'extérieur une fois le moule fermé. De toutes façons pour faciliter le tamponnage il est bon de prévoir les portées concordantes dans la boîte et dans le noyau, comme il a été vu précédemment et de raccorder les portées au modèle par un arrondi (fig.3).

Il est bon de ne pas remmouler les moules trop longtemps à l'avance, notamment les moules à vert, pour éviter une reprise d'humidité par les noyaux, les coquilles et les refroidisseurs, si on en utilise. Une bonne précaution consiste à les chauffer légèrement ou à les passer au vernis à la gomme laque.

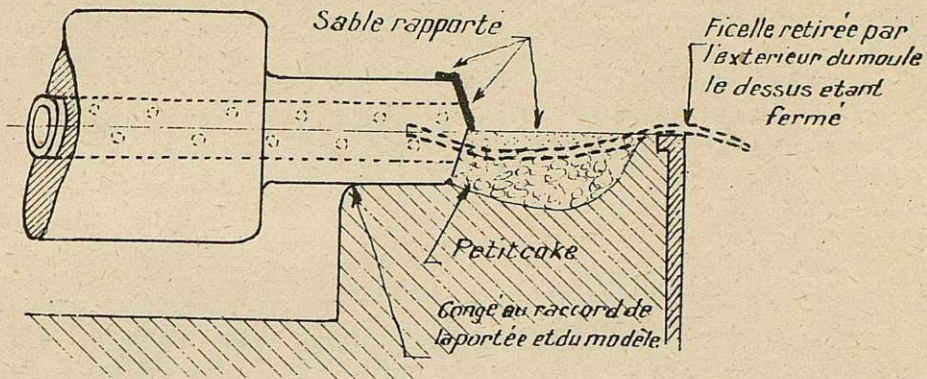


Fig.3

CHARGEMENT-ANCRAGE.-

Une fois le moule fermé il faut tenir compte des principes d'Archimède et de Pascal et déterminer leur action lors de la coulée. On calcule donc les efforts qu'ils exercent sur le dessus du moule et on contrebalance leur action (1). Il est bien entendu que pour parer à toute éventualité on majore les chiffres donnés par le calcul.

Généralement lorsqu'on coule à plat les moyens employés pour équilibrer les poussées sur le dessus sont les suivants :

- Surcharge placée sur le dessus.
- clavetage ou serrage des oreilles par des clavettes, des C, des boulons, etc...
- ancrage dans le sol (2).

Lorsqu'on coule debout les efforts qui tendent à ouvrir le moule sont équilibrés soit par la presse à remmouler dans laquelle les châssis sont serrés, soit au moyen de clavettes ou de boulons. Dans ce dernier cas il est prudent d'enduire légèrement d'huile les parties métalliques du châssis qui constituent les bords de la coulée.

(1) Cours B - Leçons 3,5,7,9 et 11.-

(2) Ce moyen plus spécialement utilisé pour les gros moulages sera repris plus loin leçons 36 - 36 bis.

Leçon 24 -

Jets de coulée - Events - Masselottes - Refroidisseurs -
Coulées en source, en chute, à talon avec grosses et petites
coulées, en pluie.-

--oOo--

JETS DE COULEE.-

Les jets de coulée sont les canaux qui permettent d'amener le métal liquide jusqu'à l'empreinte du moulage au travers du sable du moule. Puisque tout le métal qui doit constituer la pièce passe par le jet de coulée il importe donc que ces jets soient aussi soignés et même plus soignés que les moules. Toute malpropreté qui se trouve dans la coulée est obligatoirement entraînée dans le moule et risque de provoquer le rebut de la pièce.

Une autre précaution s'impose également : c'est celle qui consiste à ne pas introduire dans le moule des malpropretés avec le métal ; tout entraînement de laitier, d'impuretés, de crasses se retrouve en défauts dans la pièce.

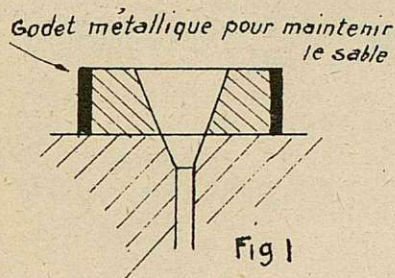
Différents moyens existent qui permettent d'éviter cet entraînement d'impuretés ; les plus habituellement employés sont les bassins à décantation et les coulées filtres, qui reposent d'ailleurs sur le même principe : séparation par ordre de densité du métal et des crasses. Celles-ci sont généralement plus légères que le métal : si l'on s'arrange de façon que le métal n'entre dans le moule qu'après avoir séjourné un instant dans le bassin il y a beaucoup de chances pour que les impuretés aient eu le temps de monter à la surface.

C'est d'ailleurs pour faciliter l'introduction dans le moule d'un métal propre qu'on fait évaser les jets vers l'extérieur et qu'on impose au moment du remplissage de tenir la coulée pleine. Il est bien évident qu'il est plus facile de diriger le jet de la poche dans une coulée évasée, mais l'augmentation notable de section du jet permet d'avoir une petite masse de métal interposée qui permet aux impuretés de remonter à la surface.

On comprend donc maintenant pourquoi il ne faut jamais cesser de tenir la coulée pleine lorsqu'un moule fuit. Si, en effet, on arrête de verser la coulée se vide, la petite

masse en tampon dans le haut de la coulée pénètre dans le moule entraîne toutes les impuretés qui se trouvent à sa surface. Ces impuretés peuvent parfaitement causer le rebut de la pièce, alors que la fuite étant aveuglée, la dite pièce eut parfaitement pu être bonne.

Les bassins à décantation peuvent être très simples : ce sont alors de simples rehausses en sable qui continuent la forme de l'évasement de la coulée (fig.1) ; leur efficacité est faible.



Parmi les bassins plus complexes, le bassin épurateur Schneider (fig.2) est un des plus efficaces. Il peut se déplacer d'un moule sur l'autre sans demander de réfection. Il est constitué par un cadre en fonte revêtu intérieurement de terre glaise. La décantation la plus importante se fait dans le bassin,

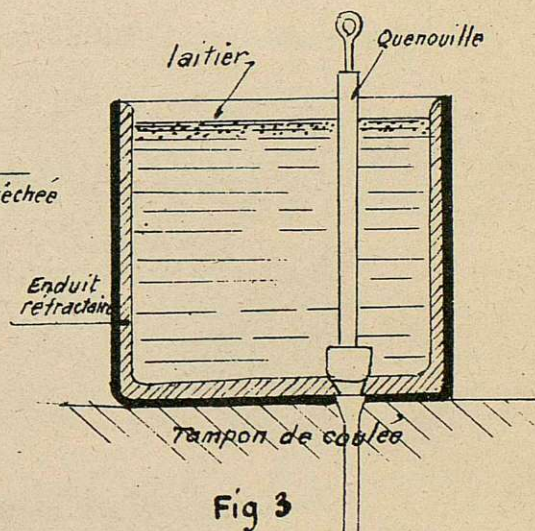
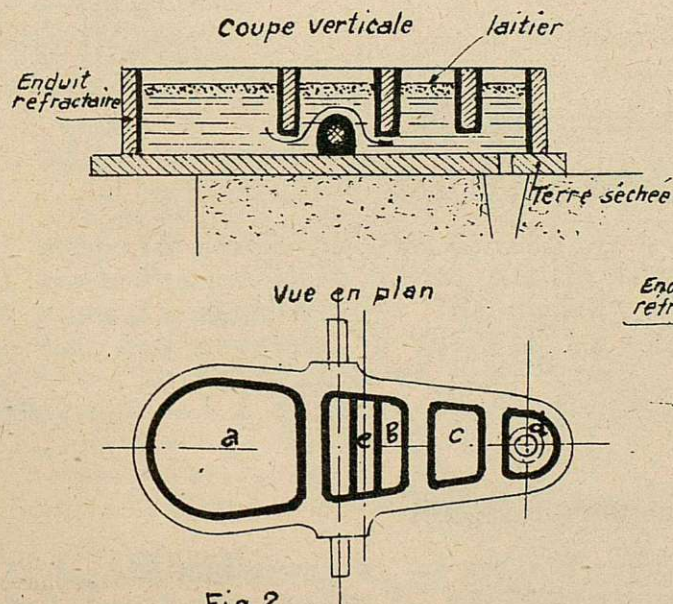


Fig 2
Bassin épurateur cloisonné Schneider

Mais le bassin à décantation le plus simple et le plus efficace est le bassin à quenouille. C'est un bassin de dimensions telles qu'il est capable de contenir tout le métal nécessaire à la coulée de la pièce, plus un léger excédent. La vidange du bassin s'opère par le fond au moyen d'une quenouille (fig.3). Lorsque le bassin est plein, on attend un moment que toutes les crasses soient montées à la surface, puis on lève la quenouille d'un seul coup. Le métal qui rentre dans le moule est propre et bien décanté.

Le principe des coulées filtres consiste à introduire le métal dans la pièce au travers d'orifices de petit diamètre qui permettent de maintenir facilement la coulée pleine, et par suite facilitent la séparation des impuretés.

On peut employer comme filtre un dispositif très simple constitué par un disque tronconique en sable à noyaux de 10 à 12 m/m d'épaisseur, possédant un nombre de trous variables, suivant le diamètre de la coulée dans laquelle il est employé, trous de 5 à 6 m/m de diamètre (fig.4). Quelquefois ces disques en sable séché sont remplacés par des rondelles métalliques percées de trous. De toutes façons qu'ils soient en sable ou en tôle, il est préférable de placer les filtres à l'extérieur des moules, dans la coulée comme l'indique la figure 5.

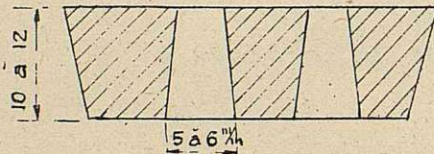


Fig. 4

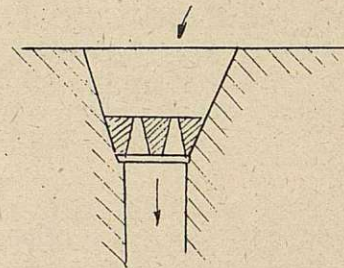


Fig. 5

DIFFERENTS TYPES DE COULEES.-

A.-Coulée en chute directe.-

On dit que la coulée est en chute directe lorsque le métal introduit dans le moule tombe directement dans l'empreinte de la pièce. Cette coulée est très simple et peut s'employer toutes les fois que la hauteur de chute n'est pas trop importante. L'emploi d'un filtre dans la coulée permet d'étendre l'utilisation de la coulée en chute directe à des hauteurs plus importantes.

B.- Coulée en chute à talon.-

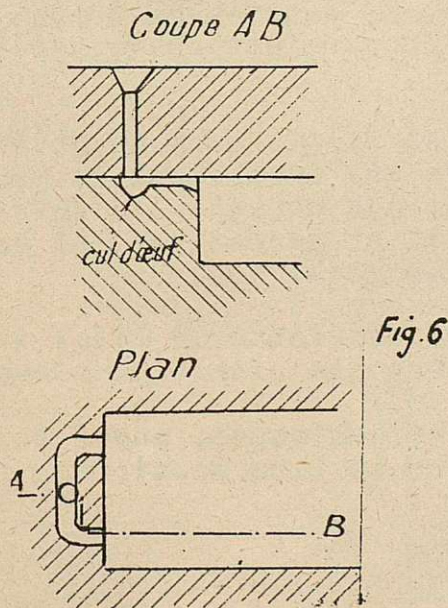
Cette coulée dérive de la précédente. Le métal pénètre en chute dans l'empreinte de la pièce par l'intermédiaire d'une ou plusieurs attaques disposées sur le joint supérieur (fig.6). La coulée en chute à talon prend quelquefois en fonderie de bronze le nom particulier de " coulée en remonte " (voir plus loin leçon 31).

C.- Coulée en source.-

La coulée en source est par définition celle qui agit d'une façon analogue à une source naturelle : le métal surgit

au fond du moule. On la réalise soit au moyen d'une pièce démontable appelée " cornichon " retirée par l'intérieur de l'empreinte, soit au moyen d'attaques sur le joint inférieur.

Un cas particulier de la coulée en source est celui de la coulée en source avec attaque tangentielle. Ce mode de coulée, habituellement pratiqué pour des pièces cylindriques, tire sa particularité de l'attaque sur le joint : celle-ci est tangente au cylindre (fig.7) si bien que le métal ainsi introduit dans le moule se met à tourner contre la paroi ; dans ce mouvement les impuretés qui ont pu passer à la coulée s'amassent au centre, si bien qu'on obtient un cylindre dont l'extérieur est très sain. Il est bien évident que si l'on désire un intérieur et un extérieur sains, ou seulement un intérieur sain ce mode d'attaque est à rejeter d'une façon absolue. Il est couramment utilisé dans la coulée des cylindres de laminoirs qui sont pleins et dont la surface externe doit être impeccable.



Vue en plan d'une coulée en source A avec attaque tangentielle B. Les flèches indiquent le mouvement de rotation pris par le métal.

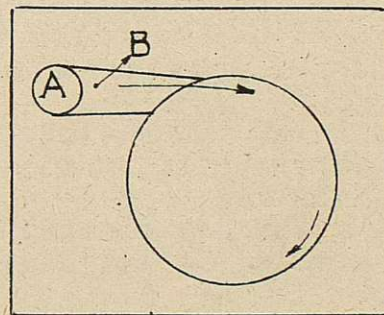


Fig. 7

D - Coulée en pluie.-

La coulée en pluie est un cas particulier de la coulée en chute directe ; la descente du métal s'opère par une série de canaux de petit diamètre, au lieu d'un seul canal de grosse section. On peut la réaliser simplement par l'emploi de filtre dans la coulée, on se rapproche avec ce mode de coulée de la solidification par couches parallèles.

La remarque suivante permet de choisir à bon escient le type de coulée qui convient le mieux suivant le problème posé par la pratique :

- Dans la coulée en chute, le métal chaud qui pénètre le dernier dans le moule se trouve à la partie haute -

- dans la coulée en source, le métal chaud qui pénètre le dernier dans le moule se trouve à la partie basse.

Si donc une pièce présente des parties massives et des parties minces:

- lorsque les parties massives se trouveront dans le haut du moule il est logique de couler en source;

- lorsque les parties minces se trouveront dans le haut du moule, il est logique de couler en chute;

on se rapprochera ainsi de la solidification idéale, en masse

Dans tous les cas où l'on coule en chute, il y a intérêt à faire au fond de la coulée une cavité appelée "cul d'oeuf" destinée à recevoir les premières gouttes de métal, gouttes généralement refroidies et qui pourraient provoquer des défauts (voir fig.6).

Events.- Masselottes.- Les évents sont de petits canaux en communication avec la pièce qui facilitent le dégagement des gaz qui remplissent le vide des moules; ils préviennent également que le moule est rempli et permettent, si besoin est, de faire dégorger une partie du métal coulé.

Les masselottes sont des excédents de métal importants réservés à la partie supérieure des pièces pour empêcher la retassure.

Les masselottes sont très coûteuses; aussi doit-on s'efforcer de les faire disparaître le plus possible.

Leçon 25 —

Croquis de trousseaux.

Note... Les croquis de trousseaux donnés ci-dessous doivent servir à l'exposé de la leçon 12 du même cours.

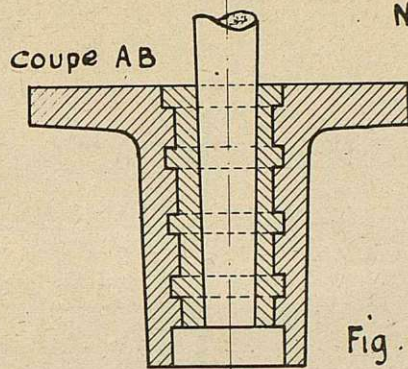


Fig. 6

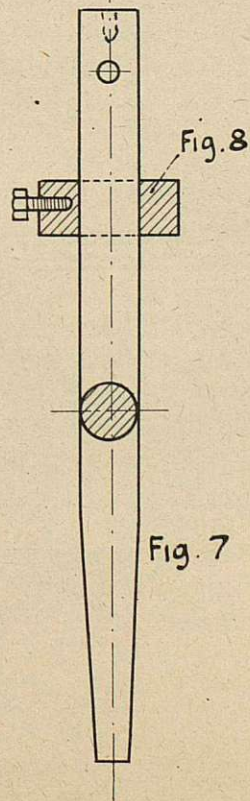
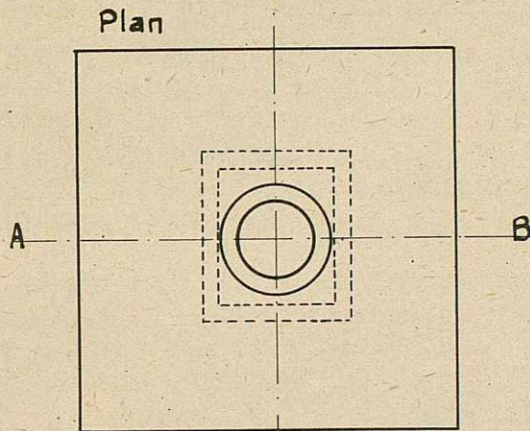


Fig. 7

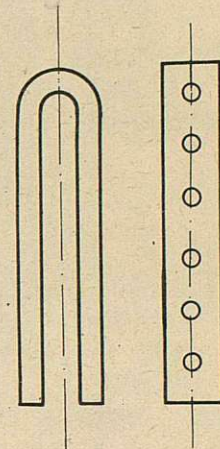


Fig. 10

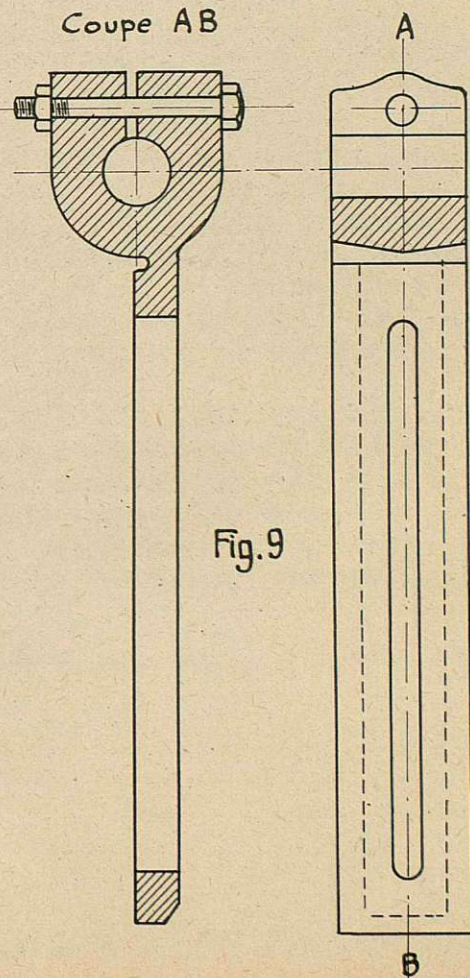
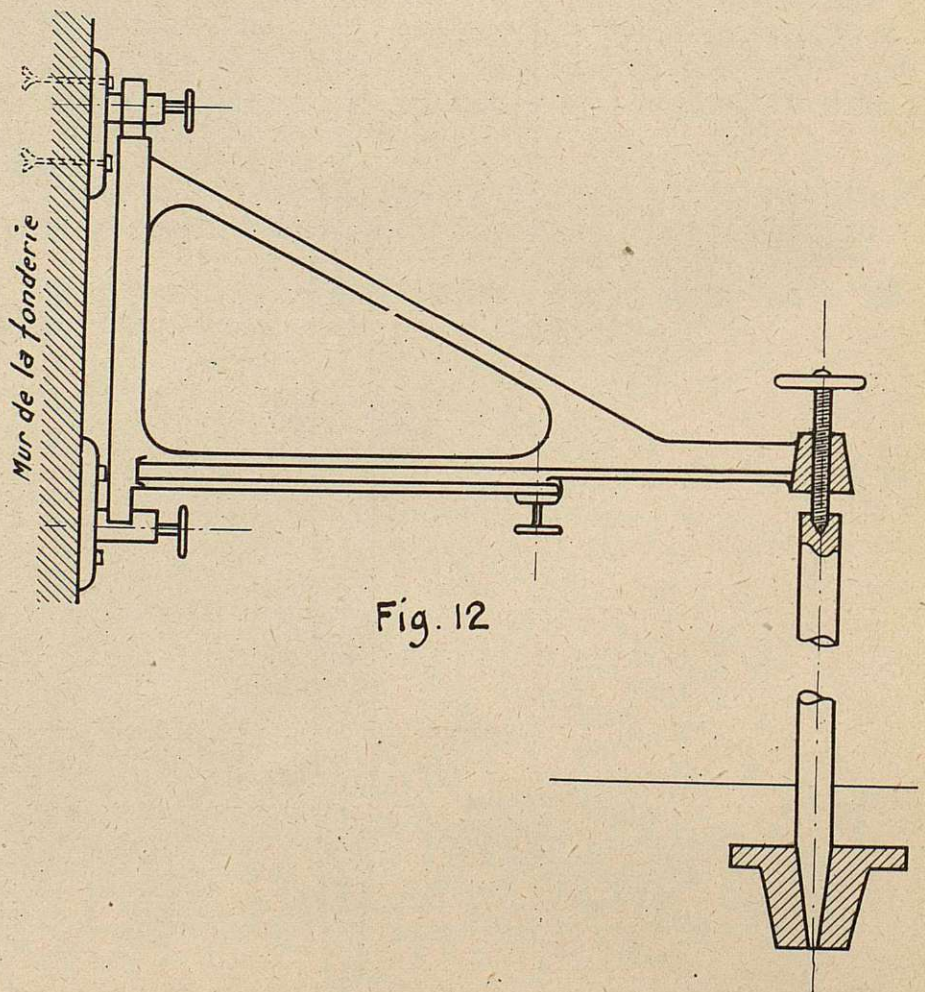
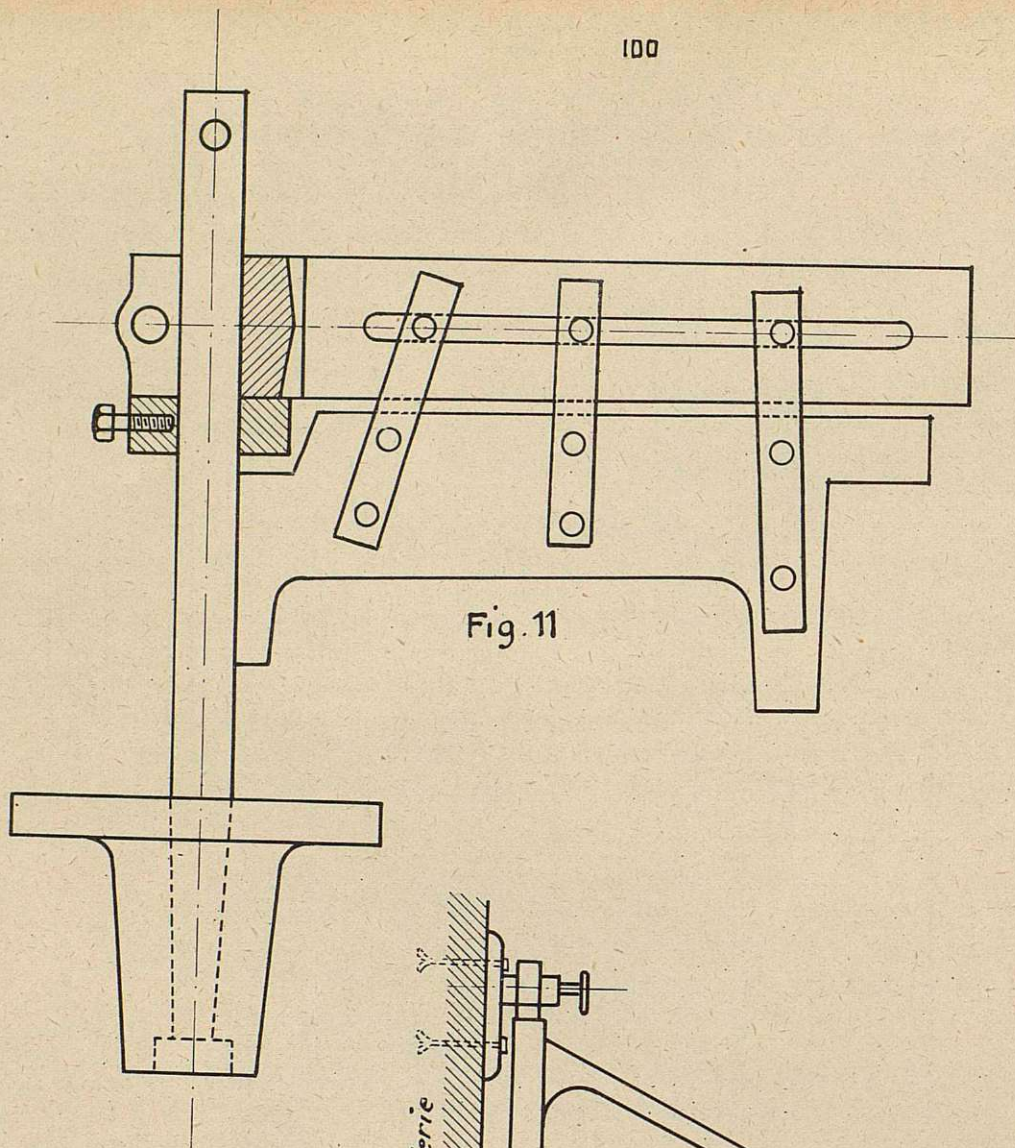


Fig. 9



Leçon 26 -ETUVAGE.-

Généralités - son emploi : lorsque le moulé à vert est imparfait ou inopérant, soit à cause du serrage, de la qualité du sable ou de la nature du travail - avantages - inconvénients - principes de l'étuvage rationnel.-

--oOo--

On a étudié précédemment (I) dans leurs grandes lignes les différents genres de moulage et défini le moulage en sable d'étuve et le moulage en terre; il a été indiqué que ces deux types de moulage devaient être séchés avant la coulée. Les appareils utilisés pour ce séchage sont des étuves, et l'opération est désignée sous le nom d'étuvage.

Il existe différents types d'étuves qui sont :

- les étuves fixes,
- les étuves mobiles ou fours sécheurs.

On est, d'une manière très générale, conduit à étuver un moule lorsque le moulage à vert est imparfait. Cette imperfection provient de plusieurs causes ; l'insuffisance de perméabilité causée par un sable à grains trop fins, à trop haute teneur en matières argileuses, en eau, etc.. ou bien elle résulte d'une incompétence du personnel d'exécution conduisant mal le serrage ; enfin de la complication d'une pièce, occasionnant des difficultés de serrage considérables : (armatures, crochets , pointes etc..) et nécessitant un travail de longue haleine demandant beaucoup de réparations, de raccords.

La nature du travail exécuté implique bien souvent l'étuvage; ce sera le cas du moulage au trousseau et du moulage en terre. En effet, on utilise pour le troussage un sable maigre à grains fins, les surfaces sont lissées et les pores du sable, de cette manière, sont à peu près complètement bouchés: nous n'avons à vert aucune perméabilité, l'étuvage est indispensable

Avec le moulage en terre, la terre utilisée est au contraire très perméable, car le sable qui la constitue est toujours additionné de coke pulvérisé ou de crottin, mais nous savons qu'elle a une teneur en eau excessive, eau que nous devons faire disparaître avant la coulée.

Les pièces très hautes, lourdes ou épaisses imposeront également le moulage étuvé, car interviennent alors à la coulée les efforts considérables précédemment signalés et le sable vert n'est pas suffisamment résistant pour s'opposer aux déformations que ces efforts peuvent engendrer. De plus les pièces lourdes, massives, épaisses, restent longtemps à très haute température et de ce fait attaquent fortement le sable, si bien qu'exécutées à vert elles apparaîtraient avec une peau très laide. Or les empreintes des moulages en sable d'étuve étant passées à la couche, celle-ci protège le sable contre l'attaque du métal, et la surface des pièces est plus belle.

Enfin, pour les métaux susceptibles d'acquérir la trempe, la coulée dans des moules étuvés empêche cette trempe superficielle, diminue la dureté et facilite l'usinage.

Les avantages que procure le moulage étuvé ne sont pas sans présenter des inconvénients, on peut citer : un prix de revient très sensiblement plus élevé que le moulage à vert par suite de la dépense supplémentaire de combustible, de l'augmentation du matériel utilisé, puisqu'il faut tenir compte du temps de passage à l'étuve, de son altération, des manutentions qu'il occasionne, et des emplacements qu'il nécessite.

PRINCIPE DE L'ETUVAGE RATIONNEL.-

L'étuvage a été défini comme étant le séchage des moules, c'est-à-dire l'évaporation de l'eau contenue dans le sable et ajoutée au moment de sa préparation pour le moulage.

On a procédé longtemps à une véritable cuisson des moules à haute température, cuisson qui ne s'opérait pas sans danger pour les moulages, les châssis, et qui occasionnait une dépense plus grande de combustible; ainsi qu'une usure plus rapide du matériel châssis, chariots, etc... A cette température, on risque en effet de brûler les moulages et tout au moins de créer à leur surface des crevasses qui sont d'autant plus importantes que le sable est plus argileux.

Enfin l'augmentation de combustible, qui croît évidemment avec l'élévation de la température, se fait en pure perte puisque des mesures et des analyses des gaz évaporés montrent que la quantité d'eau en vapeur contenue dans un volume constant

d'air chaud diminue au fur et à mesure que la température de cet air augmente, si bien que l'on arrive au paradoxe suivant:

- il est nécessaire d'augmenter en même temps que la température le volume d'air chaud qui circule à l'intérieur de l'étuve, puisque cet air est moins susceptible d'absorber de la vapeur d'eau. Ces deux augmentations agissent donc dans le même sens pour faire croître la consommation de combustible.

Cette haute température est tout à fait inutile et la condition de base d'un étuvage rationnel économique sera de faire circuler dans les étuves un grand volume d'air à basse température, 250 à 300° au maximum. De plus, pour obtenir à l'intérieur une légère pression s'opposant aux entrées d'air, on placera le foyer aussi bas que possible au dessous du niveau du sol.

L'expérience et la pratique ont démontré également que les appareils dans lesquels les gaz montent constamment du foyer à la cheminée, c'est-à-dire fonctionnant en tirage direct donnent des résultats déplorables ; en effet les gaz chauds n'arrivent pas à remplir entièrement l'enceinte intérieure de l'étuve ; il se produit des inégalités très grandes dans le séchage : certains moules sont brûlés alors que d'autres restent humides. Au contraire les étuves dans lesquelles les gaz après être montés au plafond s'échappent au travers d'ouvertures placées au niveau du sol, c'est-à-dire fonctionnant en tirage indirect, donnent des résultats excellents.

Enfin pour un débit donné de gaz chauds on établira des orifices d'évacuation de grandes dimensions : de cette manière les vitesses de circulation des courants gazeux seront faibles les échanges calorifiques et l'absorption de la vapeur facilités.

En résumé, les conditions de l'étuvage rationnel seront les suivantes :

- grand volume de gaz chauds à faible température, circulant dans l'étuve à une faible vitesse, et larges orifices d'évacuation.

- fonctionnement en tirage indirect,

- foyers placés aussi bas que possible au dessous du sol de l'étuve.

Dans l'étude des différents genres d'étuves fixes, on rencontre des étuves à tirage naturel et des étuves à foyer soufflé.

La satisfaction des conditions qui viennent d'être énoncées est très aisée dans les étuves à tirage naturel et les schémas de la leçon 27 en montreront la réalisation.

Pour les foyers soufflés, la méthode généralement utilisée est le soufflage sous grille par une arrivée d'air dans le cendrier. Cette arrivée d'air sous grille ne permet pas d'envoyer l'excès désirable sans augmenter la consommation, ce qui est évidemment mauvais, et l'on est en même temps conduit à des températures trop élevées.

Pour obtenir un fonctionnement rationnel, on devra:

- ou bien prévoir deux arrivées d'air : l'une sous la grille, l'autre au dessus de la grille, les débits d'air de ces deux arrivées pouvant être réglés séparément,
- ou bien prévoir qu'une seule arrivée d'air au dessus de la grille.

Les gaz de la combustion pourront donc ainsi être dilués, et leur température abaissée dans les limites indiquées.

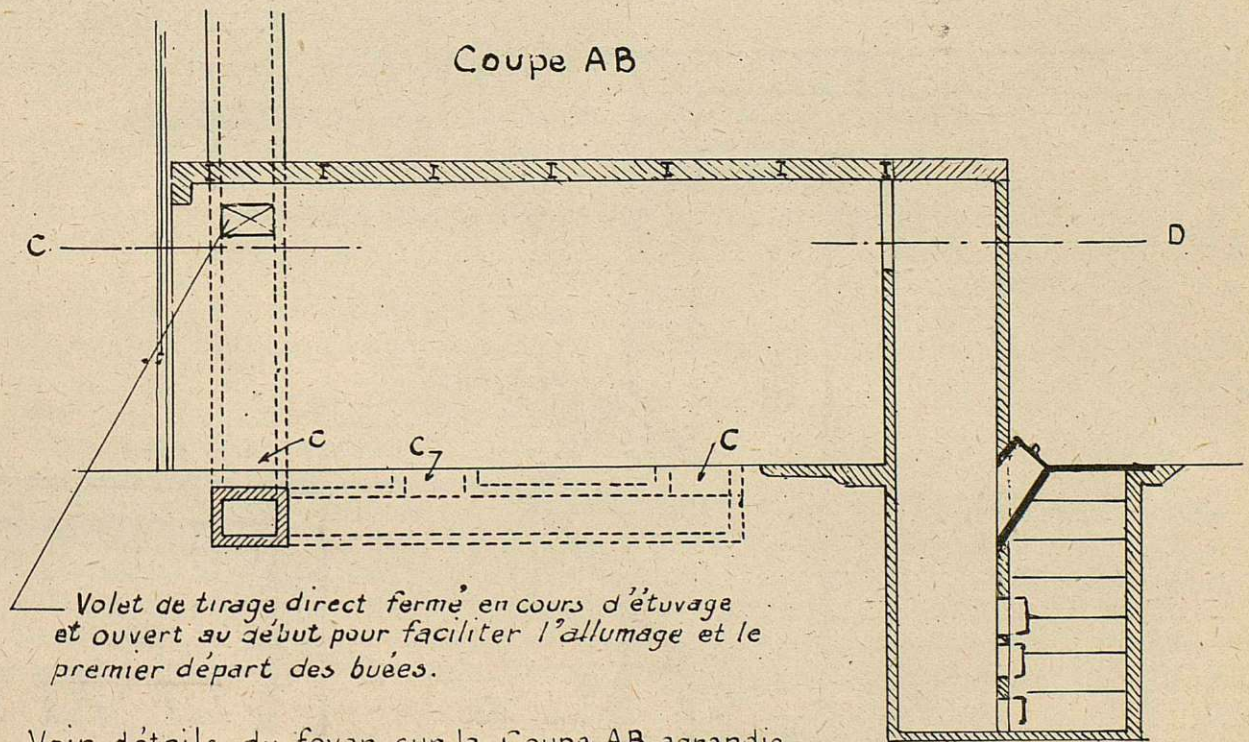
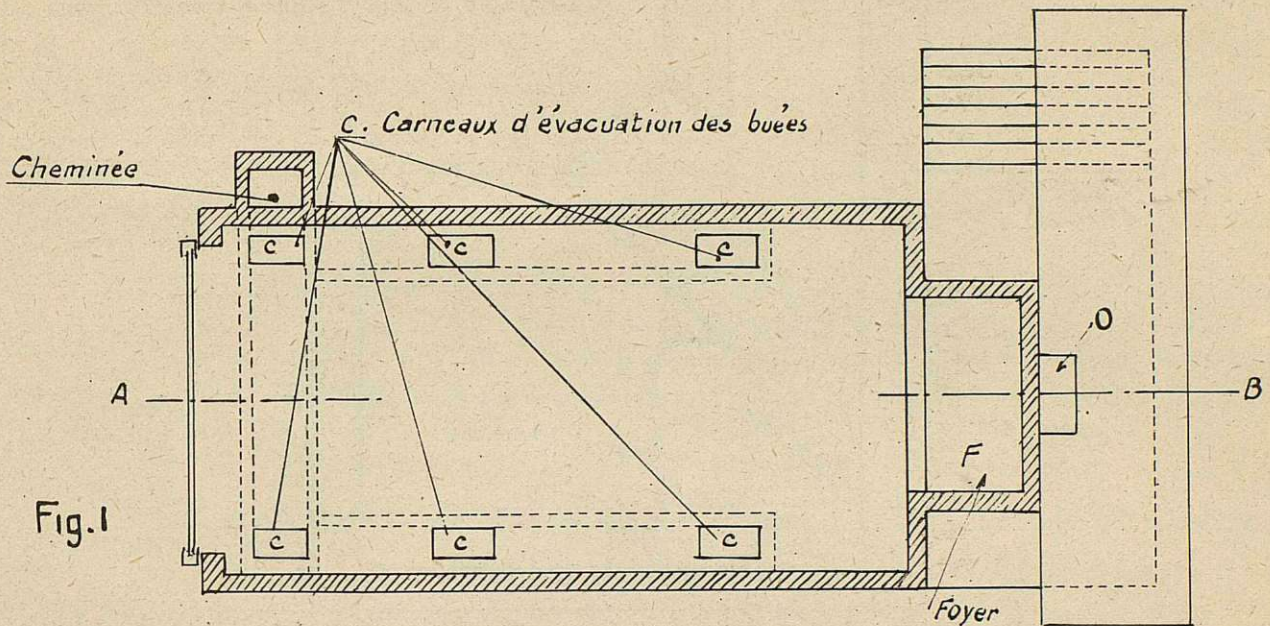
Les fours sécheurs, qui sont toujours des appareils à foyer soufflé, devront donc satisfaire aux conditions énoncées ci-dessus, ainsi qu'aux suivantes qui leur sont particulières:

- la nécessité de réaliser à l'intérieur même de l'appareil un dépoussiérage efficace pour supprimer les dépôts de cendres charbons, etc... dans les moules,
- une fermeture automatique au moment de l'arrêt de la canalisation joignant le ventilateur à l'appareil, pour éviter l'inversion de la circulation des gaz chauds.

Leçon 27. —Croquis d'étuves

Etuve rationnelle - Schéma

Plan - Coupe CD



Voir détails du foyer sur la Coupe AB agrandie

Fig. 2: cas du tirage naturel

Fig. 3: cas du foyer soufflé.

Coupe AB agrandiePrincipe du Foyer d'une Etuve Rationnelle à
Tirage naturelEnceinte intérieure
de l'étuve.Carneau
d'admission
des gaz
chauds

Les portes $PP'P''$ servent au réglage de l'excès d'air.
La grille M est à barreaux verticaux.
La grille M' est à barreaux horizontaux.

Ouverture de chargement O Pente 45°

P
 P'
 P''
Marches

Fig. 2

Coupe AB agrandiePrincipe du foyer d'une étuve rationnelle à
Foyer SouffléEnceinte intérieure
de l'étuveCarneau
d'admission
des gaz
chauds

Les ouvertures A et E existent sur la paroi de
droite et sur celle de gauche.

Pente 45°

Ouverture de chargement

g P
Marches

 A g E

P'
 P''
{ Raccordées au
ventilateur

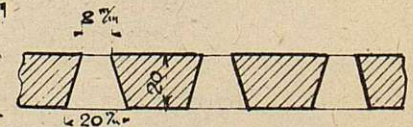
Détail des grilles g

Fig. 3

Leçon. 28_ETUVAGE (suite)

Matériel d'étuvage - Etuves fixes ancien modèle - Etuves fixes modernes rationnelles - Etuves à noyaux - Etuves au poussier de coke - Etuves au gaz - à l'huile - Fours sécheurs - Dispositifs particuliers de séchage.-

--oOo--

Il a été dit au cours de la leçon 26 que le matériel d'étuvage pouvait se diviser :

- en étuves fixes,
- en étuves mobiles ou fours sécheurs,
- enfin en ce que nous appellerons des moyens accessoires, la plupart du temps étudiés pour des fabrications de séries et répondant à des cas particuliers.

On rencontre en pratique de très nombreuses réalisations d'étuves fixes. Ayant déterminé les principes qui doivent être mis en oeuvre pour que l'étuvage soit satisfaisant il est facile de classer les différents modèles d'étuves existants ; on distingue :

- a - les étuves fixes, ancien modèle,
- b - les étuves fixes modernes, rationnelles.

A.- ETUVES FIXES ANCIEN MODELE.-

On classera dans cette catégorie toutes les étuves répondant au schéma donné fig. I. La plupart du temps le foyer est inaccessible une fois l'étuve fermée, dans tous les cas il est au niveau du sol, et même bien souvent au dessus du sol. La cheminée d'évacuation des buées H, quelquefois inexistante est toujours de très petite section et par conséquent insuffisante.

Enfin on rencontre certaines étuves dans lesquelles le chenal d'évacuation des cendres, qui amène au foyer l'air nécessaire à sa combustion, n'existe pas.

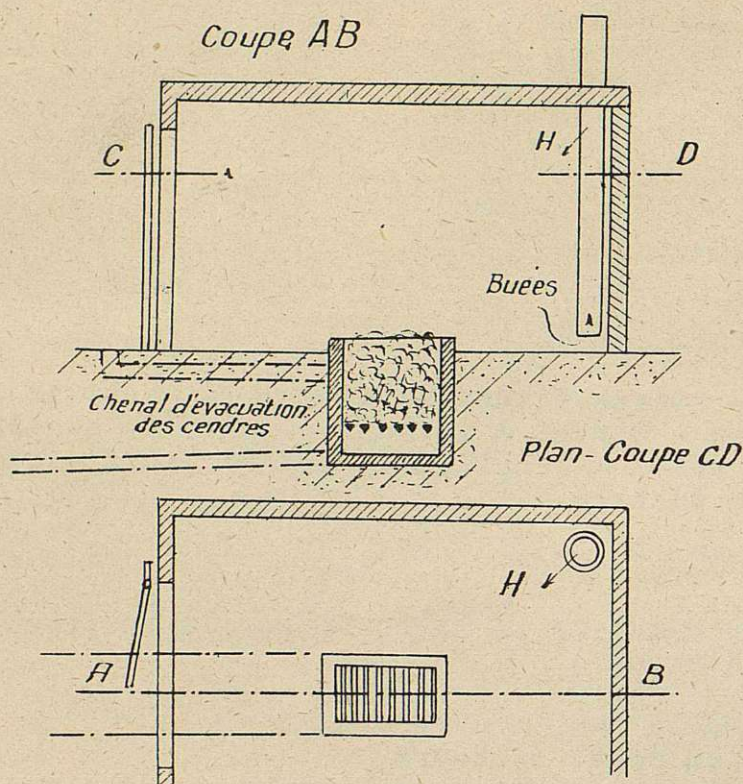


Fig. 1

Les étuves fixes ancien modèle ont un fonctionnement très irrégulier, sont difficiles à conduire et consomment beaucoup de combustible.

B.- ETUVES MODERNES RATIONNELLES

Ce sont toutes les étuves qui répondent au schéma type donné leçon 27, figures 2 et 3. Tous les principes de bon fonctionnement des étuves, précédemment déterminés, sont appliqués dans leur réalisation :

- on peut allumer l'étuve en tirage direct et conserver ce mode de tirage pour le début de l'étuvage,
- le volet de tirage direct étant fermé, l'étuvage s'opère en tirage indirect seul rationnel.
- grâce aux portes réglables P, P' et P" on peut faire passer un grand volume d'air dans le foyer à des hauteurs convenables et envoyer ainsi dans l'étuve un grand volume de gaz à faible température.

- les évacuations sont larges et nombreuses,
- le foyer est placé très bas,
- les gaz chauds sont admis à la partie supérieure de l'étuve pour ne créer qu'un seul courant descendant et éviter, autant que possible un dépôt de buées à la partie supérieure de l'étuve.

Enfin il est à remarquer que le chargement est des plus simples, le foyer en tout temps accessible et le contrôle très facile.

L'étuve représentée par les fig. 1 et 2 est prévue pour brûler soit du coke de fonderie, soit du coke de gaz et fonctionne en tirage naturel.

Celle représentée leçon 27, figures 1 et 3, est l'étuve rationnelle étudiée pour brûler du poussier ou du grésillon de coke avec un foyer soufflé.

Les caractéristiques générales demeurent les mêmes puisque la théorie de l'étuvage, sauf la question du soufflage

demeure la même que pour le cas de tirage naturel. La question de l'excès d'air dans un foyer soufflé est résolue (fig.3, leçon 27) par une double arrivée A et E : les arrivées A (droite et gauche) sont au dessus de la grille ; les arrivées E (droites et gauche) sont sous la grille. On pouvait tout aussi bien ne prévoir que des arrivées A en les répartissant différemment au dessus de la grille. Les foyers soufflés présentent l'avantage particulier de pouvoir brûler des combustibles de faible qualité et par suite de bas prix.

REMARQUES.- ETUVES A NOYAUX.-

Les étuves à noyaux de petites dimensions sont habituellement réalisées suivant le type représenté fig.1, leçon 29. On les désigne généralement sous le nom d'étuves portatives, bien que la cheminée ne permette pas un déplacement facile.

Ces étuves ont un fonctionnement defectueux et irrégulier car le foyer n'est pas assez bas et elles fonctionnent habituellement en tirage direct. Il est beaucoup plus logique de construire de petites étuves fixes en maçonnerie en appliquant les principes de l'étuvage rationnel. Les étuves à noyaux deviennent en fait de petites étuves à moules ou à gros noyaux et donnent alors toute satisfaction.

COMBUSTIBLES UTILISES POUR LES ETUVES.-

On brûle couramment dans les foyers d'étuves du coke métallurgique, du coke de gaz, du lignite, du poussier, du grésillon de coke.

Lorsque les conditions économiques ou locales le permettent, on chauffe les étuves au gaz de ville, au gaz naturel, au gaz de haut-fourneau, au mazout.

L'emploi du coke métallurgique ou du coke de gaz permet un fonctionnement économique en tirage naturel mais le combustible est assez coûteux. L'emploi du lignite, du poussier ou du grésillon de coke nécessite le fonctionnement par foyers soufflés. Il y a donc les dépenses supplémentaires d'achat du moteur-ventilateur, la consommation du courant et la nécessité de recharger les foyers en cours de fonctionnement. Les prix des divers combustibles détermineront dans quels cas on doit employer l'un ou l'autre type de foyer.

L'emploi du gaz de haut-fourneau ou du gaz naturel dépend uniquement des conditions locales. Le gaz de ville est toujours très coûteux et n'est utilisé que pour des cas très particuliers.

FOURS SECHEURS.-

Lorsque les moules atteignent de très grandes dimensions ou sont exécutés dans le sol il est tout indiqué de les sécher sur place. Autrefois on les étuvait au moyen de braseros de coke ou de tôles supportant un feu de coke. L'emploi des fours sécheurs est de beaucoup plus économique et de beaucoup plus pratique. Les fours sécheurs, dont deux types sont donnés fig. 2 et 3 leçon 29, envoient l'air chaud dans le moule au moyen d'une ou plusieurs canalisations.

Le moule est fermé comme prêt à la coulée, on fait communiquer le tuyau du four sécheur avec la coulée ou l'un quelconque des événements : les gaz chauds pénètrent dans le moule, le séchent et ressortent refroidis, en entraînant la vapeur d'eau formée, par les autres événements et coulées.

Les fours sécheurs fonctionnent au poussier, au grésillon de coke, au lignite. Ce sont toujours des foyers soufflés et ils suivent les principes généraux précédemment énoncés pour ces derniers. Il faut de plus que ces appareils réalisent un dépoussiérage de manière que les cendres et les escarbilles ne pénètrent pas dans le moule.

Le four représenté figure 2 leçon 29 ne donne à ce sujet aucune satisfaction, de plus, dans cet appareil l'air de dilution n'agit pas d'une façon suffisamment efficace sur les gaz de la combustion et les gaz chauds pénètrent à trop haute température dans le moule d'où danger de brûler celui-ci. Le type d'appareil donné figure 3 leçon 29, ou tous ceux qui s'inspirent du même principe, donne entière satisfaction : la dilution des gaz est très bien comprise par suite de l'importante arrivée d'air tout autour du foyer, une faible partie seulement passant sous la grille ; enfin, le dépoussiérage est parfait : les gaz chauds traversant au travers de nombreux petits orifices deux parois successives, perdent toutes leurs poussières.

DISPOSITIONS PARTICULIERES DE SECHAGE.-

On réalise quelque fois le séchage des moules au moyen de conduits d'air chaud disposés en des endroits déterminés de la fonderie. Sur ces conduits s'ouvrent des bouches de chaleur au dessus desquelles on vient placer les moules. Les manutentions sont ainsi fortement réduites.

Le séchage des moules de tuyaux de conduite moulés verticalement s'effectue au moyen de brûleurs à gaz disposés à la partie inférieure, les gaz chauds montent dans la cheminée constituée par le moule. Le gaz utilisé est habituellement du gaz de haut fourneau, les fonderies de tuyaux de conduite étant situées à proximité immédiatement des hauts fourneaux puisque ces tuyaux sont coulés en fonte de première fusion. Pour un séchage local ou superficiel on utilise des lampes analogues à des lampes à souder ou des brûleurs à mazout.

Leçon 29 Croquis d'étuves -

1°) *Etuves à noyaux, - (improprement désignées dans la pratique sous le nom d'étuves portatives)*

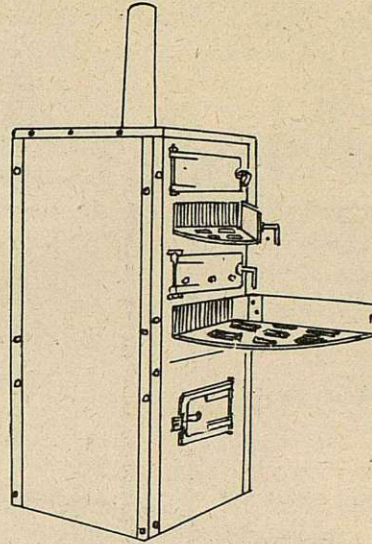


Fig. 1

2°) *Fours mobiles ou fours sécheurs portatifs (fig 2 et 3)*

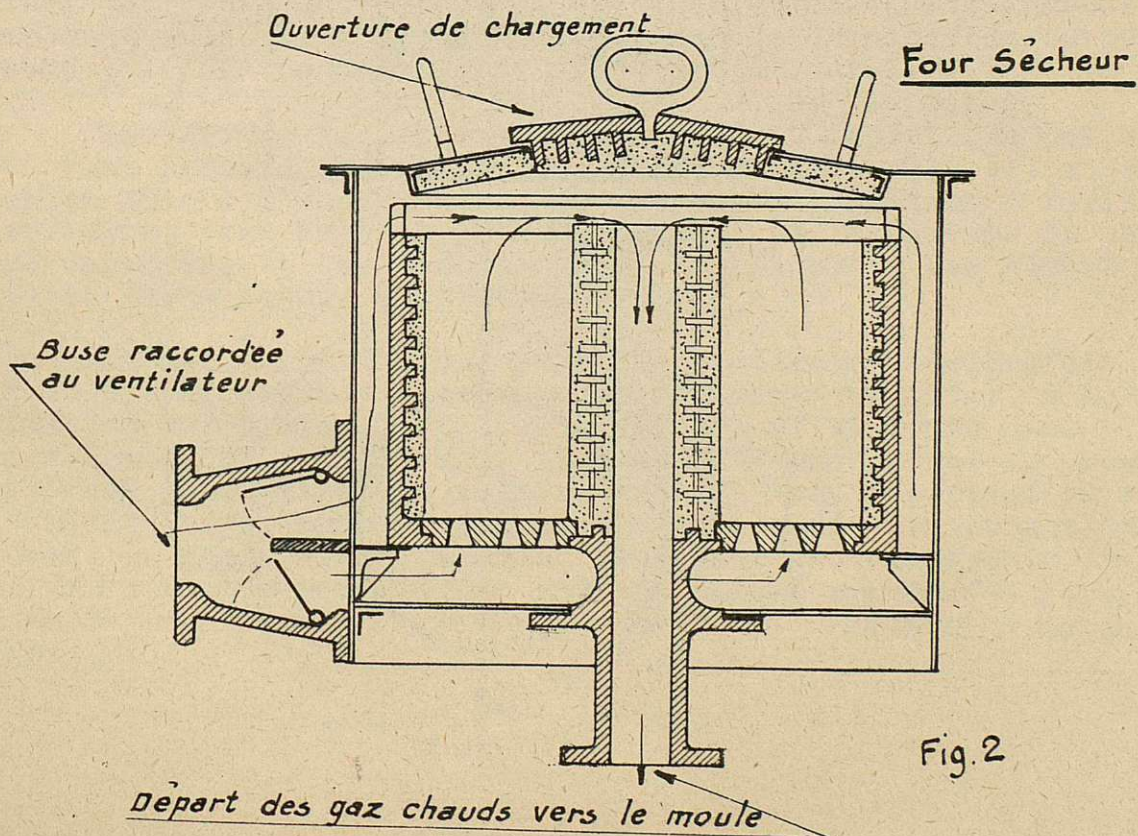
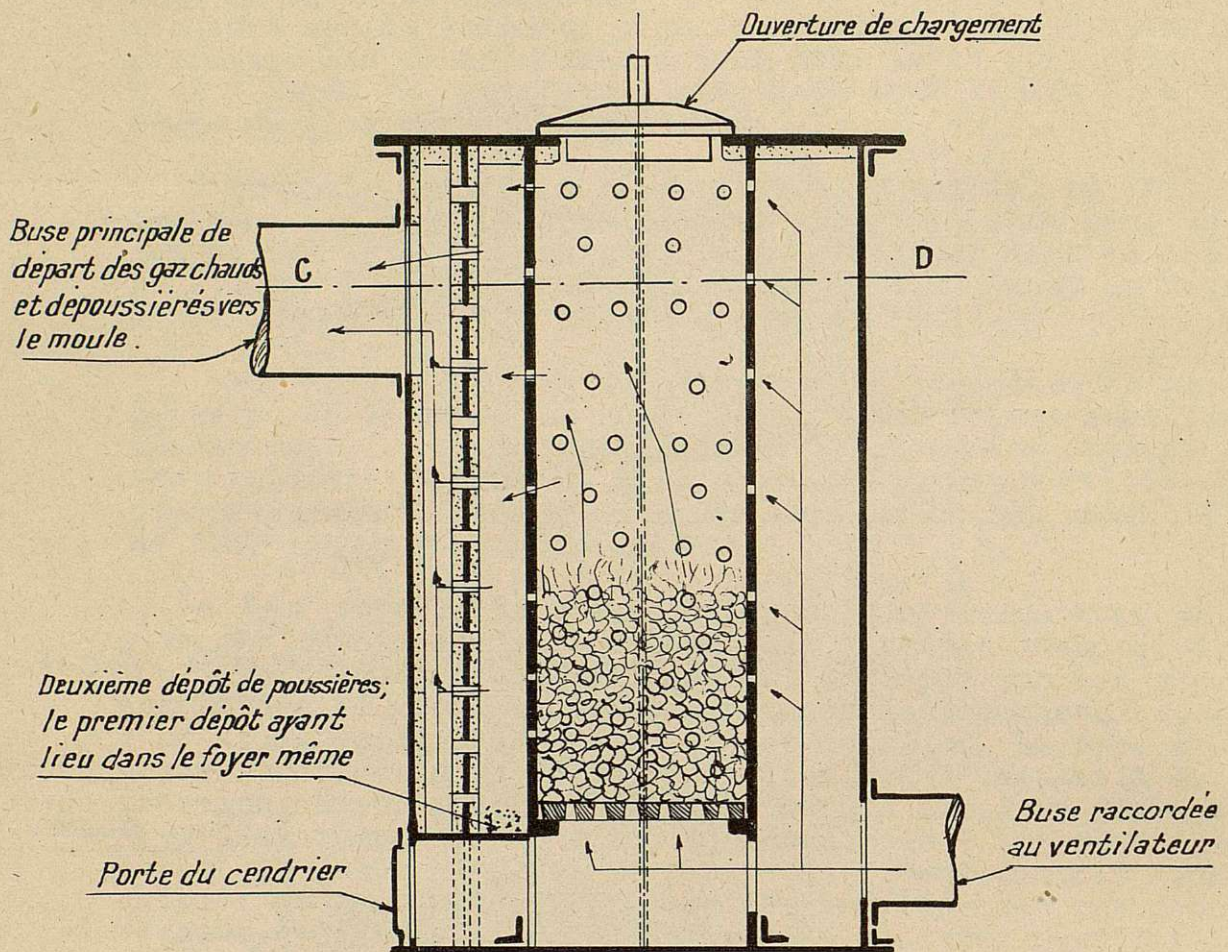


Fig. 2

Leçon 29 -

Four sécheur (avec dépoussierage)

Elevatation - Coupe AB



Plan-Coupe CD

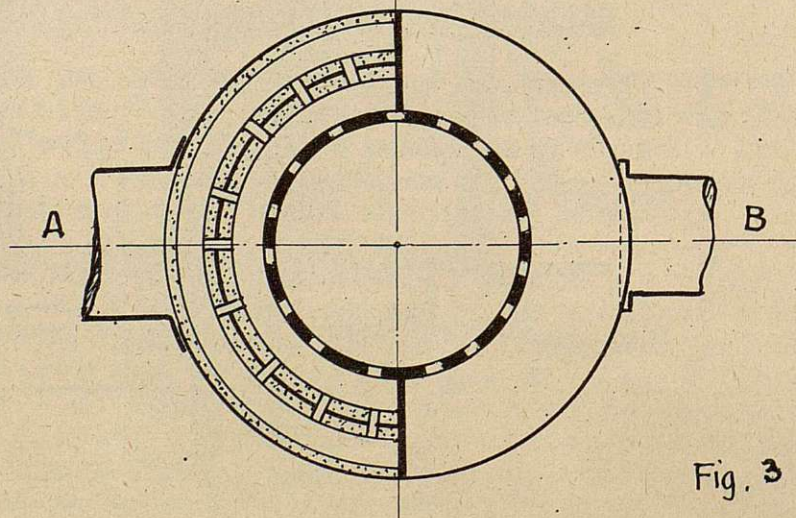


Fig. 3

Leçon 30 -COULEE DES MOULES.-

Généralités sur la coulée - Le transport du métal.-

FONTE GRISE.- Caractéristiques au point de vue de la coulée.-
Organisation de la coulée.-

--oOo--

COULEE.-GENERALITES.-

On désigne sous le nom de coulée des moules l'opération qui consiste à les emplir de métal liquide.

En pratique lorsqu'on parle de la " coulée " le sens qu'on lui donne n'est pas aussi restreint : il englobe les opérations de transport du métal et de coulée proprement dite des moules. En effet après la production du métal liquide il faut procéder à son transport. Ce dernier s'effectue de diverses façons : ou bien le métal liquide est versé du four métallurgique dans des poches, ou bien on le transporte dans le creuset même qui a servi à sa fusion. Ce dernier cas correspond à la fusion de petites quantités de métal.

Lorsque le transport s'effectue dans des poches celles-ci sont préparées ainsi qu'on l'a vu d'autre part (I) et séchées soit à l'étuve, soit par des moyens spéciaux (fours, brûleurs, feux de bois). Quels que soient les moyens de séchage employés, il faut qu'au moment de l'emploi, les poches soient très sèches et chaudes.

On évite ainsi d'une part des accidents, quelquefois graves, par projections et bouillonnements du métal, d'autre part un refroidissement trop rapide du métal fondu pendant son transport. D'ailleurs, il y a certaines poches qui sont prévues pour éviter un refroidissement trop important du métal pendant leur transport : (voir leçons précitées poches tambour) ; quelquefois on couvre la poche d'un couvercle en tôle ou bien on dispose sur les grosses poches une couche de charbon de bois. Ces précautions évitent une déperdition de chaleur.

(I) Cours A.- Leçons 46,47,48 et 49.

Enfin les poches qui sont établies pour réaliser un arrêt à peu près automatique des scories et du laitier sont des plus intéressantes car elles facilitent les opérations de coulée ; on peut citer dans l'ordre d'efficacité décroissante : les poches à quenouille, les poches cafetières, les poches avec couvercle partiel.(1).

On a vu précédemment la nécessité d'introduire dans le moule un métal propre. Cette condition implique : la nécessité d'un "écrémage" ou enlèvement des scories à la surface du métal liquide ; l'expression d'écramage, vient de l'analogie que cette opération présente avec l'écramage du lait.

Dans la plupart des cas, lorsque le cubilot est un cubilot ordinaire sans brique-siphon, que les poches sont des poches ordinaires sans écramage automatique, que les coulées ne sont pas munies de filtres ou de bassins épurateurs, il faut qu'un homme accompagne chaque poche à couler et "écrame" le métal au moyen d'un bâton, d'une tige de fer, au moment où l'on remplit chaque coulée. L'efficacité de cette méthode dépend beaucoup de l'habileté de l'ouvrier.

Au contraire si les poches possèdent un dispositif d'écramage et surtout si les coulées sont des coulées filtres ou précédées d'un bassin épurateur l'homme qui écrame peut être supprimé le plus généralement. Son utilité réapparaît pour la coulée des très gros moules pour lesquels on prend le maximum de précautions. D'ailleurs, toutes les grosses poches, sauf les poches à quenouille, doivent être écramées avec soin. Il est bien évident que si le cubilot est équipé avec une brique-siphon, la quantité de laitier qui passe est encore diminuée.

Voyons comment doit s'exécuter l'écramage des grosses

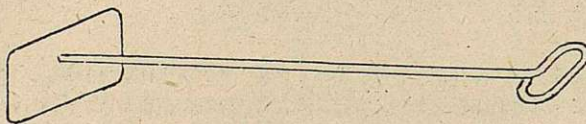


Fig. 1

poches. La poche étant remplie de métal liquide, au moyen d'un ringard de fer terminé par une plaque de tôle fig. 1, on rassemble sur un des bords toutes les scories ; on incline légèrement la poche et on fait tomber toutes les crasses à l'extérieur. On

recommence l'opération une ou deux fois si besoin est. Lorsque la surface du métal contenu dans la poche est bien propre, on jette, sauf aux abords immédiats du bec qui sera utilisé pour la coulée, une mince couche de sable siliceux blanc, de sable brun ou gris ; sable qui doit être très propre. La surface du métal est tout entière recouverte par cette croûte, sauf sur le bec de coulée, croûte qui retient toutes les scories qui pourraient surnager ou se dégager à la coulée.

(1) Cours A.- Leçons 46, 47, 48 et 49.

PRECAUTIONS PARTICULIERES A PRENDRE POUR LES DIFFERENTS ALLIAGES COULES EN FONDERIE.-

Ces précautions sont nécessitées par la façon particulière dont chacun d'eux se comporte à la coulée.

FONTE GRISE.-

La fonte grise a comme caractéristique de coulée un refroidissement assez lent. Nous savons que les pièces coulées en fonte grise sont moulées:

- soit à vert,
- soit étuvées ; elles sont coulées généralement
- à plat, c'est-à-dire les joints de séparation des châssis horizontaux,
- plus rarement coulées debout, c'est-à-dire les joints de séparation des châssis verticaux.

Que la pièce soit coulée à plat ou debout cela ne présente, en général, aucune importance au point de vue des caractéristiques de la coulée: température, vitesse, etc... Le moulage à vert ou étuvé amène, lui, des différences quant à la température de coulée: en effet, la fonte se refroidit beaucoup plus rapidement dans un moule à vert que dans un moule étuvé et il faut en tenir compte à la coulée.

Ce refroidissement lent de la fonte permettra son transport à des distances assez grandes, et n'impliquera pas, sauf exceptions, des déplacements trop rapides. Mais on aura intérêt à fondre chaud, c'est-à-dire à sortir la fonte très chaude du cubilot et à laisser reposer dans la poche jusqu'à la température convenable pour les pièces à couler. Les crasses remontent bien mieux à la surface lorsqu'on laisse au métal le temps de se reposer, de même qu'un dépôt ne se fait bien au fond d'une bouteille de vin, par exemple, que si on la laisse reposer.

Enfin, sortir la fonte très chaude du cubilot permet une distribution plus facile du métal aux divers chantiers, parce qu'ainsi n'importe quelle poche peut servir à la coulée d'une pièce, même délicate à faire venir, puisque le métal est à la température la plus haute possible. De plus, nous avons vu que l'obtention d'un métal de température élevé correspondait à un fonctionnement rationnel du cubilot.

Il faudra prendre bien soin de tenir les coulées pleines : vous ne vous convaincrez jamais assez de l'importance de ce principe. Non seulement on évite ainsi l'introduction de crasses dans le moule, mais aussi une introduction, un entraîne-

ment d'air qui peut dans beaucoup de cas provoquer des défauts (I).

D'une manière générale on peut conseiller de couler chaud. la coulée froide risque d'occasionner des inconvénients quelquefois graves. (I)

Le type d'appareil utilisé pour fondre la fonte grise est le cubilot. Le four réverbère est quelque peu employé, l'emploi du four électrique s'étend peu à peu et gagnera certainement de plus en plus de terrain. Suivant le type d'appareil de fusion employé et même pour un appareil donné, le principe d'organisation de la coulée peut être très différent ainsi qu'on le verra dans la leçon suivante. Nous nous occupons surtout de l'organisation de la fusion au cubilot.

La fusion de la fonte grise au réverbère correspond à des cas particuliers : nécessité d'obtenir d'un seul coup de très grandes masses de fonte de composition identique. Aussi coule-t-on avec de très grosses poches, quelquefois directement du four dans le moule, ou dans un bassin, au besoin à quenouille, et le problème de l'organisation de la coulée est très simple : avoir le moindre déplacement possible du four aux moules.

(I) Voir plus loin : leçons 49 et 50.

Leçon.31 —COULEE DES MOULES (suite)

FONTE GRISE.- Organisation de la coulée : organisation ancienne - organisation moderne.-

FONTE MALLEABLE - Caractéristiques au point de vue de la coulée -

ACIER - Caractéristiques au point de vue de la coulée - Organisation.

ALLIAGES CUIVREUX - ALLIAGES LEGRS - METAUX BLANCS.-

--oOo--

FONTE GRISE (Suite) ORGANISATION DE LA COULEE.-ORGANISATION ANCIENNE.-

L'organisation ancienne, encore très employée pour la coulée de la fonte grise consiste à faire couler les pièces par le mouleur lui-même.

L'ouvrier est ainsi complètement responsable de la réussite de ses pièces ; seuls les défauts pouvant provenir de la qualité du métal ne peuvent lui être imputés.

Cette méthode, séduisante au premier abord, repose toute entière sur la valeur professionnelle de l'ouvrier : l'influence du personnel de maîtrise et son action sont diminuées et limitées. Mais cette organisation présente un grave inconvénient : pour couler ses pièces le mouleur doit quitter son travail, on peut même dire qu'il est obligé de l'arrêter. De toutes façons pendant la coulée sa production de moules est considérablement réduite.

On est donc conduit pour perdre le moins de temps possible à des durées de fusion très courtes, il faut des cubilots puissants pour donner en très peu de temps, 2 à 3 heures, la totalité de la fonte devant être coulée.

ORGANISATIONS MODERNES.-

Celles-ci partent d'un principe entièrement différent : le mouleur est uniquement chargé de mouler . La fonte lui est apportée par des équipes spéciales de manoeuvres. Ceux-ci prennent le nom de " couleurs " . Le mouleur ne cesse donc son travail de moulage que le temps strictement nécessaire pour surveiller la coulée de ses moules.

La production est supérieure à celle obtenue avec l'ancienne organisation ; le mouleur garde encore l'entière responsabilité de ses moules. La nécessité de fusions courtes est moins impérieuse et celles-ci peuvent être réparties sur un intervalle de temps plus grand.

En poussant jusqu'au bout l'idée précédente on arrive à la fusion continue qui correspond à la spécialisation complète et au maximum de production. Le mouleur est spécialisé et ne s'occupe que de moulage ; le métal est transporté et coulé dans les moules par des équipes de manoeuvres, qui ne faisant que ce travail acquièrent une grande habileté. La fusion peut être répartie sur toute la journée puisque les ouvriers mouleurs ne quittent plus leur travail pour s'occuper de la dite coulée.

Les avantages de cette méthode sont importants : la production atteint son maximum avec un nombre d'hommes relativement restreint, puisque chacun d'entre eux spécialisé dans son travail l'exécute dans le minimum de temps ; enfin les moules étant coulés aussitôt prêts, le matériel chassis est restreint ; chaque moule est démoulé aussitôt que possible après la coulée et les chassis sont immédiatement réutilisés par le mouleur

Mais il faut un excellent personnel de maîtrise car son action est ici très importante : direction et surveillance des mouleurs, dressage et surveillance des couleurs, qui initialement sont de simples manoeuvres ignorant tout de ce qu'ils doivent faire. Le personnel de maîtrise doit en outre attribuer aux mouleurs ou au couleurs les causes des rebuts constatés par conséquent son autorité et sa compétence, ne doivent pas être discutées.

Ajoutons enfin que la fusion continue donne les plus grandes facilités pour l'organisation mécanique des manutentions tant des moules, que du métal, du sable, des chassis, etc... (chaînes, carrousels ...) Ainsi comprise c'est la méthode la plus rationnelle pour les grosses et moyennes productions des fonderies de fonte grise.

FONTE MALLEABLE.-

On sait que la fonte malléable est coulée initialement sous forme de fonte blanche, qu'elle soit transformée en fonte malléable européenne ou en fonte malléable américaine par la suite (I).

Or la fonte blanche se refroidit très rapidement ; il faudra donc agir très vite pour la coulée des moules. Lorsqu'on

visite une fonderie de malléable et qu'on ne connaît pas cette fabrication, on est surpris de voir avec quelle rapidité se déplacent les hommes qui transportent le métal et la vivacité avec laquelle s'effectue la coulée: on peut dire que la fonte est littéralement jetée dans le moule.

Les moyens de fusion employés en France sont pour les productions petites et moyennes le creuset et le cubilot; dès qu'on atteint des tonnages un peu plus importants on fond au réverbère. Les principes d'organisation de la coulée sont identiques à ceux mis en pratique pour la fonte grise; cependant la fusion au creuset réalise la fusion continue même pour de petites productions puisque le métal est continuellement disponible pour la coulée.

ACIER.-

Les caractéristiques de coulée de l'acier diffèrent essentiellement suivant le type d'appareil de fusion utilisé :

- Lorsque la fusion de l'acier s'effectue au convertisseur, le métal produit est relativement très chaud, et sa coulée assez facile. Le convertisseur est vidé dans des poches à bec, et la coulée ne présente aucune différence essentielle avec celle de la fonte. Il faut également bien écorémer, avoir des poches chaudes, etc...
- Si la fusion de l'acier a lieu au four Martin acide et surtout basique, la coulabilité du métal est beaucoup plus faible. On est obligé de prendre des précautions particulières et dans ce dernier cas on coule généralement au moyen d'une poche à quenouille, capable de contenir tout le métal fondu produit par le four pour la coulée. On sait en effet que le four Martin est un appareil qui produit à la fois pour la coulée toute la masse de métal qu'il est susceptible de fondre; toute cette masse est prête en même temps à être coulée.

Pour éviter une manoeuvre trop fréquente de la quenouille on groupe les moules de pièces peu importantes de manière à ce qu'elles soient alimentées par le même bassin.

- Lorsque l'acier est fondu au four électrique sa coulabilité est au moins égale à celle de l'acier au convertisseur, et suivant l'importance des fours et des pièces à couler on distribue le métal par des poches à quenouille ou des poches à bec, et sans prendre de précautions particulières au point de vue des moules.

Suivant l'importance de la fonderie, on coule l'acier tous les jours ou quelques jours par semaine, exception faite

des fours Martin dont la marche est continue; il en est de même des convertisseurs et des fours électriques les jours de coulée : les fusions courtes de deux à trois heures, comme pour la fonte ordinaire fondue au cubilot, sont une exception.

ALLIAGES CUIVREUX - ALLIAGES LEGERS - METAUX BLANCS.-

La première des choses à éviter au cours de leur fusion c'est la surchauffe au contact de l'air. La fusion doit être conduite rapidement, le métal fondu doit être chaud, et s'il est trop chaud pour la coulée des pièces, il attendra la température convenable, hors du four.

Lorsqu'on fond de faibles quantités de métal, c'est le creuset qui a servi pour la fusion qui sert également pour la coulée ; pour des quantités plus importantes on transvase dans une poche ; enfin pour la coulée de grandes quantités d'alliages cuivreux on fait un bassin à quenouille bien souvent raccordé directement au four par un chenal. L'indication de la température propre à la coulée a été donnée précédemment au cours des leçons traitant spécialement de ces divers alliages (I).

La coulée des moules s'effectue à vert mais plus généralement étuvé, bien que le moulage à vert gagne de plus en plus d'importance, les moules sont soit à plat, soit debout et dans ce cas serrés au moyen de presses.

Lorsqu'on coule en coquille les alliages légers d'aluminium il faut avoir bien soin de faire fondre le métal dans un four principal et de le distribuer liquide dans les creusets des différents ouvriers : ces creusets sont simplement maintenus à température convenable. La coquille doit également être portée à la température voulue, déterminée par l'expérience, en chauffant certaines parties et en refroidissant d'autres.

Le principe d'organisation de la coulée des alliages cuivreux et légers est celui de la fusion continue ; c'est-à-dire qu'on a du métal liquide prêt à couler d'un bout à l'autre de la journée; le métal est généralement fondu dans des fours de petite et moyenne capacité. Le mouleur est occupé uniquement au moulage ; le remmoulage de ses moules quelquefois désigné sous le nom de garnissage, est effectué par des remmouleurs ou garnisseurs placés à proximité immédiate des fours et qui peuvent d'ailleurs couler les moules.

(I) Cours A - Leçons 67 à 71.

Lors de la coulée debout des pièces en alliages cuivreux il est nécessaire de prendre quelques précautions dans la disposition des jets secondaires, bien souvent appelés jets de remonte : ces jets doivent être décalés sur le jet principal ou maître-jet de manière à éviter une alimentation discontinue des pièces dont l'attaque est prise sur les jets de remonte (fig.1)

D'une manière générale quel que soit le métal coulé dans le moule, il est bon d'allumer les gaz qui se dégagent au moment de la coulée dès le commencement de leur dégagement pour éviter des explosions.

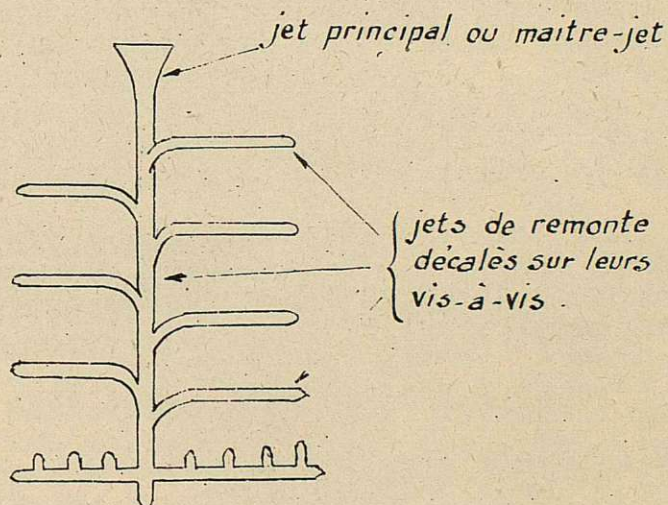


Fig. 1

Leçon 32 -ÉTUDE DÉTAILLÉE DES DIFFÉRENTS GENRES DE MOULAGE.-

Choix du mode de moulage en sable, à vert ou étuvé - Moulage à vert - Avantages - inconvénients - Les différents cas : fonte grise, fonte malléable, acier, bronze, laiton, aluminium - Différents modes de moulages à vert.-

--oOo--

CHOIX DU MODE DE MOULAGE.-

Lorsqu'une pièce arrive en fonderie, il y a lieu d'examiner avant tout son mode de moulage. Celui-ci peut être exécuté de différentes façons qui dépendent de l'habileté de celui qui examine le problème posé, et, bien entendu, de la qualité de la main d'œuvre dont on dispose. Pour résoudre ce problème plusieurs moyens de moulage ou modes de moulage sont à sa disposition: le moulage en sable, le moulage en terre et le moulage en moules métalliques ou coquilles.

Laissant de côté la question du moulage en coquilles qui sera reprise ultérieurement, on examinera les différences essentielles entre les différents types de moulage en sable et en terre.

Le moulage en sable peut être réalisé :

- en sable vert : - le métal est coulé dans le moule sans que celui-ci ait été séché ;
- en sable étuvé :- le métal est coulé dans le moule après séchage à coeur de celui-ci.
- en sable vert grillé :- le métal est coulé dans le moule, lequel a été séché superficiellement.

Le moulage en terre est toujours du moulage en moules étuvés.

Tous ces différents modes de réalisation présentent des avantages et des inconvénients ; aucun n'est universel, sinon ce serait en quelque sorte le mode de moulage " standard ". Il faut donc examiner les particularités de ces diverses réalisations, pour que, dans la pratique, on puisse, suivant la pièce qui se présente choisir le mode de moulage qui lui convient le

mieux. Il est bien évident qu'une grande expérience pratique facilite beaucoup ce choix.

CARACTERISTIQUES DU MOULAGE A VERT.-

Le moulage en sable vert présente de nombreux avantages; un des plus grands talents du mouleur résidera dans son emploi pour le plus grand nombre de cas possibles.

En effet il est simple, rapide et n'oppose dans sa réalisation aucune gêne au retrait au moment de la coulée. Donc possibilité de l'exécuter dans des conditions intéressantes d'économies.

Dans tous les cas où l'alliage n'est pas susceptible par suite du refroidissement rapide qu'occasionne le moulage à vert de prendre une trempe gênante, il acquiert sous l'influence du refroidissement rapide un resserrement du grain qui améliore ses qualités : c'est en particulier le cas de la fonte.

Les empreintes obtenues par moulage à vert sont beaucoup plus exactes et les coutures beaucoup moins apparentes qu'avec les autres modes de moulage. Les joints s'épousent mieux, ce qui empêche la formation des bavures.

C'est un fait bien connu que les petites pièces de sellerie, bouclerie, etc... coulées à vert en fonte malléable ont un joint invisible, alors que ces mêmes pièces coulées en laiton et presque toujours exécutées en moules étuvés, présentent des bavures importantes. La même remarque a pu être faite pour les moulages d'aluminium. En effet, au début de l'utilisation de ce métal, les moulages étaient faits en sable étuvé; maintenant les mêmes pièces sont obtenues dans de bien meilleures conditions et sous un bien plus bel aspect par moulage à vert. Celui-ci a en même temps l'avantage de faciliter le retrait important de l'aluminium et par suite de diminuer considérablement les criques que présentaient les pièces coulées avec ce métal.

Cependant le refroidissement rapide du métal coulé que produit le moulage à vert, peut donner, dans certains cas, la fonte par exemple, une trempe superficielle qui rend difficile l'usinage ultérieur. Cet inconvénient est rarement grave, et on peut d'ailleurs bien souvent tourner la difficulté par une légère modification de la composition.

La netteté des surfaces ainsi que la facilité de décapage sont aisément obtenues pour des épaisseurs moyennes par l'em-

ploi d'enduits précédemment examinés (I) et par un serrage convenable. Mais ces précautions sont insuffisantes dès que l'épaisseur des pièces devient plus forte ; il faut recourir à d'autres moyens en l'espèce au moulage étuvé.

Le principal inconvénient du moulage à vert est de n'offrir qu'une résistance limitée, peu élevée, aux pressions exercées par le métal ; par conséquent il prête au grippage, au forçage si la pièce est haute et aux entraînements de sable.

On peut réduire l'inconvénient du forçage en coulant à plat certaines pièces pour lesquelles on aurait été incité à choisir le moulage debout, mais la solution est loin d'être toujours applicable.

On peut remédier aux entraînements éventuels de sable par le coulant du métal en consolidant le moule au moyen d'armatures, de crochets, de pointes, de petits noyaux, etc... Mais on est bien vite limité, et l'on peut dire que dès que la pièce est un peu haute, épaisse ou lourde il faut mouler en sable étuvé.

Un autre inconvénient du moulage à vert c'est qu'il nécessite une main d'oeuvre de choix, experte, bien formée, instruite des particularités de son travail et des répercussions de ses gestes sur la qualité finale du produit coulé.

C'est ainsi que beaucoup de pièces de formes compliquées mais dont la hauteur, le poids et l'épaisseur sont faibles, sont exécutées par moulage étuvé, car les difficultés de serrage qu'elles présentent sont trop grandes pour être résolues par la main d'oeuvre très moyenne dont on dispose. Le développement de l'emploi du moulage à vert est donc conditionné par la formation rationnelle de la main d'oeuvre de moulage.

EMPLOI DU MOULAGE A VERT SUIVANT LES DIVERS ALLIAGES.-

La question des divers alliages est de peu d'importance vis à vis du moulage à vert. En effet que le métal à couler soit de la fonte ordinaire, de la fonte malléable, de l'acier, du bronze, du laiton ou de l'aluminium pourvu que la pièce ne soit ni trop lourde, ni trop haute, ni trop épaisse, ni trop complexe, on peut l'obtenir par moulage à vert. Seul le magnésium et ses alliages à haute teneur, présentent de grandes difficultés pour sa coulée à vert par suite de son affinité pour l'eau.

Donc si les pièces restent dans les limites indiquées plus haut on peut théoriquement les exécuter à vert. Ceci est de la plus haute importance, car dans beaucoup de cas une sorte de peur, de routine à fait recourir au moulage étuvé de préférence au moulage à vert pendant possible.

Ainsi alors que le moulage à vert est très développé et progresse de jours en jours dans la fonderie de fonte grise ; qu'il est le seul pratiqué dans la fonderie de fonte malléable ; qu'il est très utilisé dans la fonderie d'aluminium ; qu'il se développe assez rapidement dans la fonderie d'acier, son emploi est beaucoup plus restreint dans la fonderie de bronze et de laiton. Cependant il se généralise dans les fonderies de laiton de province.

DIFFERENTS MODES DE MOULAGE A VERT.-

Puisque ce mode de moulage est le plus utilisé nous allons trouver un très grand nombre de réalisations. Celles-ci seront examinées au cours de la leçon suivante. Mais au préalable il faut rappeler que d'une manière générale le moulage à vert est exécuté avec deux sables :

- l'un composé de sable neuf de carrière et de sable vieux préparé ainsi qu'on l'a vu (1). Ce sable est disposé après tamisage, au contact immédiat du modèle et pour cela désigné sous le nom de sable à modèles (2). Seul le sable de moulage à vert de la fonderie de fonte ordinaire présente en outre la particularité de contenir un peu de houille (5 à 10 %).
- l'autre qui sert à finir le moule et qui constitue la majeure partie du dit moule est le sable de chantier simplement rebattu, mouillé et de temps en temps renforcé avec du sable de carrière. On le désigne sous le nom de sable de remplissage et en fonderie de bronze dans le cas du moulage à la table, on le désigne sous le nom de sable de caisse.

(1) Cours A - leçon 17.

(2) Voir leçon suivante n° 33, même cours.

Leçon 33ETUDE DETAILLEE DES DIFFERENTS GENRES DE MOULAGE (Suite)

DIFFERENTS MODES DE MOULAGE A VERT. - Moulage à découvert - à la caisse - à la table - par terre - en chassis - en séparation - Pièces mécaniques - Spécialités : chauffage, bouclerie, etc..
RAPPUYAGE.

--oOo--

DIFFERENTS MODES DE MOULAGE A VERT (Suite)MOULAGE A DECOUVERT.

C'est vraisemblablement l'un des plus anciens types de moulage à vert et l'un des plus difficiles malgré les apparences. En effet les pièces à obtenir sont en général des pièces plates et de faible épaisseur, la pression exercée par le métal sur le fond du moule est insignifiante et les gaz produits par la coulée du métal sur le sable tendent à s'échapper au travers de la pièce.

Le serrage doit être conduit avec beaucoup de précautions et de soins pour que la perméabilité soit très grande. La façon de le réaliser a été décrite précédemment dans tous ses détails (1). Il faut de plus que le lit de coulée soit d'une horizontalité absolue, que le serrage soit suffisant pour éviter le forçage et que les attaques soient larges et nombreuses. Enfin on prend quelquefois la précaution de peser ou de mesurer le métal pour que les pièces soient d'un poids rigoureux.

Le moulage à découvert s'effectue habituellement dans le sol et comme son nom l'indique il n'y a pas de partie de dessus. Ce moulage n'est guère pratiqué que pour la fonte ordinaire et la malléable.

MOULAGE EN CHASSIS.

Les moules s'exécutent avec une, deux ou plusieurs parties de chassis. C'est la réalisation la plus générale.

(1) Cours B - Leçons 12 et 16.

Un châssis.-

Dans ce cas, le dessous est serré dans le sol avec les mêmes précautions que pour le moulage à découvert. On couvre l'empreinte avec un dessus repéré dans les angles par des piquets.

Deux châssis.-

C'est le mode courant de moulage. Lorsque les châssis sont de grandes dimensions l'ouvrier travaille par terre. Lorsqu'ils sont petits, le travail peut se faire:

- à la table,
- à la caisse.

Moulage à la table.-

Celui-ci est pratiqué en fonderie de fonte et d'acier. Les châssis sont disposés sur une table placée à environ 70 cms du sol, et qui a pour but de faciliter et d'accélérer le travail en évitant au mouleur de se baisser. Le sable est placé à proximité immédiate. Ces tables sont fixes en Europe et très souvent roulantes en Amérique. Fixes ou roulantes elles présentent des étagères qui permettent de disposer les outils de moulage.

Moulage à la caisse.-

Celui-ci est pratiqué en fonderie de malléable, de bronze, de laiton et d'aluminium.

La caisse est une sorte de pétrin de forme rectangulaire séparé en général en deux compartiments: l'un contient le sable à modèles, l'autre le sable de remplissage appelé aussi sable de caisse. Des traverses sont disposées en travers de la caisse et supportent un fond en bois sur lequel repose le châssis.

Plus de deux châssis.-

Dès que les modèles présentent plus d'une séparatrice, c'est-à-dire plus d'un joint, ou sont de grande hauteur, on est conduit à mouler avec plus de deux châssis. Les châssis intermédiaires prennent le nom de chapes.

Cas particulier.-

Un cas particulier du moulage avec plus de deux châssis est le moulage en séparation.

On désigne sous ce nom les moulages dans lesquelles une ou plusieurs parties de chassiss s'ouvrent dans une direction différente des autres.

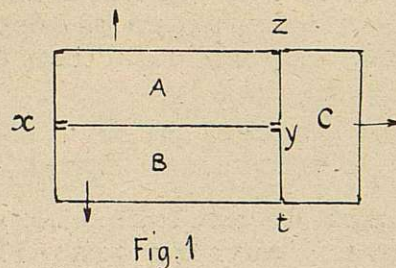


Fig. 1

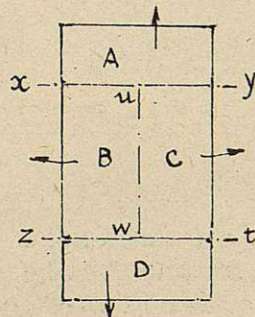


Fig. 2

Ainsi dans le cas de la fig. 1 qui correspond au moulage des chenets et des postes d'eau, il y a deux joints perpendiculaires $x-y$ et $z-t$ et les trois parties A, B, C se démourent dans trois directions différentes.

Le cas représenté fig. 2 est celui habituellement rencontré dans le moulage de pots ventrus, chaudières de cuisinières.... Il y a trois joints : $x-y$ et $z-t$, parallèles entre eux, $u-w$ qui est limité aux deux précédentes et leur est perpendiculaire.

Les parties de chassiss A, B, C, D s'ouvrent suivant les directions indiquées. Quelquefois le chassiss A est supprimé.

MOULAGE EN MOTTES.-

On désigne sous le nom de motte le bloc de sable obtenu après l'ouverture d'un chassiss ouvrant. Le moulage s'effectue donc normalement en chassiss, celui-ci étant retiré avant la coulée une fois le moule fermé. Quelques machines à mouler démottent directement et présentent à l'ouvrier la motte fermée prête à être mise sur le chantier pour la coulée. Cette méthode de travail qui présente une très grande économie de matériel et supprime beaucoup de manoeuvres est couramment utilisée pour des pièces petites et moyennes en fonte ordinaire, en malléable et en aluminium, plus rarement pour les pièces en bronze et en laiton.

GRANDES SPECIALITES DU MOULAGE A VERT.-

Dans ce qui suit on a uniquement en vue des pièces en fonte ordinaire dont le moulage présente quelques particularités et qui sont toujours exécutées en série et à vert. On

laissera de côté la question des pièces mécaniques en tous métaux : ce qui a été dit au cours de la leçon précédente sur les caractéristiques du moulage à vert étant suffisant pour permettre de déterminer dans quels cas le moulage de ces pièces très diverses pourra être effectué à vert.

Les grandes spécialités du moulage à vert en fonderie concernent :

- la poëlerie, c'est-à-dire des pièces destinées aux appareils de chauffage quels qu'ils soient.
- les radiateurs, qui sont en somme une partie particulière de la poëlerie,
- les poteries,
- les baignoires et pièces analogues,
- les postes d'eau, appareils sanitaires; etc...
- les tuyaux de descente, raccords, coudes, chéneaux, etc...
- les tuyaux à ailettes,
- les fontes de bâtiment, grilles, balcons, etc.. ornements etc...

A.-POELERIE.-

Les pièces destinées aux appareils de chauffage, cuisinières, poêles à charbon, à bois, réchauds de toute sorte, etc. nécessitent généralement un seul beau côté, l'autre côté, toujours caché, exige moins de soins. On peut partager ces pièces en deux catégories : d'abord les petites et moyennes pièces qui peuvent s'exécuter en chassiss ou en mottes sur un grand nombre de machines ; enfin les pièces de grandes dimensions, toujours plates, obligatoirement exécutées dans des chassiss à barres car elles présentent un effort de soulèvement considérable. Il faut en même temps soigner le serrage pour éviter le forçage. Le serrage à la machine équipée en réhausse inférieure est ici tout indiqué.

B.-RADIATEURS.-

Le moulage des radiateurs est généralement fait à la main bien qu'il y ait des séries importantes à produire et que le moulage à la machine soit plus rapide ; mais le moulage à la main permet d'employer des chassiss légers et de déplacer les mouleurs le long du tas de sable. On évite ainsi le transport des chassiss et du sable deux fois par coulée, et l'économie de manutentions compense l'économie qu'on aurait pu réaliser sur le moulage.

Les noyaux de radiateurs sont habituellement serrés dans des boîtes à charnières en aluminium et séchés à l'étuve sur

des coquilles en fonte; les épaisseurs étant faibles il ne faut pas que le noyau se déforme à aucun stade de la fabrication. Les débouchés du noyau dans le moule sont très petits et il y a deux grandes précautions à prendre : soigner le tirage d'air, supporter avec méthode le noyau. On utilise pour cela les supports en fil de fer terminés par une spirale aplatie qui ont été vus précédemment (1) et dont l'emploi est expliqué dans le cours A. (2)

C.-POTERIES.-

On range sous cette rubrique toutes les casseroles de fonte, les pots ventrus, les chaudières de cuisinières, les buanderies, les foyers de lessiveuses, les foyers de buanderie, etc...

On peut dire qu'en dehors des casseroles et des pots destinés au ménage, toutes les autres pièces de cette catégorie nécessitent un moins bel aspect que les pièces précédentes. Les casseroles et les pots doivent être impeccables et comme aspect et comme régularité d'épaisseur car ces articles vont au feu et sont bien souvent émaillés.

Le moulage des casseroles ordinaires de forme simple s'effectue toujours à la machine ; toutes les autres pièces sont moulées en séparation et leur moulage sur la machine est beaucoup plus difficile.

(1) Même cours - leçon 12. et leçon 29. cours A.

(2) Cours A - leçon 34.

Leçon 34

Etude détaillée des différents genres de moulage (suite)-

Spécialités du moulage à vert (Suite).-

Moulage en sable vert grillé.-

--oOo--

GRANDES SPECIALITES DU MOULAGE A VERT (Suite)

D.-BAIGNOIRES.-

Ce sont des pièces tout à fait analogues à la poterie, mais de plus grandes dimensions. Il est ici très important que l'épaisseur soit régulière ; en effet les baignoires étant émaillées, une différence d'épaisseur amène des différences dans l'échauffement en vue de l'émaillage et risque de provoquer la rupture de l'émail. Elles sont moulées à la main, ou mécaniquement au moyen de machines à secousses ou à projection de sable. Il faut des châssis de forme, avec barres, soigneusement étudiés pour maintenir solidement le noyau qui fait l'intérieur : ce noyau vient au naturel et à vert, bien entendu, dans le dessous.

E.- POSTES D'EAU, APPAREILS SANITAIRES , etc....-

L'épaisseur reste faible, mais les conditions de bel aspect sont beaucoup moins absolues. Le moulage se fait en séparation, avec trois châssis dont un latéral (leçon 33, fig.1) et il s'agit d'avoir un matériel approprié.

F.- TUYAUX DE DESCENTE, RACCORDS, COUDES, etc....-

Les tuyaux de descente employés en France ont généralement 1 mètre de longueur utile et une épaisseur de 5 à 6 m/m. Leur fabrication ne présente rien de particulier, si ce n'est l'habileté qu'acquière les hommes qui exécutent ce travail couramment ; ils travaillent généralement à deux ; un homme et un gamin pour les petits tuyaux, un homme et un aide pour les plus forts. Les moules comportent une ou deux pièces, suivant les dimensions ; les châssis sont de forme, ouverts dans les bouts pour laisser passer les noyaux. Le moulage et la coulée se font à plat.

Les noyaux, par contre sont serrés debout, en sable vert pur, avec une armature composée d'une barre de fonte portant latéralement une aiguille qu'on retire et qui constitue le tirage d'air. On coule à deux poches par deux tranches plates sur la pièce.

Les coudes et raccords, lorsqu'ils sont faits à la main, sont exécutés avec des modèles dits en coquilles, c'est à dire constitués par deux moitiés qui lorsqu'elles sont réunies, ressemblent à une pièce, et qui permettent de faire en même temps le moule et le noyau.

Lorsque les séries le permettent on peut faire tous ces travaux à la machine sans difficultés particulières ; le tout est d'en avoir une quantité suffisante à exécuter pour permettre la dépense d'outillage.

G.- TUYAUX A AILETTES.-

Les tuyaux à ailettes qui sont employés pour le chauffage sont composés généralement d'un tuyau cylindrique avec lequel sont venues de fonderies des ailettes minces et rapprochées. Celles-ci constituent des difficultés très spéciales de fabrication.

Ces difficultés sont de trois sortes : difficultés de serrage, de démoulage, de coulée.

Le serrage est difficile entre les parois rapprochées et profondes que constituent les ailettes ; le sable pénètre difficilement entre elles et sa descente doit être surveillée. La difficulté du démoulage provient des mêmes raisons. On résoud le problème en prévoyant le modèle avec un peigne qui produit le peignage complet des ailettes.

Pour obvier à la difficulté de la coulée, il faut une alimentation très rapide avec un métal chaud sinon les ailettes ne viennent pas, on a été amené à relier les ailettes par deux nervures au joint. Ces nervures règnent sur toute la longueur du moule, elles reçoivent la fonte en un bout ou aux deux bouts et l'amènent à chaque nervure individuellement, de chaque côté de la pièce.

PRECAUTIONS GENERALES A PRENDRE DANS LES SPECIALITES DU MOULAGE A VERT.-

Les principaux points à observer dans ces fabrications sont

la nécessité d'obtenir des pièces minces de belle apparence et d'épaisseur très régulière. Pour satisfaire à cette dernière condition on emploie un sable naturellement fin qu'on tamise sur le beau côté avec un tamis fin et on rappuie le modèle après avoir saupoudré l'empreinte soit de sable très fin, soit de noir végétal, soit d'un autre enduit équivalent. Le serrage doit être modéré mais pas autant qu'on le croit lorsqu'on évite les coups de fouloir trop près du modèle. L'incorporation au sable à modèle d'une petite proportion de sable siliceux donne souvent de bons résultats, tant au point de vue du bel aspect que de la perméabilité.

Pour éviter les parties grippées on doit multiplier les attaques ; pour éviter l'inconvénient des reprises il faut éventuellement couler à plusieurs poches.

Dans toute la mesure du possible on doit faire les attaques et les coulées principales d'épaisseur et de dimensions analogues à la pièce. Les tranches plates en chutes, autrefois très utilisées pour la coulée des marmites et désignées sous le nom de tranches à marmites sont à proscrire car elles laissent des emplacements malpropres sur les pièces et causent souvent des porosités.

GRANDES SPECIALITES DU MOULAGE A VERT EN FONTE MALLÉABLE.-

Les grandes spécialités du moulage en fonte malléable concernent les pièces de bouclerie, sellerie, quincaillerie, bicyclettes, etc...

Ces pièces sont très minces et ont des développements de joint souvent considérables. L'ébarbage dans ce genre de pièces coûte excessivement cher ; il enlève en outre aux pièces leur belle apparence. Donc tous les progrès dans ces fabrications doivent tendre à l'obtention de moulages parfaits, nécessitant le minimum d'ébarbage. Les modèles doivent en conséquence être très soignés, parfaitement ronds pour ceux qui sont de section circulaire ; les châssis seront excessivement exacts, le démoulage et le remoulage faits avec le plus grand soin.

Le moulage à la main de ce type de malléable est exécuté presque toujours sur une couche en sable très serrée, en châssis rectangulaires ; la coulée s'effectue en presse. Le moulage à la machine sur plaques-modèles se développe lentement pour des raisons qu'il n'est pas nécessaire d'exposer ici et dont l'une est l'habitude de couler ces moules debout.

La fabrication de pièces de bouclerie, sellerie, etc.. en fonte douce, laiton, aluminium, maillechort, etc... nécessite les mêmes précautions que pour la malléable ; de légères modifications seules sont nécessaires pour tenir compte de la coulabilité des différents alliages qui peut différer de celle de la malléable. Mais celle-ci présente la plupart des difficultés que réunissent les autres alliages.

MOULAGE EN SABLE VERT GRILLE.-

Ce moulage consiste dans le séchage superficiel des moules en sable vert. Il est fréquemment complété par un dépôt charbonneux obtenu par la combustion imparfaite des matériaux employés au grillage. Ce séchage a pour but d'expulser une partie de l'humidité superficielle du moule et de réaliser un durcissement de la surface: il permet donc de couler ainsi des pièces plus massives que celles admises par le moulage à vert ordinaire ou qui occasionneraient des pressions plus fortes. Enfin le dépôt charbonneux permet de donner aux pièces un aspect extérieur supérieur à celui obtenu par le moulage à vert courant: d'où emploi de ce procédé pour le moulage de pièces d'ornement en fonte: ce procédé s'applique presque uniquement aux moulages en fonte ordinaire: accessoirement lorsqu'il est utilisé pour les autres alliages, c'est sans dépôt charbonneux.

On réalise le grillage (ou flambage) au moyen d'un feu de coke, de braseros descendus dans le moule, par un flambage de toutes espèces de matériaux combustibles : résine, goudron, etc... par la flamme d'un chalumeau à acétylène brûlant avec insuffisance d'air. Le moule est quelquefois noirci avant grillage, où bien on pulvérise une légère couche de liquide ; huile pétrole, eau mélassée, etc...

Le flambage à la résine et au goudron donne des résultats superbes. Dans tous les cas il ne faut pas laisser écouler un trop long intervalle de temps entre le grillage et la coulée : en effet la couche séchée est très mince et reprend rapidement l'humidité.

Tous les types de moulage à vert sont exécutés avec des modèles; très exceptionnellement, en prenant de grandes précautions, on les réalise au moyen de calibres et de gabarits.

Leçon 35Etude détaillée des différents genres de moulage (suite)

Moulage en sable étuvé. - Caractéristiques du moulage étuvé.
Avantages - Inconvénients.

Différents modes de moulage en sable étuvé.

--oOo--

MOULAGE EN SABLE ETUVE.

On a vu précédemment (I) que le moulage en moule étuvé se divisait en deux grandes catégories par rapport aux matériaux utilisés pour constituer les moules :

- le moulage en sable étuvé,
- le moulage en terre.

Cette leçon a pour but l'examen du moulage en sable étuvé. Celui-ci est réalisé au moyen de deux sables qui sont toujours les mêmes quel quesoit le métal que doit recevoir le moule :

- le sable de contact, c'est-à-dire celui qui est disposé au contact immédiat du modèle et qui est appelé couramment sable d'étuve. Ce sable est un mélange de sable neuf de carrière et de sable vieux préparé comme on l'a précédemment indiqué (2). Seules les proportions de sable neuf de carrière et de sable vieux varient suivant l'alliage coulé. Enfin il faut ajouter que le sable d'étuve utilisé en fonderie de fonte ne contient généralement pas de noir minéral.
- le sable de remplissage, c'est-à-dire celui qui sert à finir le moule et qui en constitue la majeure partie. Ce sable est identique au sable de remplissage du moulage à vert.

(I) Cours B - leçon 32

(2) Cours A - Leçon 17.

Le moulage étuvé, comme le moulage à vert présente des avantages et des inconvénients, on peut d'ailleurs dire que les avantages de l'un correspondent aux inconvénients de l'autre et réciproquement.

Les avantages du moulage étuvé sont les suivants :

- une bonne résistance des différentes parois du moule aux pressions et aux efforts exercés par le métal ;
- l'obtention de pièces de peau plus lisse et d'apparence plus belle quelles que soient leurs dimensions,
- une dureté superficielle moins grande des alliages ferreux susceptibles d'acquérir une légère trempe sous l'action du refroidissement rapide du moulage à vert.
- les moulages étuvés nécessitent en général moins de précautions dans le serrage et aussi dans la qualité du sable, donc si l'on dispose d'une main d'œuvre médiocre, possibilité d'obtenir en étuvant les moules, des pièces présentables.
- le moulage étuvé permet seul d'obtenir dans les meilleures conditions de qualité et d'aspect les pièces présentant de fortes épaisseurs.

Les inconvénients qu'on peut reprocher au moulage étuvé sont :

- un prix de revient très sensiblement plus élevé que le moulage à vert par suite de l'augmentation des manutentions pour la mise à l'étuve de la dépense du combustible utilisé à l'étuvage, de l'augmentation du matériel pour tenir compte du temps de passage à l'étuve, et de l'usure plus rapide de ce matériel.
- une diminution de résistance du métal provoquée par un refroidissement lent du métal qui favorise une cristallisation à gros grains, enfin par la grande opposition au retrait que présente le moule.

Il est bien évident que si le moule est très résistant aux pressions qu'exerce sur lui le métal liquide, il sera également très résistant aux efforts qu'exerce sur lui le métal solide en se refroidissant, c'est-à-dire en prenant son retrait. L'idéal serait de pouvoir constituer les moules de telle sorte qu'ils résistent parfaitement aux efforts engendrés par le métal liquide mais qu'ils puissent se déformer sous l'action du retrait.

On y parvient quelquefois par des artifices et l'emploi de sables spéciaux, en particulier du sable blanc aggloméré à la résine (1).

On a maintenant tous les éléments nécessaires pour choisir en connaissance de cause tel mode de moulage de préférence à tel autre, mais l'ambition de tout bon ouvrier devra être d'utiliser sur la plus grande échelle possible le moulage à vert.

DIFFERENTS MODES DE MOULAGE EN SABLE ETUVE.-

Le moulage en sable étuvé s'exécute en chassiss, ceux-ci étant placés :

- sur une table ou sur une caisse lorsqu'ils sont de petites dimensions, comme on l'a vu dans le moulage à vert,
- par terre, lorsque les chassiss sont de moyennes dimensions,
- dans une fosse, lorsque les chassiss deviennent de grandes dimensions principalement en hauteur. En effet à ce moment il est plus facile de descendre successivement les matériaux nécessaires à la confection du moule dans la fosse et de sortir ensuite les éléments du moule avec les appareils de levage, que de monter les matériaux du moule sur des échafaudages de fortune disposés autour de celui-ci. Enfin les fosses de moulage servent de fossé de coulée et facilitent beaucoup cette dernière.

Ces différents genres de moulage peuvent être effectués :

- sur modèles,
- au trousseau,
- sur carcasses, au moyen de règles et de calibres.

Le moulage en sable étuvé sur modèles est tout à fait analogue aux différents types correspondants de moulages à vert, sous les réserves suivantes :

- le serrage peut et doit être plus énergique, les pressions supportées par le moule étant plus considérables,
- les sables employés sont à grains plus gros et on augmente leur perméabilité artificiellement par addition de matières organiques.
- les moulages sont enduits de liquides appelés couches et déposés au pinceau ou à la soufflette ; il faudra soigner le passage de ces enduits pour éviter la déformation des surfaces et des angles.

(1) Cours A. Leçon 27.

- les moules sont séchés à coeur dans une étuve où ils passent au moins une nuit, plusieurs si les épaisseurs à sécher sont trop fortes : il faut en effet que les moules soient séchés à coeur ; les moules séchés sur place au moyen des fours sécheurs précédemment décrits (I) seront séchés avant ou après remmoulage. La dernière méthode est préférable surtout pour les moulages effectués dans le sol car le moule reprend de l'humidité pendant le remmoulage et tout est à recommencer. La plupart du temps on sèche un peu avant remmoulage ; et le séchage définitif a lieu lorsque le remmoulage est terminé.

- le moulage en sable étuvé demande de plus grands soins encore que le moulage à vert pour le remmoulage ; en effet le séchage des moules et des noyaux provoque des déformations plus ou moins importantes qui doivent être corrigées au remmoulage alors que le moule sec n'est plus commodément déformable.

Pour la même raison il est rare que les joints portent très exactement tant par suite des déformations de l'étuvage que sous l'influence de l'enduit passé sur les bords de l'empreinte.

Il faut donc assurer l'étanchéité par des trainées, rappuyer le dessus et luter les joints des chassis au besoin avec un mélange de sable et de plâtre.

Une bonne précaution qui facilite beaucoup le remmoulage est de ne pas passer d'enduit tant dans les portées des moules que sur les portées correspondantes des noyaux. Cette précaution, facile à prendre lorsqu'on passe l'enduit au pinceau est plus difficilement observée lorsqu'on pulvérise l'enduit à la soufflette à bouche ou à air comprimé.

GRANDES SPECIALITES DU MOULAGE EN SABLE ETUVE.-

Ces grandes spécialités qui sont le moulage au trousseau et le moulage sur carcasses avec règles et gabarits seront examinées dans les leçons suivantes.

(I) Même cours leçon 28.

Leçon 35^{bis}Etude détaillée des différents genres de moulage (suite)Catégorie du moulage en sable étuvé.-

Grandes spécialités du moulage en sable étuvé.-

Moulage au trousseau.-

--oOo--

GRANDES SPECIALITES DU MOULAGE EN SABLE ETUVE.-MOULAGE AU TROUSSEAU.-

Le moulage au trousseau en fonderie est une des branches les plus intéressantes du métier de mouleur. Il demande beaucoup d'initiative, d'ordre, de méthode, de connaissance du dessin de la part de l'exécutant qui ne doit pas non plus négliger la précision.

Ce mode de moulage est limité à certaines fabrications qui ne comprennent ni les petites et moyennes pièces en série; il présente son maximum d'avantages dans le cas des pièces isolées dont les formes peuvent être aisément réalisées au moyen du déplacement de calibres.

PRINCIPE DU MOULAGE AU TROUSSEAU.-

L'empreinte de la pièce à réaliser n'est plus obtenue par l'emploi d'un modèle, mais par découpage du sable au moyen de calibres appropriés appelés communément trousses ou planches à trousser.

On voit donc que le principal avantage du moulage au trousseau est de supprimer l'emploi de modèles et de les remplacer par des calibres peu coûteux.

On conçoit que ce mode de moulage présente son intérêt maximum dans le cas de grosses pièces exécutées à très peu d'exemplaires telles que des plateaux, des volants, des poulies, des engrenages, des cuves, etc...

Malheureusement cette méthode de travail ne s'applique pas quel que soit le genre de pièce à obtenir : la forme de la pièce conditionne la possibilité d'emploi. Pour qu'une pièce puisse être troussée il faut qu'elle soit de forme :

- circulaire, ou
- ovale, ou
- elliptique, ou
- hélicoïdale, ou
- plane, ou
- à profil constant.

REALISATION.-

PRINCIPE.-

On trousse un modèle en sable dont on prend par moulage la contre-partie ; puis on découpe sur le modèle sable l'épaisseur de la pièce. La mise en chantier et l'ordre des opérations sont réglés par la remarque suivante :

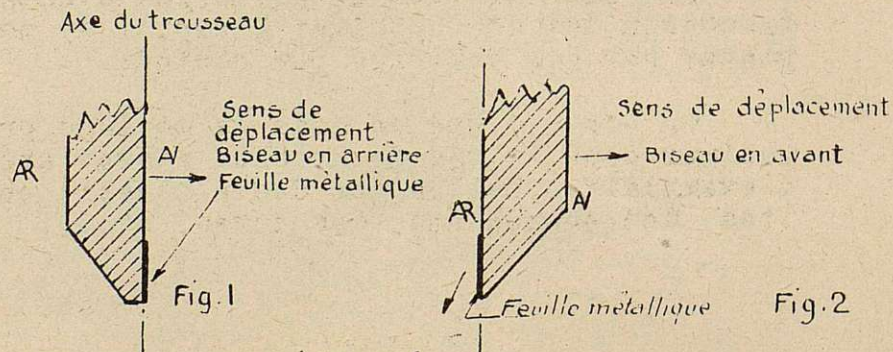
" Dans le moulage au trousseau, toutes les surfaces du moule tournées vers le bas sont obtenues par contre-moulage ; (I) les surfaces du moule tournées vers le haut sont obtenues par taille directe ".

OUTILLAGE.-

L'outillage particulier utilisé dans le moulage au trousseau a été décrit précédemment au cours des leçons 12 et 25 du même cours.

Il faut ajouter quelques détails sur les planches à trousse. Ces planches se font généralement en hêtre ou en chêne et sont prévues comme suit :

a.- POUR LE TROUSSEAU EN SABLE ; le sens de rotation est inverse de celui des aiguilles d'une montre, la biseau en arrière du sens de rotation (fig.1) et éventuellement protégé par



une feuille métallique, zinc, tôle ou fer blanc de 8/10ème d'épaisseur.

(I) Ces faces sont celles indiquées par un trait fort sur les exemples données fig.3, leçon 35 bis, et fig. 1. leçon 35 ter

b.- POUR LE TROUSSEAU EN TERRE, le sens de rotation est identique à celui du trousseau en sable dans le cas de troussage des intérieurs ; au contraire il est identique à celui des aiguilles d'une montre dans le cas de troussage des extérieurs.

Dans tous les cas le biseau est en avant du sens de rotation et protégé comme pour le trousseau en sable, si besoin est (fig.2.)

La différence de disposition des biseaux vient de ce que dans le trousseau en sable, la trousse doit couper le sable, tandis que dans le trousseau en terre la trousse doit appliquer la terre sur les parois, ce qu'on obtient en disposant le biseau en avant du sens de déplacement.

SABLES UTILISES.-

Dans le trousseau en sable, les premières serres sont exécutées en bon sable de chantier ordinaire, perméable, à gros grains. La dernière couche de sable en contact avec le métal, est constituée par un sable fin, tamisé, projeté à la main devant la planche à trousser. Pour les noyaux les sables sont ceux du moulage ordinaire.

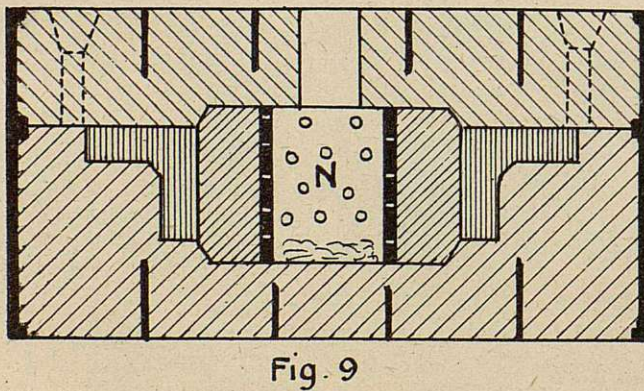
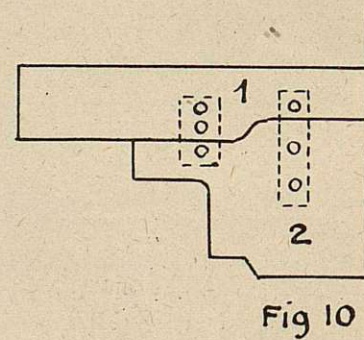
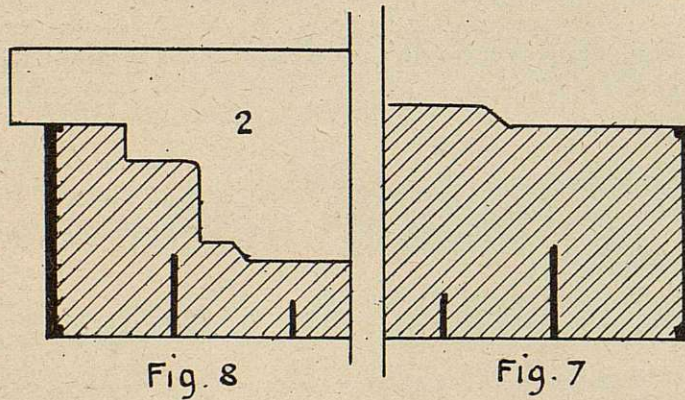
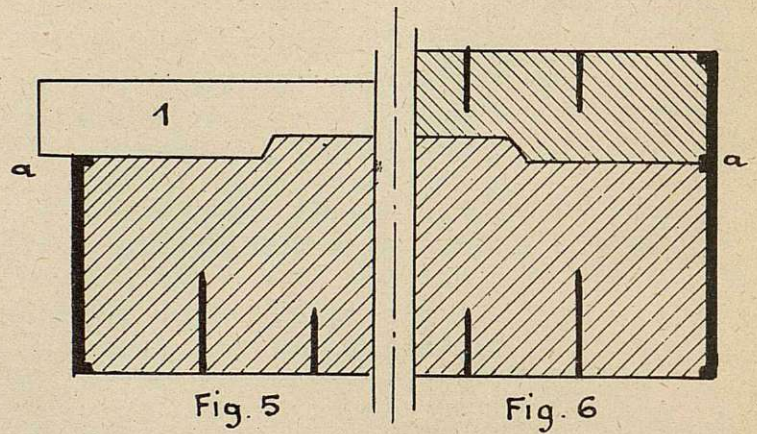
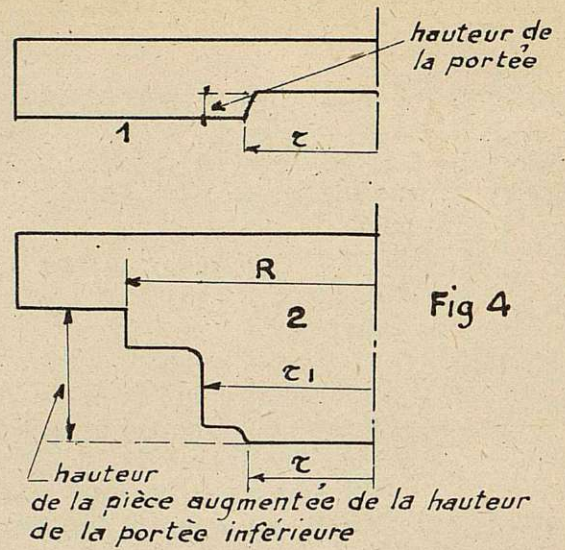
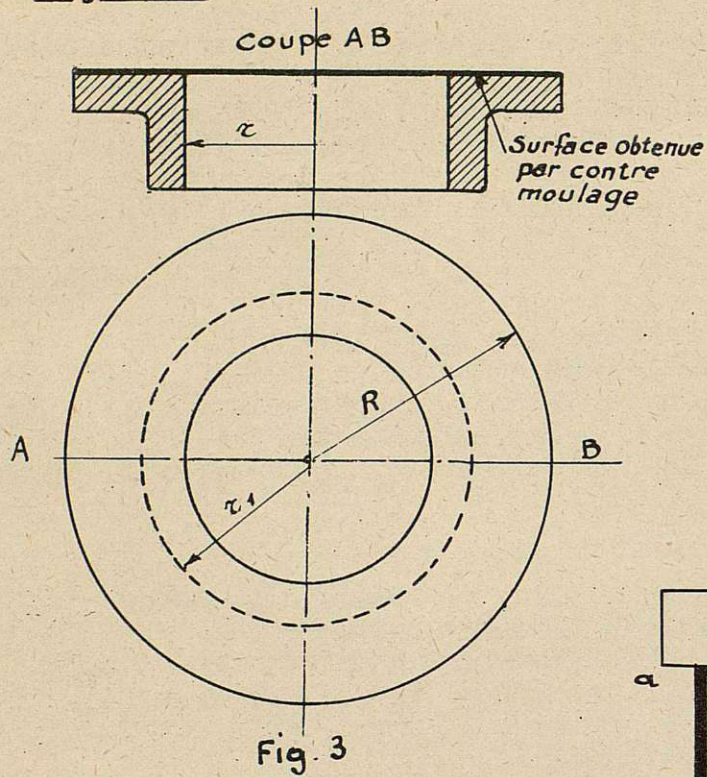
Les joints sont séparés au moyen de sable blanc sec, ou au moyen des autres isolants utilisés dans le moulage ordinaire. Lorsque le modèle sable, troussé, est de forme un peu complexe et que le démoulage du contre-moulage risque d'être difficile, on cherche à réaliser un meilleur isolement des différentes parties du moule; pour l'obtenir on recouvre bien souvent de papier la surface du modèle-sable;

Les terres utilisées pour le troussage en terre sont celles du moulage en terre lequel sera examiné ultérieurement: terre dure et terre molle.

DETAILS DES OPERATIONS DE TROUSSAGE D'UN OBJET SIMPLE.-

On commence par fixer solidement et bien verticalement la crapaudine dans le sol en la serrant fortement dans le sable : il faut que cette crapaudine, qui va recevoir l'arbre de trousseau soit parfaitement de niveau. Pour cela, avant de la caler définitivement, on emmanche l'arbre à trousser et au moyen d'un fil à plomb, d'un niveau à bulle d'air on vérifie et on règle sa verticalité.

La crapaudine étant en place on dispose le châssis bien de niveau sur le sol en se réglant au moyen du drapeau qu'on déplace sur le joint du châssis, on règle l'horizontalité de ce dernier. A ce moment on serre du sable dans le dessous.

Leçon 35^{bis}

L'examen de la suite des opérations sera fait sur un exemple.

Soit à obtenir la pièce fig.3. Les planches qu'elle nécessite sont les planches 1 et 2 (fig.4) ; la planche 1 permet de trousser le modèle en sable dont le dessus sera le contre-moulage , la planche 2 taille directement dans le dessous le reste de la pièce.

Ayant serré le dessous en sable ordinaire jusqu'à un niveau légèrement supérieur à celui qu'on doit obtenir, on monte la planche 1 et l'on trousse. Lorsqu'on arrive au niveau a a (fig.5) donné par le châssis, on passe la trousse en projetant fortement de la main droite des poignées de sable fin tamisé. On recommence l'opération autant de fois qu'il est nécessaire pour obtenir une surface unie.

On lisse à l'outil et on serre le dessus (fig.6). On lève le dessus (fig.7) ; on découpe grossièrement, mais avec soin cependant, le passage de la planche à trousser 2, dans le dessous ; et l'ayant montée sur le drapeau, on trousse le dessous. Le noyau N, est troussé séparément sur lanterne ou obtenu dans une boîte, ou par tout autre moyen.

On lisse le moule, après avoir bien entendu, retiré la planche et le drapeau; le troussage a été terminé en projetant du sable fin comme tout à l'heure. On passe la couche et on étuve. On remmoule : N est placé dans sa portée et tamponné, on fait une trainée sur le joint, on relève le dessus pour constater si tout va bien et on coule après avoir clavetté le moule (fig.9).

Le passage de l'arbre à trousser est généralement bouché dans le dessous pour éviter des fuites ; on le conserve dans le dessus s'il y a un noyau central : il sert au dégagement de l'air.

NOTA.-

Bien souvent on monte les deux planches l'une sur l'autre, par raison d'économie. On obtient la disposition de la fig.10 : la planche 1 est obtenue en dévissant les vis qui la maintiennent à 2 ; la planche 2 est celle constituée par l'ensemble 1,2, vissé.

Leçon 35^{ter}Etude détaillée des différents genres de moulage (suite)Catégorie du moulage en sable étuvé.-

Grandes spécialités du moulage étuvé.- Moulage au trousseau (suite)

--oOo--

MOULAGE AU TROUSSEAU (Suite)

Le troussage d'une pièce n'est pas toujours aussi simple que celui qui a été présenté au cours de la leçon précédente. Il peut comporter une ou plusieurs chapes, des pièces battues, etc... nous allons en donner deux exemples.

TROUSSAGE D'UNE DOUBLE BRIDE.-

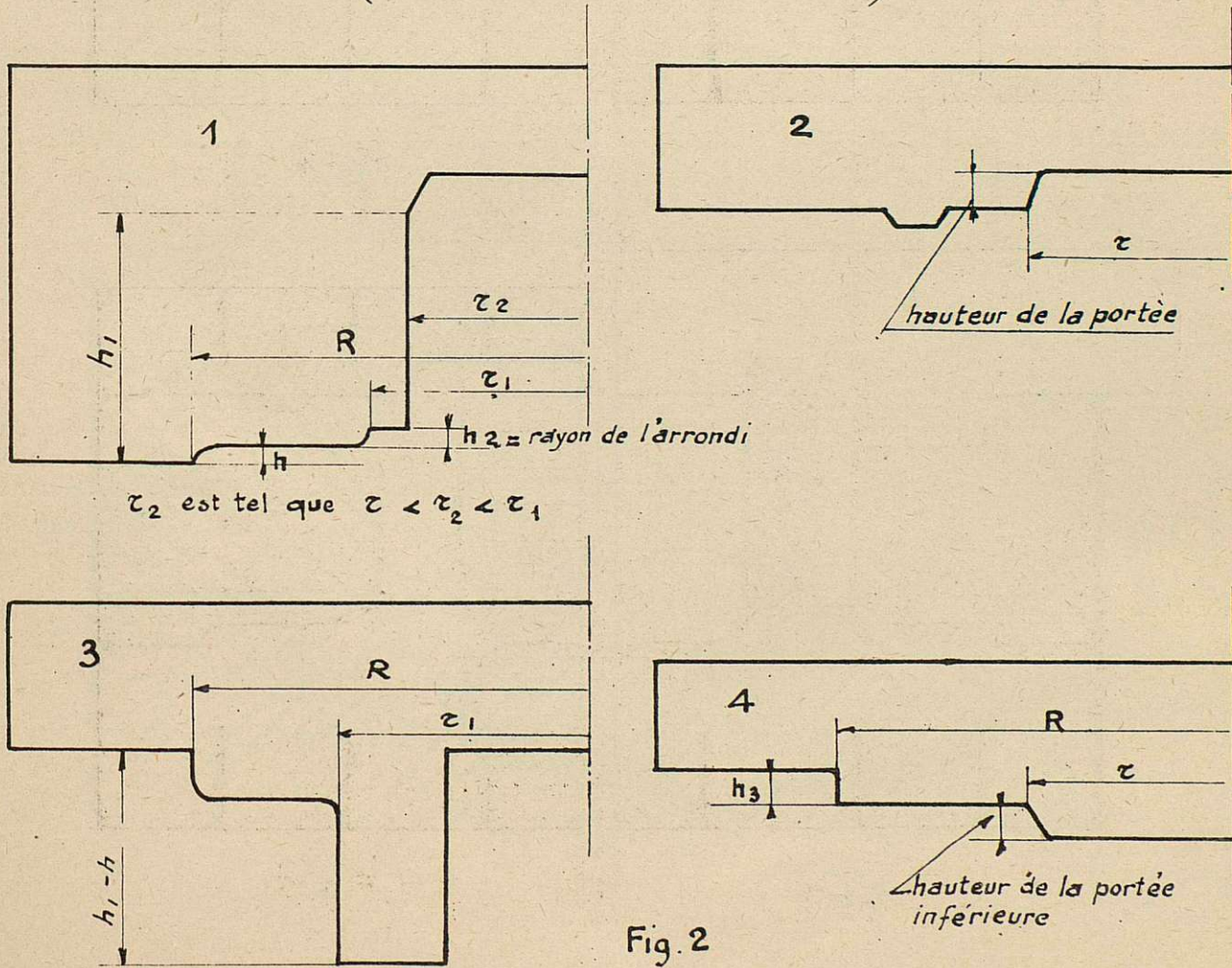
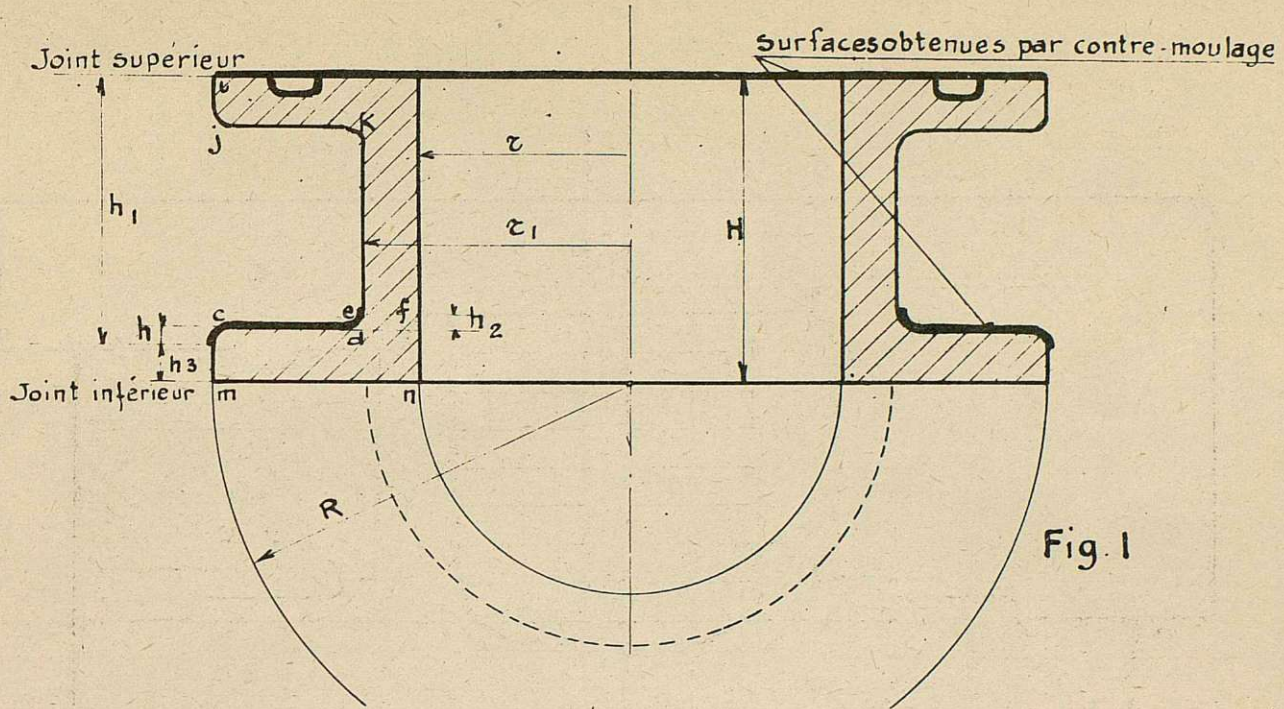
Soit à mouler au trousseau la pièce représentée fig.1.- Nous voyons qu'une chape sera nécessaire ; il ne peut être question d'employer des noyaux extérieurs beaucoup trop coûteux. Les planches à trousser nécessaires sont données fig.2 ; ce sont les planches 1,2,3,4 numérotées dans l'ordre suivant lequel elles seront utilisées.

On serre le dessous (fig.3), on monte la planche 1 et on trousse le modèle d'une partie de la chape, c'est-à-dire le contour a,b,c,d,e,f,g,h. Le noyau intérieur a été serré en réalisant une sorte de boîte à noyaux au moyen de planches, feuille de tôle, etc... L'intérieur de ce noyau est constitué par des briques, du coke,.... pour éviter de serrer toute une masse de sable qui devra être détruite ultérieurement.

On emballe alors la chape (fig.4), et au moyen de la planche à trousser 2, on trousse le modèle, dont le dessus sera la contre-partie. (fig.5)

On démoule le dessus, on démolit à la truelle le noyau, c'est-à-dire la partie repérée P. (fig.6), ceci dans le but d'accélérer le travail, on monte la planche 3 et on trousse dans la chape le contour i j k e f (fig.6).

On démoule la chape. On monte la planche 4 ; on trousse dans le dessous le contour b m n (fig.7).



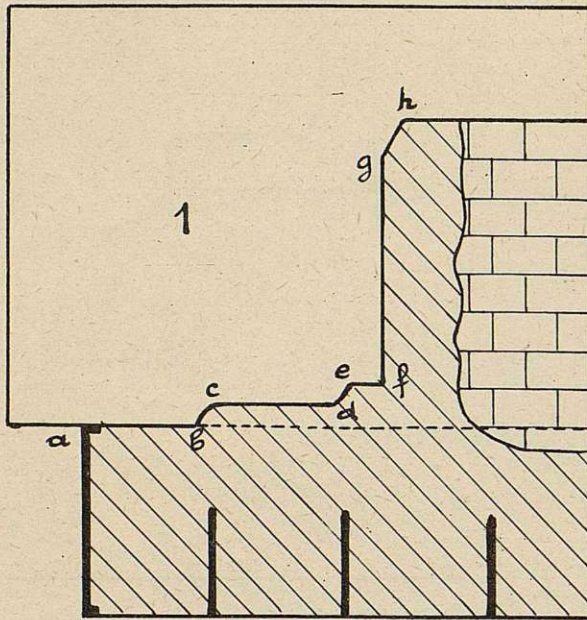


Fig. 3

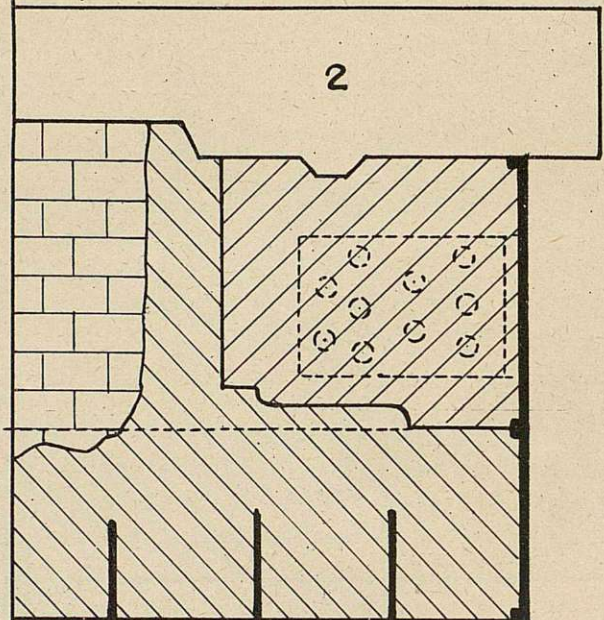


Fig. 4

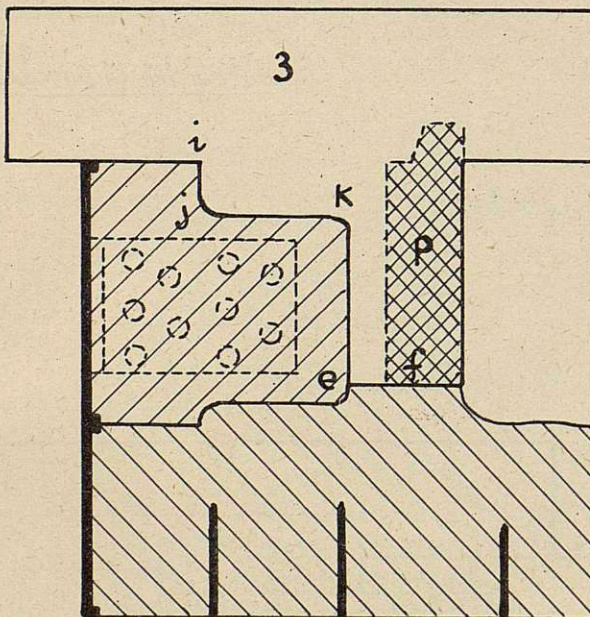


Fig. 6

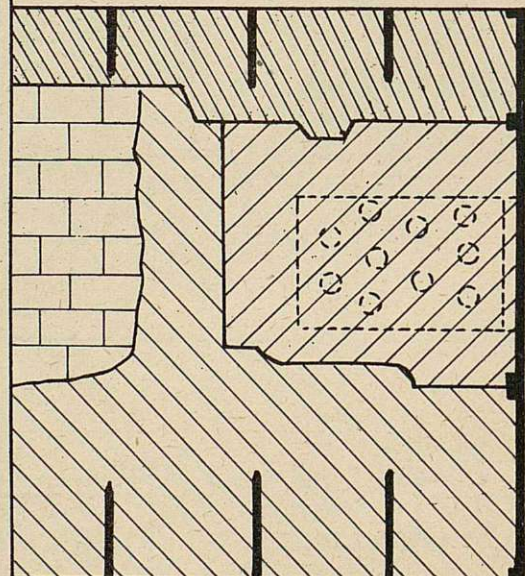
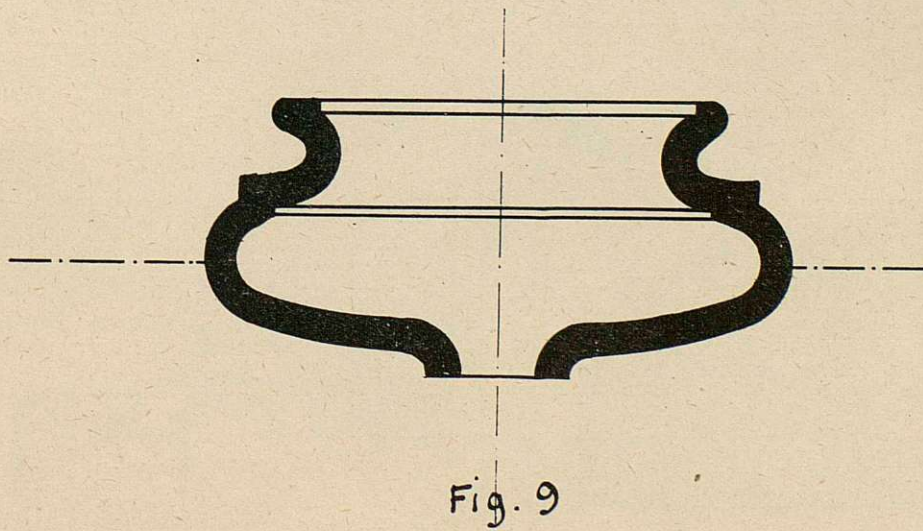
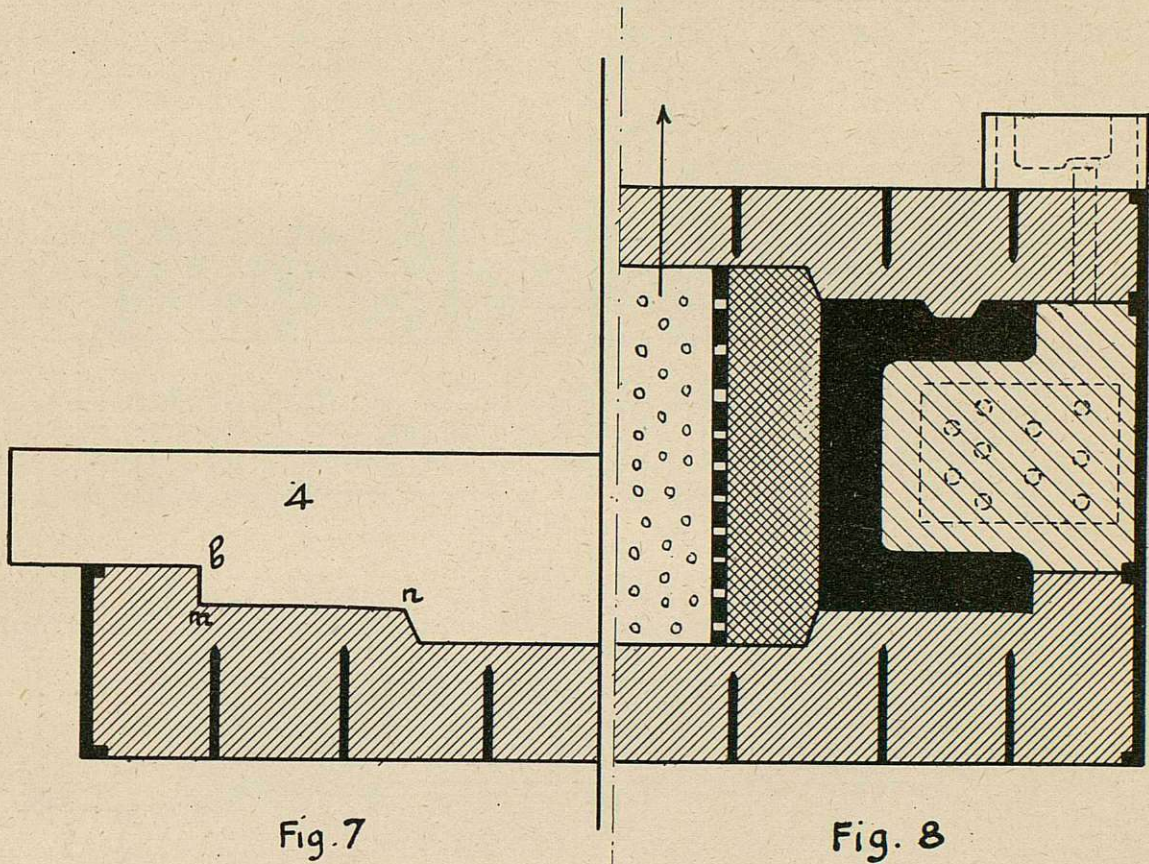


Fig. 5



Le noyau intérieur est troussé séparément sur lanterne. On passe la couche, et on étuve. Le moule est remmoulé et prêt à la coulée (fig.8).

TROUSSAGE D'UN VASE.-

Soit à trousser le vase dont la coupe transversale est donnée fig.9.- Ayant emballé le dessous on vient trousser le profil a b c d e avec la planche P (fig.10). Puis la planche P' étant progressivement déplacée dans le sens de la flèche, on troussé la partie en contre dépouille (fig.11).

Ce troussage terminé on bat les pièces battues m et on les arme solidement. Ces pièces doivent être prévues pour se démouler latéralement. Elles sont elles-mêmes troussées suivant f g h au moyen de la planche P " (fig.12) pour former joint.

On serre le dessus (fig.13) on le démoule, on retire les pièces battues, et au moyen des planches P et P' sur lesquelles on rajoute une petite planche dont la largeur est égale à l'épaisseur de la pièce on découpe dans le noyau l'épaisseur de la pièce e (fig.14) .

Il suffit après étuvage de remettre les pièces m en place de fermer le dessus et de couler la pièce. Le croquis du moule fermé est donné (fig.15).

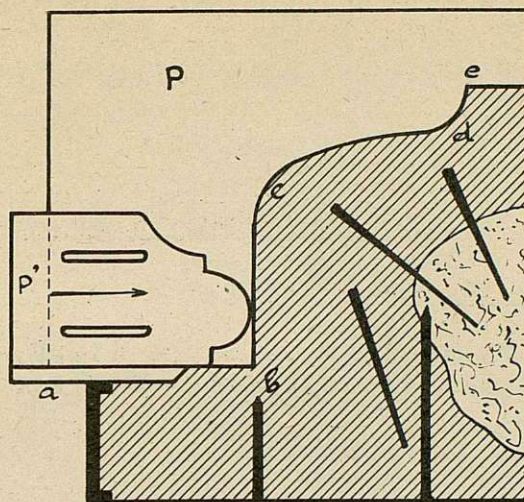


Fig. 10

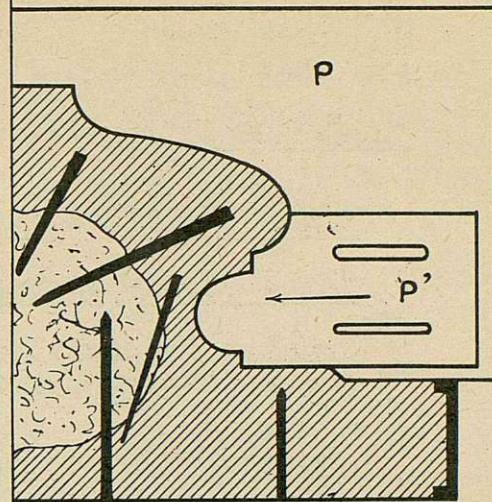


Fig. 11

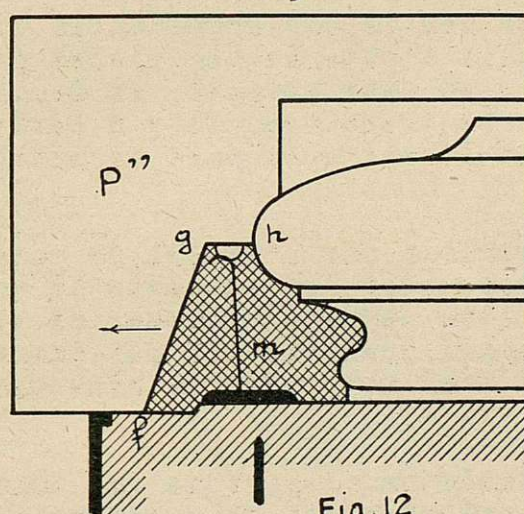


Fig. 12

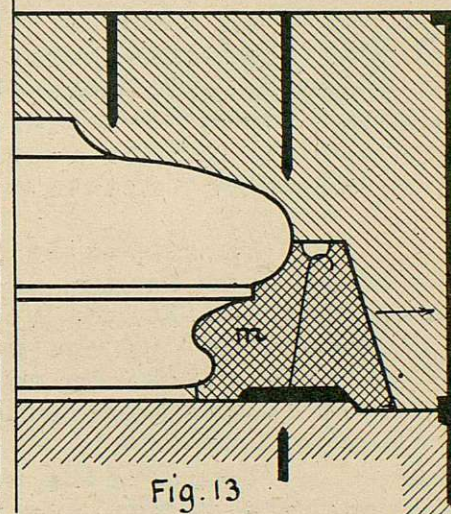


Fig. 13

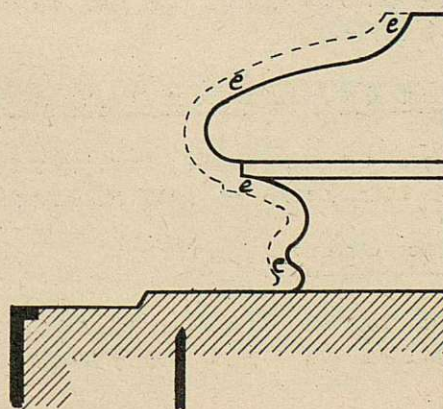


Fig. 14

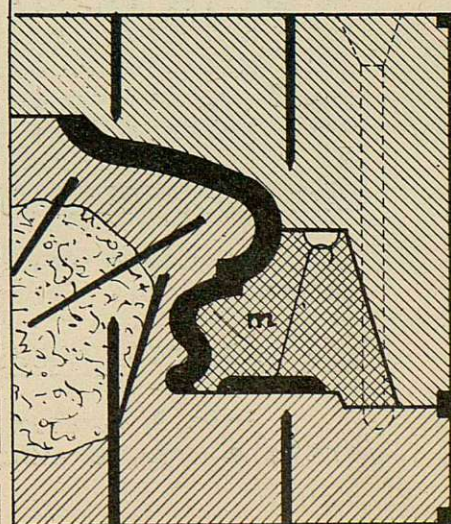


Fig. 15

Leçon 36 -Etude détaillée des différents genres de moulage (suite)Catégorie du moulage en sable étuvé.-

Grandes spécialités du moulage en sable étuvé.- Moulage en sable d'étuve par règles et calibres.- Moulage sur carcasses.-

--oOo--

MOULAGE EN SABLE D'ETUVE SUR CARCASSES. PAR REGLES ET CALIBRES

On a vu au cours des leçons précédentes que le moulage au trousseau permettait d'obtenir des pièces de diverses formes relativement simples sans modèles, en découpant le sable au moyen de calibres de troussage. Il y a certaines formes de pièces qui ne peuvent être troussées et la méthode se trouve alors en défaut.

On résoud le problème par l'emploi de carcasses. On désigne sous le nom de carcasses des éléments de modèles qui donnent les formes que l'on ne peut trousser et qui servent en outre de surface d'appui pour obtenir par troussage le reste de la pièce. On voit très nettement le rôle que joue la carcasse dans ce genre de travail.

Comme cette méthode ne s'applique que dans les cas où le nombre de moulages à exécuter est très restreint, la carcasse est construite légèrement en bois bon marché et cette méthode de moulage demeure très intéressante et très économique à condition d'avoir une main d'oeuvre assez experte susceptible de lire exactement un dessin, car tout modèle carcasse est accompagné du dessin de la pièce pour qu'on sache comment les calibres doivent être utilisés.

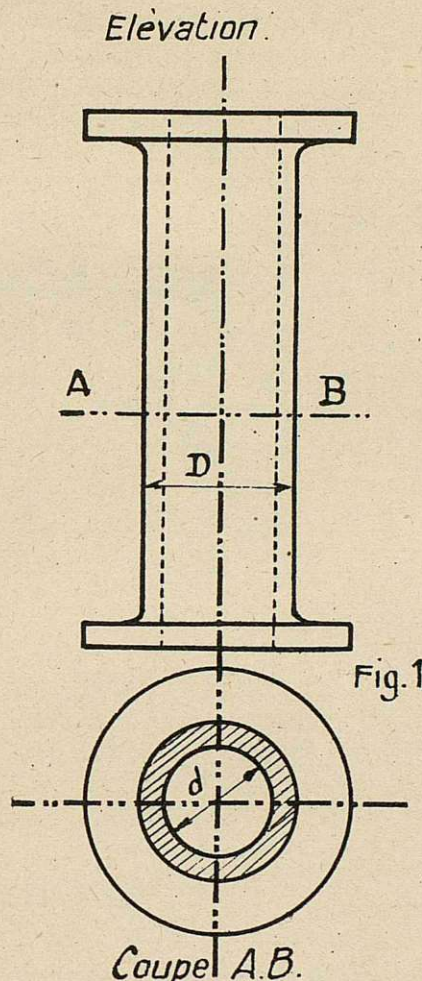
DIFFERENTS EXEMPLES DE MOULAGE SUR CARCASSES.-

Quelques exemples de moulage sur carcasses pour des pièces assez simples feront comprendre les notions qui précèdent.

MOULAGE D'UNE TUBULURE SIMPLE.-

Soit à mouler un tuyau droit cylindrique terminé par une bride à chaque extrémité et dont le croquis est donné fig. I.

On ne peut songer à faire la dépense d'un modèle pour le mou-



lage d'une seule pièce, en admettant bien entendu que ce tuyau soit d'assez grandes dimensions ; pour fixer les idées :

(Diamètre extérieur = 600mm
(Longueur totale = 2m,500

Le modèle est remplacé par une carcasse constituée des deux brides B lesquelles sont coupées suivant le joint et des règles gabarit A donnant l'écartement des deux brides fig.2 On emballe les deux brides B et l'on fait le joint. On vient découper le sable au moyen du calibre fig.3, en s'appuyant sur les règles A.

On démoule les demi-brides inférieures et les demi-portées correspondantes, on met en place le noyau et on vient disposer aux emplacements nécessaires les demi-brides supérieures qui sont découpées au diamètre du noyau. On constitue donc ainsi un vé-

ritable modèle sur lequel on vient serrer le dessus, puisque le noyau a été troussé de la manière suivante :

- a) - troussage au diamètre intérieur d de la pièce,
- b) - après séchage ce noyau a été rechargé d'une couche de terre troussée, telle que le diamètre du noyau soit le diamètre D de l'extérieur de la tubulure.

Le moule emballé se présente alors comme l'indique la fig.4. On démoule le dessus, on retire avec soin le noyau ; on détruit avec précautions l'épaisseur de terre précédemment rapportée, ce qui ramène le noyau au diamètre d , diamètre intérieur de la pièce. Il suffit de terminer ensuite le moule comme d'habitude.

Fig. 2
Plan du dessous

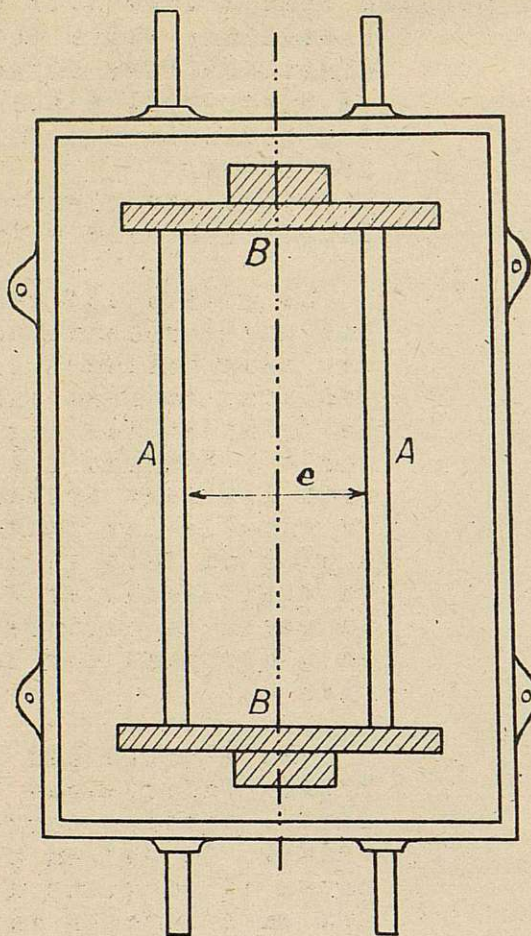
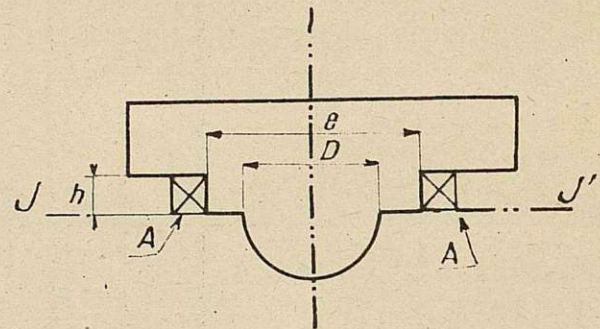


Fig. 3
Calibre pour trousser
l'extérieur du moule



LÉGENDE

- A. Règles gabarit*
- B. Brides avec portées*
- G. Epaisseur rapportée sur le noyau*
- L. Lanterne*
- N. Noyau*
- D. Diamètre extérieur du tuyau*
- e. Ecartement des règles gabarit*
- h. Epaisseur des règles gabarit*
- JJ'. Joint de moulage*

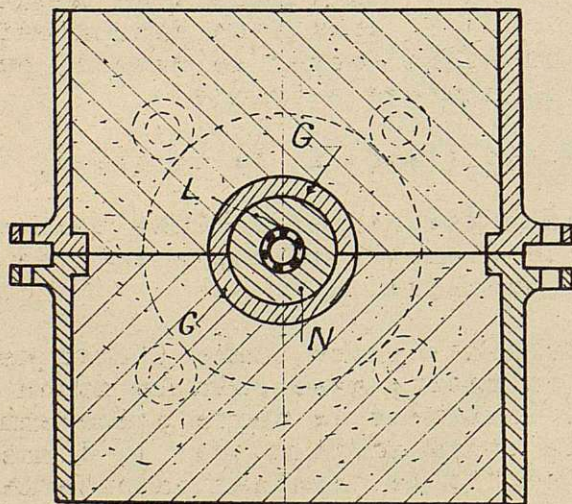


Fig. 4

Coupe transversale du moule emballé.

On pourrait craindre que la méthode qui vient d'être décrite ne s'applique qu'à des pièces de forme simple pour lesquelles le noyau intérieur est obligatoirement troussé sur lanterne; on pourrait croire qu'il est impossible d'obtenir une pièce par cette méthode si le noyau intérieur ne peut être troussé sur lanterne. Une légère variante dans la réalisation permet d'obtenir ainsi des pièces noyautées de formes plus complexes; la méthode qui va être indiquée maintenant est de beaucoup la plus générale.

MOULAGE D'UNE TUBULURE COUDEE.-

Il est évident que la méthode précédemment examinée est en défaut pour la tubulure représentée ci-contre fig.5. Nous ne pouvons plus trousser le noyau à l'extérieur du moule, il faut le trousser dans le moule lui-même.

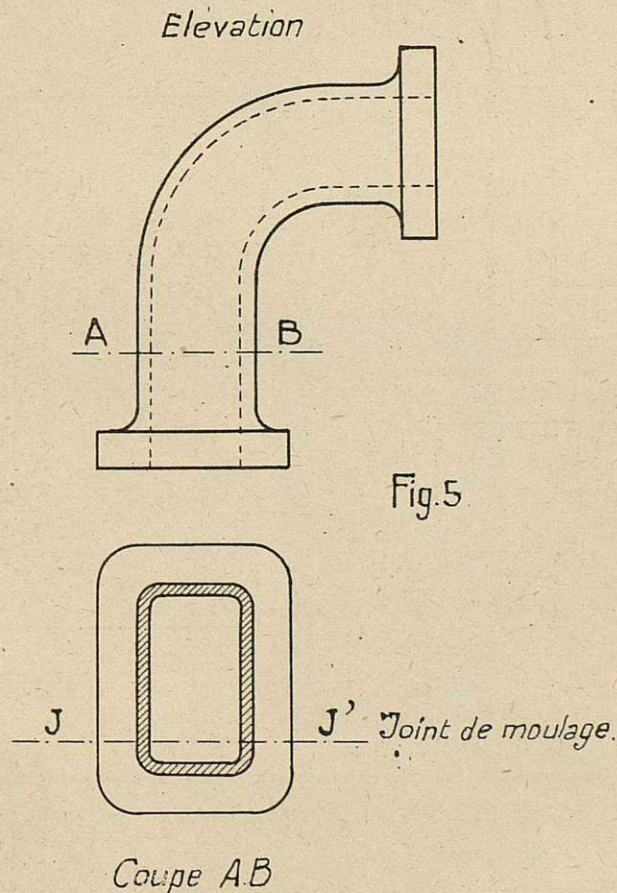


Fig.5

Le joint de moulage étant pris en J J', la carcasse est constituée par 2 règles gabarit G G', deux morceaux de brides D et leur partie complémentaire D', en deux exemplaires également; l'ensemble est disposé comme l'indique la fig. 6. On serre un dessous et on emballe les deux brides D. A ce moment avec le calibre n°1 en s'appuyant sur G et G' on vient découper dans le dessous une véritable boîte à noyau en sable fig.7.

Cette boîte à noyau permet le serrage du noyau N (fig.8);

on procède à celui-ci de façon que le noyau dépasse le joint d'une hauteur légèrement supérieure à la hauteur h découpée par le calibre n°2. On trousse alors avec le calibre 2. Les dimensions de ce dernier correspondent aux côtes de l'extérieur de la pièce et non de l'intérieur. On obtient ainsi un véritable modèle en sable, de la pièce, sur lequel on vient disposer les deux parties de brides D' (fig.9).

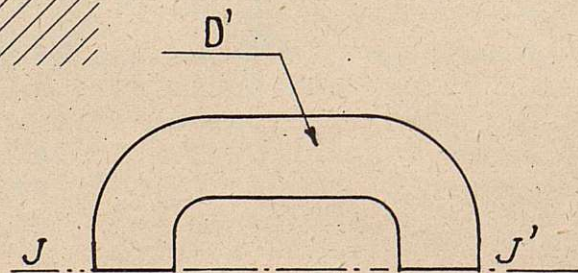
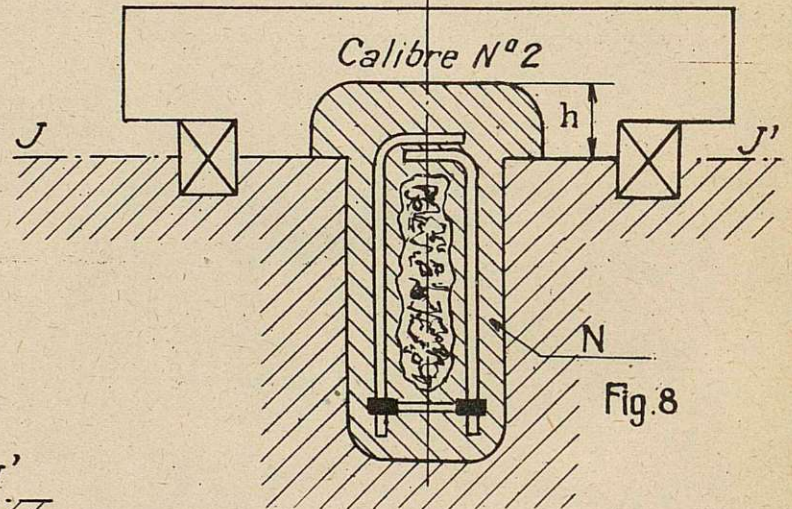
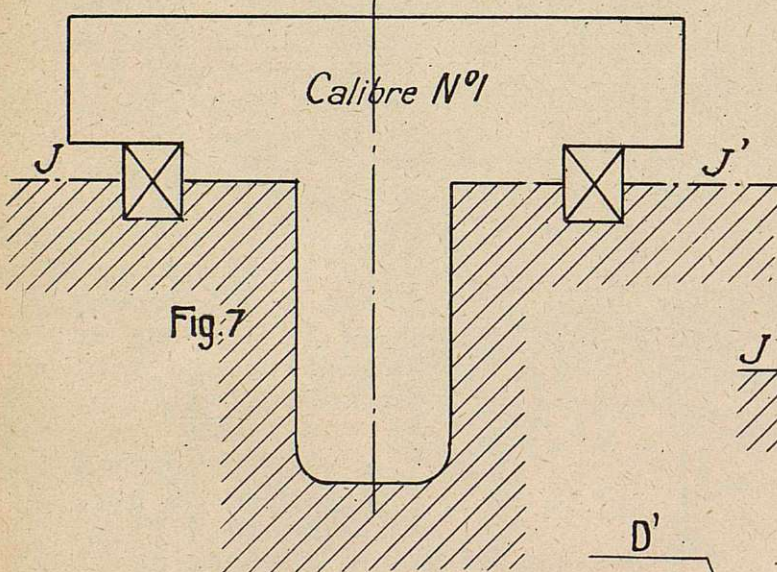
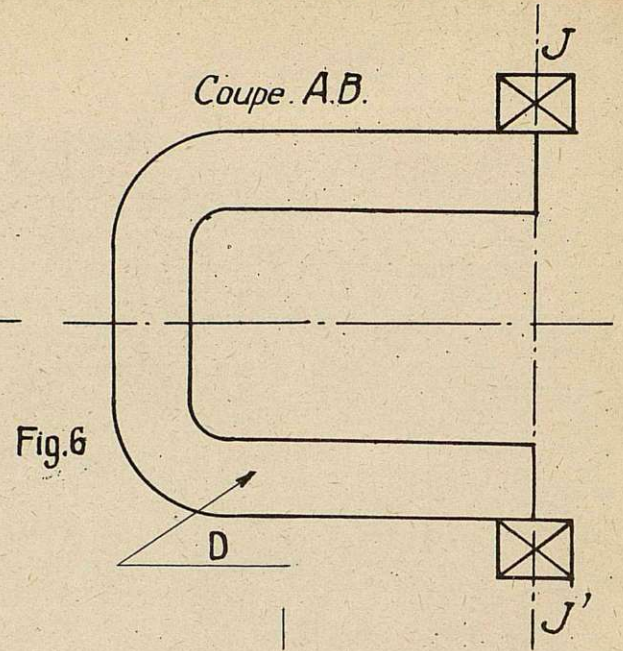
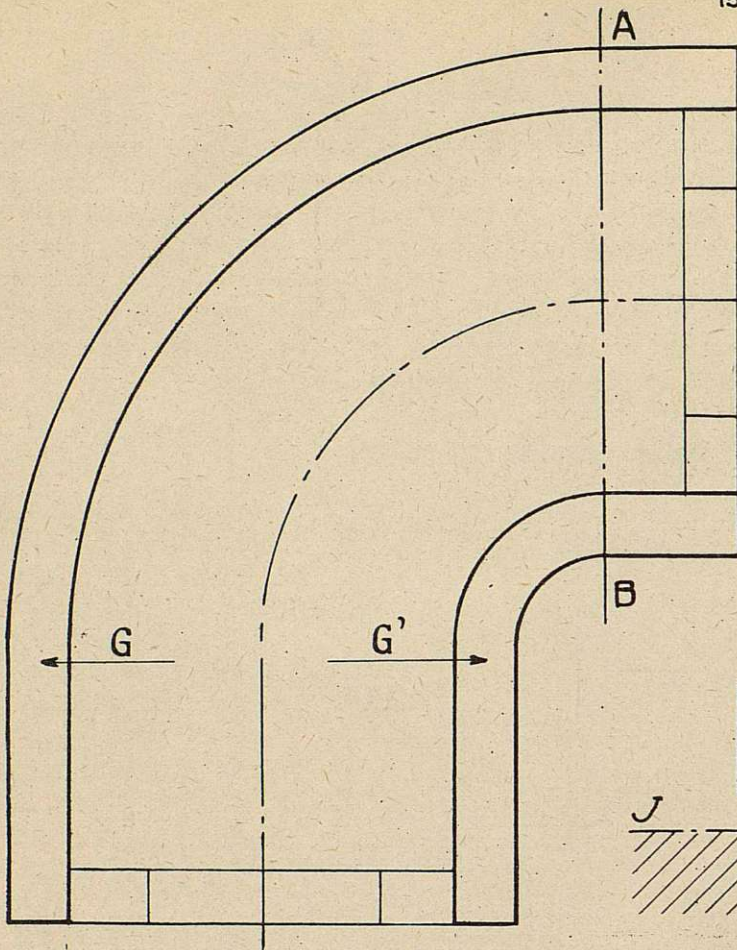


Fig. 9

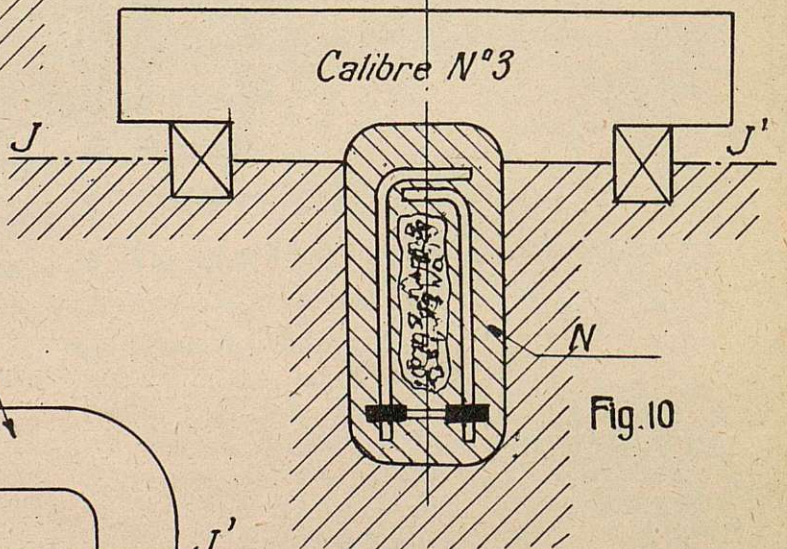


Fig. 10

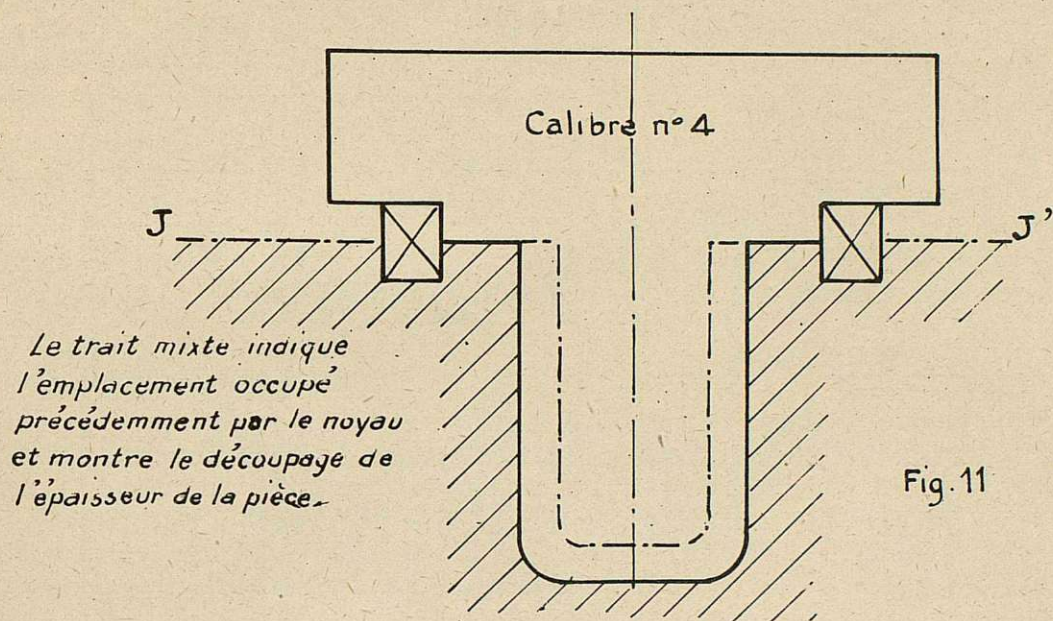


Fig. 11

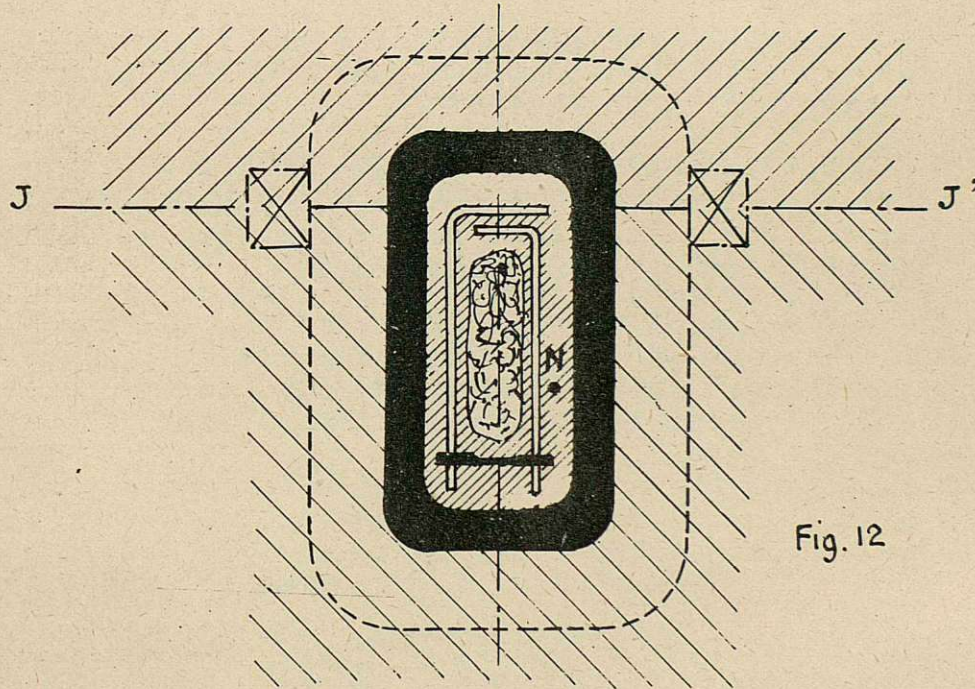


Fig. 12

— LÉGENDE —

JJ' = Joint de moulage

G,G' = Règles gabarit

N = Noyau

D,D' = Brides

On serre le dessus et on l'enlève. Au moyen du calibre n°3, on enlève sur la partie de noyau située au dessus du joint l'épaisseur de la pièce fig.10 ; le noyau est donc entièrement terminé. Il est retiré avec de grandes précautions de sa boîte à noyau de sable et terminé en dehors du moule.

Il suffit alors de découper dans le dessous, qui nous a servi de boîte à noyau précédemment, l'épaisseur de la pièce au moyen du calibre n°4 (fig.11) pour finir de réaliser les formes de la pièce. La coupe transversale du moule fermé, terminé par les méthodes habituelles est donnée fig.12.

CAS PARTICULIER.-

Lorsque les formes de la pièce le permettent on peut se dispenser de la carcasse et exécuter le moulage entièrement par règles et calibres. La méthode demeure la même : on trousse en sable le modèle de la pièce au dessus du joint, on serre sur ce modèle une partie ; il reste à découper le modèle et le dessous de telle façon que la fermeture du dessus réalise la pièce.

Les calibres et gabarits étant fournis, le mouleur doit donc posséder une connaissance parfaite du dessin pour utiliser ceux-ci à bon escient.

Ce cas particulier permet de réaliser une économie fort importante sur le modèle. Il s'applique la plupart du temps à des pièces dont les formes sont rectilignes : batis simples, socles de machines, etc...

Leçon.36^{bis} —

Etude détaillée des différents genres de moulage (suite)

Moulage en terre - Emploi - Avantages - Inconvénients -
Matières premières - Outillage - Armatures - Ancrage.-

--oOo--

MOULAGE EN TERRE.-

GENERALITES - AVANTAGES ET INCONVENIENTS.-

Le moulage en terre a pris naissance en Belgique vers le milieu du XIXème siècle. A l'heure actuelle, ce mode de moulage est plutôt en déclin par suite de la diminution de la qualité de la main d'oeuvre.

Le moulage en terre est employé lorsque le moulage est de longue durée et qu'on veut supprimer ou réduire l'emploi de modèles, même pour des pièces de formes quelconques. Les moules en terre sont plus solides, plus faciles à remmouler; ils se comportent mieux à l'air, reprennent moins l'humidité et résistent mieux à l'action du métal.

En dehors de la suppression du modèle les particularités du moulage en terre sont l'emploi d'un matériau spécial appelé terre, et qui sera examiné plus loin, et le remplacement de tout ou partie des châssis par des maçonneries en briques, armées par des cercles, des colonnes, des poteaux en fonte ou en fer. On économise ainsi un matériel lourd et coûteux.

Ajoutons que dans certains cas les moules en terre peuvent être totalement ou partiellement réutilisés, avec des réparations plus ou moins importantes, ce qui conduit évidemment à une économie sur le prix du moulage.

En résumé, on peut dire que le moulage en terre présente les avantages suivants : économie de frais de modèles et de châssis, plus grande sécurité dans la réussite et plus bel aspect de la pièce. Par contre il implique la nécessité absolue d'avoir un personnel spécialiste, compétent, connaissant parfaitement le dessin et sachant résoudre les difficultés plus grandes d'exécution qu'il présente.

MATIERES PREMIERES.-

On utilise pour le moulage en terre deux sortes de matériaux : les briques et la terre.

Les briques employées sont :

- a) - les briques d'argiles ordinaires, briques rouges, qu'on trouve dans toutes les contrées et qui servent à bâtir la maçonnerie extérieure des moules.
- b) - les briques en terre exécutées à l'usine même, dans des moules rudimentaires et séchées dans les étuves. Elles sont constituées par un mélange de vieux sable de fonderie, de sable neuf et de quelques ingrédients, crottin, paille hachée, poussier de coke ; elles remplacent les briques rouges ordinaires dans les parties délicates de la maçonnerie et surtout dans les maçonneries de noyaux.

La terre est un matériau qui ressemble au sable, est beaucoup plus humide et contient toujours soit du crottin, soit du poussier de coke, etc... Cette terre ne possède avant séchage aucune consistance ; elle ne peut être serrée par les outils habituels : de là le mode de travail qui sera exposé plus loin.

La terre s'utilise sous deux formes : la terre dure et la terre molle.

- a) - La terre dure est celle qu'on plaque directement sur la maçonnerie de briques et qui sert par conséquent à obtenir l'ébauche du moule.
- b) - la terre molle est celle qui sert à finir le moule et à obtenir les surfaces à peu près lisses.

Pour maçonner les briques et les assembler entre elles on utilise quelquefois la terre à bâtir qui diffère des précédentes en ce qu'elle contient beaucoup moins de sable neuf.

D'une manière générale la terre dure et la terre molle sont un mélange aussi homogène que possible de vieux sable de fonderie, de sable neuf de carrière et d'ingrédients divers destinés à lui donner sa qualité primordiale : la perméabilité. Ces deux terres sont généralement de composition à peu près identique, seule la teneur en eau de la terre molle est plus élevée. Quelle qu'en soit la composition, la terre à mouler doit posséder deux grandes qualités : elle doit être très réfractaire et très perméable.

OUTILLAGE.-

Le petit outillage nécessaire au moulage en terre ne diffère pas sensiblement de celui dont on se sert par ailleurs, étant entendu que les fouloirs et pilettes sont inutiles pour le serrage de la terre. Néanmoins il est nécessaire d'avoir : des règles en acier bien dressées qui servent à établir les couches inférieures; des règles en bois dur de différentes longueurs, divers jeux d'équerre, des fils à plomb, etc...

ARMATURES.-

La première chose à examiner lors de la fabrication des armatures pour les moules et les noyaux d'un gros moulage en terre est la suivante :

" Les armatures ne devront gêner en aucune façon le retrait de la pièce, ce qui pourrait causer des criques et même des bris de pièces ".

On peut s'inspirer des quelques précautions suivantes :

- a) - mettre toutes les fois que cela est possible, l'armature en dehors des parties de fonte qui vont se contracter, le retrait s'exerce alors uniquement sur la maçonnerie en terre beaucoup moins résistante.
- b) - si l'armature ne peut que s'enfermer dans la pièce, il faut laisser entre elle et l'intérieur de la pièce un espace de plusieurs centimètres ; on entoure l'armature de tresse de paille et on ne met sur cette tresse que de la terre.
- c) - dans tous les cas où ces précautions ne seront pas jugées suffisantes, il ne faudra pas hésiter à dégager la partie du moule ou du noyau qui gêne le retrait jusqu'à l'armature, et casser en partie celle-ci ; ce travail doit être fait dès que la pièce sera figée et toujours avant que le retrait ait commencé de se produire.

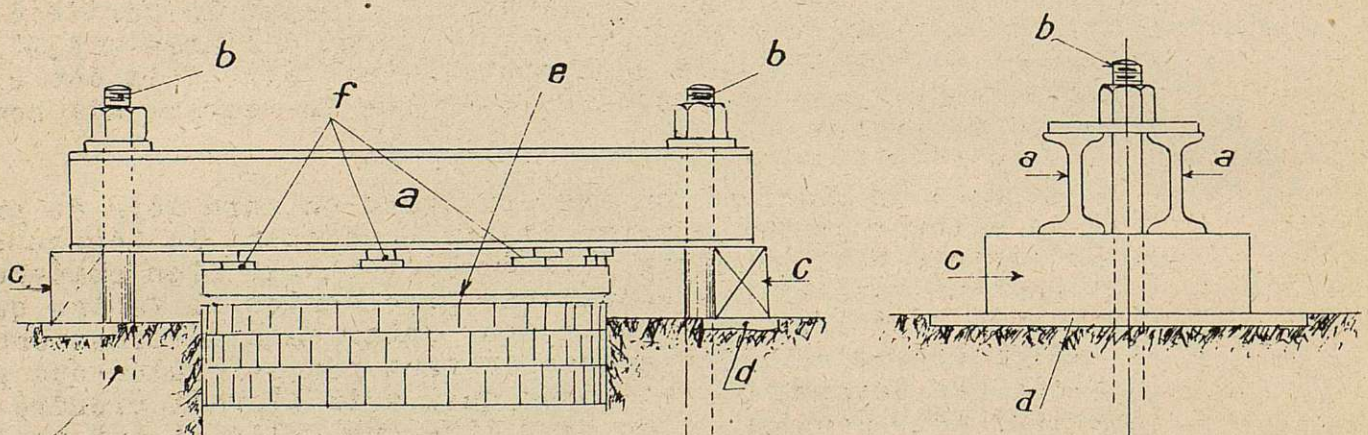
Lors de la fabrication des armatures on aura soin de prévoir le débouillage des noyaux, et par conséquent le dégagement et la rupture de l'armature lors de l'ébarbage. Bien entendu tout en satisfaisant aux conditions précédentes il faudra que l'armature soit très résistante pour subir sans déformations les efforts considérables engendrés tant par la coulée que par le poids des noyaux. On voit donc quel soin il faut prendre dans leur détermination : on peut dire que celle-ci est de la plus grande importance pour la réussite des moulages en terre.

Les armatures pour grosses pièces sont généralement composées d'une ou de plusieurs assises ou couronnes principales en fonte et de tiges de fer noyées dans la fonte. Si les formes sont simples on trace directement l'armature sur une couche en sable dressée, sur laquelle elle est coulée ; si les formes sont compliquées on fait avec des lattes un modèle grossier de l'armature, on en trace le contour ; de toute façon on coule à découvert.

ANCRAGES.-

Les pressions qui s'exercent dans les moules de grosses pièces lors de la coulée sont souvent considérables. Il serait généralement impossible de les charger à la manière ordinaire d'une façon suffisante. On résout le problème au moyen des ancrages et des fosses de coulée. Les fosses de coulée sont des grands trous creusés dans le sol de la fonderie : au moment de la coulée on descend le moule dans la fosse (s'il a été fait en dehors de celle-ci) et on vient serrer du sable tout autour, ce qui lui permet de résister aux pressions latérales.

Au fond de la fosse sont disposés de grands rails ou bien une plaque de fonte, un grand chassis sur lesquels viennent prendre appui les crochets de grandes barres de fer appelées tirants d'ancrage. Ces tirants d'ancrage dépassent le niveau du sol et permettent de venir bloquer le dessus du moule au moyen de fers I et d'écrous ainsi que l'indique la figure 1. Cette disposition permet de supprimer complètement l'emploi des poids de charge.



Partie supérieure d'un ancrage

- | | |
|--|--------------------------------|
| a - Poutres en fer I | b - Plateau supérieur du moule |
| b - Tirants d'ancrage fixés dans le fond de la fosse | f - Gales à coins |
| c - Gales épaisses en bois dur reposant sur le sol de la Fonderie par l'intermédiaire d'une plaque en tôle d | |

sable serré autour
du moule dans la
fosse

Leçon 36^{ter}Etude détaillée des différents genres de moulage (suite)Moulage en terre (suite) - Examen pratique - Application.-

--000--

REALISATION PRATIQUE DU MOULAGE ET DU NOYAUTAGE EN TERRE.-

Une des considérations primordiales est celle qui consiste à assurer, dans toutes les parties des moules et noyaux une évacuation parfaite et la plus rapide possible des gaz. On commence par la préparation soigneuse de la partie inférieure sur laquelle reposera le moule. Pour cela, on creuse plus bas que le niveau inférieur de la pièce, on prépare un lit de morceaux de coke ou de laitiers durs qui laisseront entre eux de larges espaces. Puis on pose deux règles bien de niveau et à un écartement de 60 à 80 c/m plus grand que la largeur de la pièce, et à même sur le lit de coke ou de laitier des briques d'argile, de champ, espacées entre elles de 15 m/m environ, (se servir de règles pour obtenir une assise supérieure de briques à peu près droite).

Il ne faut pas mettre de mortier entre ces briques, mais seulement du poussier de coke. Cette assise obtenue, on la garnit d'une épaisseur de 25 à 30 m/m de terre dure que l'on crible de trous d'air. Puis on met la terre à chape ou terre molle que l'on trousse avec une règle transversale reposant sur les deux premières. On séchera pendant une nuit cette assise inférieure qui servira à poser les carcasses ou les éléments de modèles, ou qui permettra de tracer les contours inférieurs de la pièce à maçonner.

Tout autour de cette maçonnerie d'assise, on crée un canal de 15 à 20 cm de largeur garni de poussier de coke un peu plus gros; aux 4 coins au moins de ce canal, on place de gros tuyaux venant déboucher au sol de la fonderie et qui ont pour mission de permettre une évacuation facile de tous les gaz de la partie inférieure.

Au fur et à mesure que le moule se monte, prévoir en plusieurs endroits des espaces libres dans lesquels on met du coke et auxquels on fait aboutir les trous d'air ou passages d'air que l'on ménage au fur et à mesure à l'extérieur du moule.

Au point de vue particulier de la maçonnerie et du recouvrement en terre de celle-ci, ne pas oublier de tirer de l'air entre les joints des briques, dans l'épaisseur de terre qui les rélie. Dans la terre dure appliquée sur les briques ou seule, sur certaines surfaces, tirer de nombreux trous d'air. Seule la terre molle qui finit les surfaces ne recevra pas de trous d'air. Au contraire, elle couvre d'une couche mince mais suffisante les trous qui sont tirés dans la terre dure et ceci est nécessaire pour éviter des irrptions de fonte dans les trous d'air, sous les pressions quelquefois très grandes que subissent certaines parties du moule.

Dans le cas de gros noyaux en terre qui en plus d'un dégagement parfait des gaz devront pouvoir se contracter au moment du retrait de la pièce, il est bon de mettre à des intervalles réguliers, en montant les briques et entre elles des parties de torche de paille fine. Cette torche brûle au séchage laissant ainsi de gros orifices de dégagement des gaz et sous la pression donnée par la pièce au moment de son retrait, les briques pourront se resserrer plus facilement évitant ainsi des tensions intérieures dangereuses.

Lors de la construction du moule en terre à l'aide de planches à trousser ou de gabarits, la terre dure est appliquée, sur la maçonnerie, (ou sur la fonte des outillages spéciaux), sous forme de boules que le mouleur étend avec ses doigts en suivant à peu près la forme de la pièce. La terre molle est troussée.

Il en met une hauteur un peu supérieure à celle qui est nécessaire puis passe trousses ou gabarit pour enlever l'excédent. En faisant ceci, on provoque des arrachements qui peuvent être la cause de dartres ou galles importantes. En effet quoique la terre molle bouche ensuite ces arrachements il peut se faire que certains soient bouchés incomplètement et forment alors des poches a où viendront s'accumuler air et gaz. fig. I.

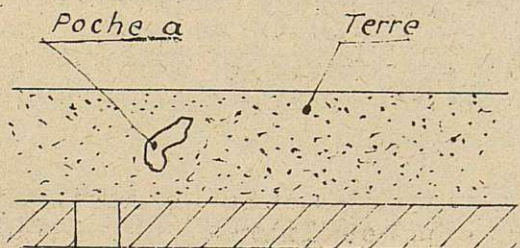


Fig I

Si ceux-ci, pour une raison quelconque n'ont pas un libre passage à l'extérieur, ils se dilateront au moment de la coulée, crèveront la couche supérieure de terre ou la soulèveront et occasionneront ainsi une galle. Ainsi ce défaut excessivement grave, qui ne devrait jamais arriver dans le moulage en terre,

se produit-il au contraire assez souvent. Il faut donc, au lieu de former le moule en arrachant avec la trousse ou le gabarit se tenir légèrement en dessous, plaquer la terre dure toujours perpendiculairement à la surface et ne promener la trousse que sur la terre molle. Ces précautions étant observées, si le moule est séché convenablement et que les dégagements des gaz soient très bien assurés, on n'aura jamais de galles avec le moulage en terre.

L'attention du mouleur doit aussi être attirée sur l'importance qu'il y a d'assurer une liaison intime entre les différentes couches de terre. On aura soin de faire sur la première couche, des stries assez profondes et de s'assurer que la terre de deuxième couche pénètre bien dans ces stries pour former des surfaces d'attache sérieuses et réaliser ainsi une liaison efficace entre les couches.

Lorsque moules, parties de moules ou noyaux ont été terminés par mise au gabarit ou trousse de la dernière couche de terre molle, ils sont séchés. Après séchage il convient de rendre lisses les différentes parois. Pour cela on se sert de feuilles de papier de verre un peu usé, monté sur des planchettes et on ponce en somme la surface du moule. Les aspérités, les grains disparaissent et l'on obtient ainsi des surfaces propres. S'il existe des crevasses il faut soigneusement les boucher. Les parties qui auront pu être abimées à l'étuve seront soigneusement raccordées. Enfin on apportera un soin tout spécial à vérifier la propreté des coulées. La pièce et le noyau sont ainsi prêts au séchage définitif.

Cette dernière opération doit être faite très soigneusement et poussée très à fond. Les procédés utilisés sont les mêmes que pour le moulage en sable. Tous les noyaux ou parties de moules amovibles sont mis à l'étuve et laissés le temps nécessaire pour un séchage parfait. Les moules en fosse seront séchés à l'aide de fours sécheurs. Quelquefois enfin on utilisera encore le moyen primitif des paniers à coke, dans certaines parties peu accessibles.

Lorsqu'un moule est maçonné dans une fosse, il est nécessaire de sécher cette maçonnerie à l'extérieur, lorsque le moule est à peu près terminé. Ce séchage sera entretenu jusqu'au moment où l'on sera prêt à fermer le moule et à serrer du sable entre la maçonnerie et la fosse.

Avant de passer le moule au noir, il est bon de le remouler et de vérifier les épaisseurs. Malgré tous les soins pris, il arrive que ces épaisseurs sont différentes des cotes à obtenir et il faut rectifier. S'il faut râper, l'opération

est facile. Si, au contraire, il faut rapporter de la terre, il y a lieu de prendre de grandes précautions. Pour cela mouiller assez fortement la partie à renforcer, enfoncer des pointes de mouleurs de 60^m/_m environ, espacées de 30 à 35 m/m à peine et dépassant de la surface primitive de la hauteur de la terre à rapporter. Plaquer alors l'épaisseur de terre convenable, en ayant soin d'obtenir une liaison parfaite avec l'ancienne. Puis sécher progressivement à feu doux, raccorder et finir.

Il y a avantage au point de vue du décapage des pièces à ne passer aucun enduit isolant avant séchage définitif. Celui-ci devant être poussé très loin, l'enduit s'il est passé avant séchage est grillé et ne peut jouer son rôle d'isolant. On obtient ainsi des pièces vilaines, décapant très mal et dans lesquelles certaines parties sont rongées par la fonte. Dans la grosse pièce si on passe le noir tant que le moule est encore chaud on peut quelquefois se dispenser de sécher à nouveau, si on a quelques craintes on peut sécher légèrement l'ensemble après passage du noir de façon à ne pas brûler ce dernier.

On doit porter une attention spéciale aux bavures qui peuvent subsister après remoulage et qui, dans la grosse pièce sont parfois fort importantes. Il n'en faut quelquefois pas plus pour empêcher un retrait normal et provoquer une cassure, une crique ou une déformation. Il est nécessaire de les diminuer en épaisseur le plus possible et souvent de les dégager et de les casser à chaud.

Quant aux noyaux, il arrive très souvent que l'on est obligé de les dégager à chaud même si l'on a pris toutes les précautions que nous avons signalées plus haut pour les armatures ou pour le montage du noyau lui-même. Ce sera souvent le seul moyen d'éviter des ennuis.

Nous ferons une mention spéciale pour les gros noyaux circulaires. On est quelquefois étonné de se trouver en présence de pièces qui ne sont plus à section circulaire après coulée, quoiqu'elles aient été parfaitement troussées. Cela provient souvent d'un mauvais dégagement avant retrait. Le cas est surtout fréquent dans les pièces à grandes dimensions mais de faibles épaisseurs, telles que les tambours de cardes, les tambours pour machines à papier, etc... il est absolument indispensable pour ces pièces de faire trois saignées verticales sur toute la hauteur du noyau, mais encore faut-il que ces saignées soient bien à 120°. De cette façon la contraction se fait de façon bien uniforme et la pièce obtenue est très régulière.

APPLICATION.- MOULAGE D'UNE CUVE HEMISPHERIQUE.-

A.- Représente la coupole en fonte servant de partie de dessus. Il faut remarquer les picots venus de fonte et qui ont pour but de retenir les 25m/m d'épaisseur de terre plaqués sur la coupole A ; à remarquer également les nombreux trous qui servent au dégagement rapide des gaz.

La crapaudine L reçoit un arbre de trousseau, lorsque la coupole est retournée, pour le troussage de la partie concave de la cuve.

C.- Lit de briques à plat, entre lesquelles on laisse des joints de 10 m/m environ. Ces briques sont maçonnées avec une terre molle comprenant une forte proportion de coke broyé.

D.- Lit de briques de champ formant l'assise principale. Entre ces briques on met seulement du coke passé au tamis.

E.- Lit de coke damé formant la " paillasse ". Tous les gaz de la partie inférieure du moule s'échappent donc, (en dépression constante) à travers :

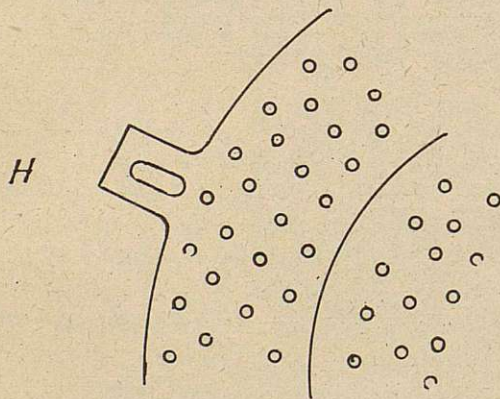
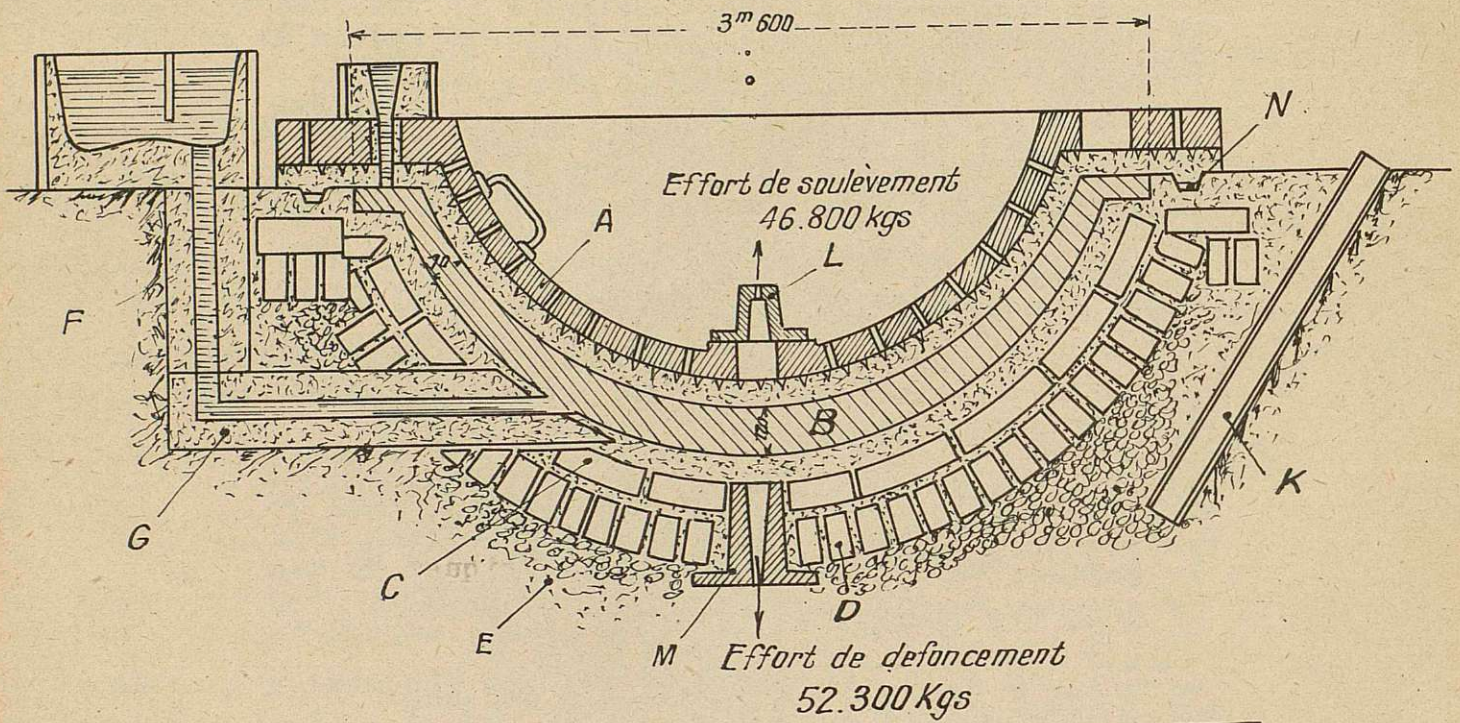
- 1° - la terre des joints du lit de briques C.
- 2° - le coke des joints du lit de briques D.
- 3° - le lit de coke E.
- 4° - les 4 ou 6 gros tuyaux K qui les évacuent à l'extérieur.

F.&G.- Coulées en briques de terre et terre préparées d'avance et séchées, mises dans le moule au moment de sa construction. Il faut avoir bien soin de les nettoyer et les souffler à fond avant le remoulage définitif.

H.&I.- Représentant des détails de la coupole en fonte. H sont les oreilles au nombre de 6 qui correspondent aux ancrages pris dans le sol. Des tirants sur lesquels viennent se visser des écrous hauts passent dans ces boutonnières. I sont les oreilles verticales servant à retourner facilement la coupole. On passe un axe de 80 dans le trou de 90 venu de fonte, le crochet du pont venant prendre appui directement sur cet axe.

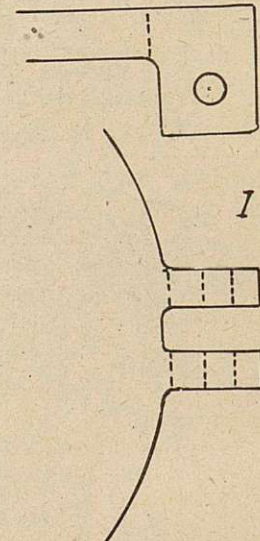
M.- Crapaudine posée dans le sol et servant à trousser la partie inférieure du moule.

Cuve hémisphérique : 5500 Ks.



LÉGENDE

-  *Outillages*
-  *Pièce*
-  *Brique*
Terre, coke etc..



Aucune précaution spéciale n'est à prendre pour placer les deux crapaudines. L & M. Il suffit de prévoir sur les planches à trousser les emboîtements mâle et femelle N qui servent au moment du remmoulage, à centrer parfaitement, l'une par rapport à l'autre les deux parties du moule. Pour équilibrer les efforts de soulèvement on boulonne solidement la coupole sur les six tirants d'ancrage.

Leçon 37_Etude détaillée des différents genres de moulage (suite)

Notes générales sur les fabrications artistiques.- Fonte plate ciselée - Moulage de la fonte spéciale - Fontes à pièces : groupes - statuettes - monuments.-

--oOo--

GENERALITES.-

Les moulages d'art font appel pour leur exécution à une collaboration de l'artiste créateur de l'oeuvre à mouler, et du mouleur. La valeur professionnelle de ce dernier doit être très grande ; elle doit être complétée par une dextérité, une habileté manuelle aussi développée que possible. L'oeuvre d'art doit en effet, au sortir du moule s'identifier d'une façon absolue avec le modèle pour en respecter l'interprétation et faciliter le travail du ciseleur.

Aussi les détails aussi fins soient-ils doivent venir très nets de fonderie ; aucune variation, aucun défaut superficiel ne sont admissibles ; les coutures ou bavures, nombreuses par suite de l'emploi sur une grande échelle des pièces battues, doivent être très fines pour ne pas déformer la pièce. L'énoncé de ces conditions les plus importantes fait entrevoir les difficultés de la réalisation et les précautions qui doivent être prises au cours de celle-ci.

Les moulages d'art s'exécutent habituellement en fonte et en bronze. Dans tout ce qui va suivre on s'occupe principalement des moulages d'art en bronze de beaucoup les plus appréciés ; les principes généraux demeurent les mêmes.

On distingue diverses spécialités qu'on peut classer d'après les catégories suivantes :

- la fonte plate ciselée : toutes les pièces qui constituent cette catégorie sont celles dans lesquelles un ou deux cotés sont ciselés ; ces pièces sont plates, comme l'indiquent le nom de la catégorie, elles sont complètement en dépouille par rapport au joint général de moulage.

- les médailles et la fonte spéciale : dans cette catégorie

entrent, en dehors des médailles, toutes les pièces fines destinées à l'ameublement, l'orfèvrerie, la belle lustrerie, etc.. La fonte est dite " spéciale " car le moulage doit être très soigné pour des raisons qui seront indiquées plus loin.

- les fontes à pièces : dans cette catégorie rentrent tous les moulages qui nécessitent pour leur obtention l'emploi de pièces battues ; elle se subdivise en trois catégories suivant l'importance des pièces à exécuter :

- les fontes à pièces,
- les groupes et statuettes,
- les monuments.

- la fonte à cire perdue : ce moulage est très spécial et toutes indications utiles seront données plus loin.

- les cloches : le moulage des cloches constitue une catégorie toute spéciale du moulage d'art qui sera étudiée dans la leçon suivante.

Nota.- Le terme "fonte" qui est donné à maintes reprises au cours de cette classification ne désigne pas exclusivement le métal "fonte"; il est couramment utilisé en fonderie d'art pour des moulages coulés en alliage cuivreux. Il est à remarquer également qu'en fonderie d'art le mot "bronze" employé pour désigner l'alliage est la plupart du temps employé à tort, les pièces d'ornement sont pour ainsi dire toujours moulées en "laiton"; on devrait dire "laiton d'art" et non "bronze d'art".

Là, encore l'habitude a pris le pas sur l'exactitude de la désignation. Bien entendu, il y a presque toujours de l'étain dans ces pièces, mais c'est généralement le zinc qui domine.

FONTE PLATE CISELEE.-

L'alliage utilisé à la coulée de ces pièces est un laiton dont la composition varie entre 67 et 70 % de cuivre, et 27 et 30 % de zinc ; le sable à modèles utilisé pour le moulage est moyennement fort ; sa teneur en sable neuf de carrière excède rarement 25 %.

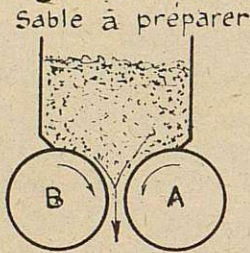
Les quelques indications qui vont suivre concernant le sable de moulage de la fonderie d'art sont générales et s'appliquent à toutes les catégories.

La qualité du sable qui prime toutes les autres est la finesse du grain . Les empreintes à reproduire ont tellement de détails qu'un sable à gros grains ne les répèterait pas.

La deuxième qualité doit être une très grande plasticité c'est-à-dire un très grand corps.

On verra plus loin qu'il est nécessaire dans certains moulages de serrer un très grand nombre de pièces battues et de manutentionner ces pièces plusieurs fois : il est bien évident qu'un sable n'ayant pas suffisamment de corps ne permettrait pas ces manutentions. Les praticiens de la fonderie d'art ont l'habitude de dire qu'un sable est propre au moulage d'art, lorsqu'une fois prêt à l'emploi " on peut faire par serrage dans la main une motte résistante, qui ne salit pas les doigts ". Cette dernière condition indique que le sable ne doit pas être trop humide et par cela même ne pas coller aux doigts.

Le frottage doit être parfait pour que l'argile du sable neuf soit parfaitement répartie sur tous les grains de silice tant du sable vieux que du sable neuf. On se sert de broyeurs-mélangeurs à deux rouleaux parallèles. (I) Le rouleau A est commandé soit à bras, soit mécaniquement le rouleau B est entraîné à sa suite par engrenages, sa vitesse est différente de celle de A de manière qu'au passage entre les deux rouleaux, le sable soit énergiquement frotté. L'opération est recommencée un certain nombre de fois jusqu'à ce qu'on ait obtenu un sable de corps suffisant.



Dans le moulage de la fonte plate ciselée, le sable est serré aux doigts sur le modèle avec grands soins pour que le moulage soit bien atteint. Le serrage ne doit pas être trop énergique, car le métal est fragile au retrait.

D'ailleurs dans un certain nombre de fonderies de province le métal est coulé à vert ce qui implique un serrage peu excessif. Si l'on étuve, l'étuvage doit être léger.

La finesse du moulage, c'est à dire la reproduction avec netteté de tous les détails marqués sur le modèle, est obtenue par relevage ou rappuyage au poncif. Le poncif est du sable neuf argileux séché, très finement broyé et passé au tamis très fin. On obtient donc ainsi une espèce de poussière très fine analogue à de la farine.

Le moulage étant à peu près terminé, on enlève le côté à relever, on souffle légèrement de l'eau sur l'empreinte et on secoue le poncif, puis du sable fin au travers d'un sac constitué avec de la toile.

(I) On donnera seulement une description succincte de ces appareils qui ont été déjà examinés cours A leçon 18

A ce moment, on referme le côté sur l'autre partie du châssis qui contient le modèle, on bat légèrement le dos du ~~des~~ dessus avec un maillet appelé maillet à battre. Le poncif et le sable pénètrent dans les pores superficiels du sable, produisent un véritable colmatage, qui diminue évidemment la perméabilité mais donne une très grande netteté au moulage.

FONTE SPECIALE ET MEDAILLES.-

Le moulage doit être encore plus soigné si possible, pour que les pièces sortant du moulage puissent être utilisées sans ciselure ; de là le nom de fonte " spéciale ".

Il faut par conséquent prendre des précautions encore plus grandes pour le moulage.

Le sable de contact est un peu plus riche en sable neuf de carrière ; sa teneur peut atteindre 30 à 40 % de cet élément. Le sable de contact est tamisé au tamis très fin sur le modèle ; le serrage est conduit avec précautions : il faut que le moule soit bien atteint aux doigts d'une façon très régulière.

On rappaie plusieurs fois au poncif si une fois n'est pas suffisante. Le rappuyage définitif s'effectue au talc fin ou avec un mélange de talc fin et de poussier de charbon de bois finement pulvérisés et mélangés.

L'alliage utilisé pour la coulée de ces pièces s'appelle le demi-rouge ; sa composition oscille entre 80 et 90 % de cuivre, 18 et 8 % de zinc et 2 % d'étain.

Leçon 37^{bis} —

Etude détaillée des différents genres de moulage (suite)

Notes générales sur les fabrications artistiques.- Fontes à pièces : groupes et statuettes - Monuments - Fonte à cire perdue - Fonte des cloches.-

---oOo---

FONTES A PIECES.-

On désigne sous le nom de moulage des fontes à pièces, tous les moulages dans lesquels il est nécessaire d'exécuter des pièces battues pour réaliser le moulage du modèle. Ces mottes peuvent être très nombreuses si le modèle est très fouillé ou très complexe. Leur exécution demande beaucoup de soins et la plus grande attention. En effet il faut ne pas oublier le plus petit détail à contre-dépouille, de plus les mottes doivent être disposées pour qu'on puisse les retirer les unes après les autres sans les détériorer.

En outre chacune d'entre elles, aussi petite soit elle, doit être très exactement repérée pour être remise en place dans le moule avant étuvage.

Sur le modèle recouvert en tout ou partie de ces pièces battues, le mouleur fait son moule comme s'il s'agissait d'un modèle ordinaire ; il prend ainsi les empreintes de ces pièces battues qu'il détache ensuite une à une du modèle : celles-ci sont au remoulage collées dans le moule et fixées avec des pointes pour plus de sécurité.

On se rend compte de toutes les difficultés indiquées par ces quelques mots.

A.- Fonte sur modèles en plâtre (appliques, médailles etc...)

La méthode générale qui vient d'être indiquée est mise en oeuvre. Une seule particularité, les modèles en plâtre utilisés donnent très rarement l'épaisseur de la pièce finie : ce sont généralement des modèles pleins et souvent le verso de ces pièces doit être évidé.

Deux méthodes sont possibles.

a) PAR TIRAGE DIRECT D'ÉPAISSEUR.-

On serre sur le modèle une partie de châssis. Sur cette partie, après avoir enlevé le modèle, on serre un dessus. Ce dessus prend donc le contre-moulage du dessous et posé sur le dessous il n'y a entre ce dernier et lui-même aucun intervalle

Mais alors, sur ce dessus, on vient au moyen de la spatule découper régulièrement une épaisseur uniforme de sable de 2,3, 4, 5 m/m suivant l'importance de la pièce.

On conçoit nettement qu'en refermant le dessus ainsi découpé sur un autre dessous, on obtienne une pièce d'épaisseur égale à celle du sable enlevé sur le dessus. (1)

b)- TIRAGE D'ÉPAISSEUR " A LA PLAQUETTE ".-

Comme tout-à-l'heure, on serre deux parties de châssis; mais sur l'une d'elles on vient déposer des plaquettes serrées dans une boîte, plaquettes dont la hauteur est variable suivant l'épaisseur à obtenir. Ces plaquettes sont posées, collées ajustées, tout autour de l'empreinte laissée par le modèle que l'on a enlevé. Le dessus est serré comme tout-à-l'heure sur l'autre dessous.

On creuse avec un anneau les jets de coulée et le dessus du moule refermé sur le dessous laisse un intervalle égal à l'épaisseur des plaquettes disposées comme il a été dit.

B.- MOULAGE DES GROUPES ET STATUETTES.-

Que le sujet à obtenir soit en un ou plusieurs morceaux, c'est-à-dire qu'il vienne de fonderie d'une seule pièce ou en plusieurs éléments qui sont montés ultérieurement, le principe du moulage demeure le même que celui des fontes à pièces. Seule diffère la réalisation du tirage d'épaisseur; en effet comme on est en présence des sujets, personnages, animaux ou autres, la méthode précédemment indiquée n'est pas applicable.

Le noyautage de ces pièces se fait sans boîte à noyau: c'est le moule lui-même qui après démoulage du modèle tient lieu de boîte. Le moulage étant effectué comme indiqué plus haut, on démoule les deux parties du moule, les pièces battues, et le modèle. Ces pièces sont remises en place avec soin mais ne sont pas collées. On passe le moule à la couche; celle-ci est constituée de noir de fumée et d'ocre mélangés pour donner plus de résistance au sable et faciliter l'exécution du noyau, puis on laisse sécher légèrement.

Dans le moule saupoudré de talc on vient serrer du sable. Une fois le noyau emballé avec portées, armatures, tirage d'air etc.. on le démoule; puis sur ce noyau on vient découper à la

(1) *Pratiquement on serre deux dessous identiques de manière à refermer le moule sur une partie plus exacte car elle n'a pas servi au serrage sable contre sable.*

spatule une épaisseur de sable identique à l'épaisseur qu'on veut donner à la pièce.

Le reste du moulage ne présente aucune particularité ; le remmoulage tant du noyau que des pièces battues doit se faire avec le plus grand soin en prenant la précaution de ménager et de protéger la sortie de l'air du noyau.

C.- MOULAGE DES MONUMENTS.-

La méthode générale qui a été indiquée au paragraphe précédent reste appliquée ; les différences essentielles viennent uniquement de ce fait que ces monuments étant des pièces importantes, tout le moulage est fait généralement en fosse, l'étuvage et la coulée s'opérant également sur place. Cette dernière a lieu par l'intermédiaire d'un bassin à quenouille.

Pour tous les moulages de fontes à pièces le sable de contact contient généralement 25 à 35 % de sable neuf. Le métal utilisé pour la coulée est le laiton 67 à 70 % de cuivre, 33 à 30 % de zinc. Pour la coulée des statuettes et monuments on emploie un alliage contenant 85 % de cuivre, 12 % de zinc et 3 % d'étain (statuettes), ou bien un bronze à 90 % de cuivre, 7 % d'étain et 3 % de zinc (monuments).

FONTE A CIRE PERDUE.-

C'est un procédé de moulage très ancien ; il fait appel à une collaboration étroite entre le mouleur et l'artiste. Le processus de l'opération est donné d'abord pour des pièces petites ou moyennes, puis pour de grosses pièces.

A.- PIECES PETITES OU MOYENNES.-

On part du modèle cire ou plâtre exécuté par l'artiste. Le mouleur établit un moule en plâtre dit " à bon creux ". En se servant de ce moule comme d'une boîte à noyaux, on serre le noyau, comme précédemment, et on le tire d'épaisseur. Le noyau est étuvé, replacé dans le moule à bon creux, et on vient couler, dans le moule ainsi constitué, de la cire.

Le moule est ouvert et le modèle sur lequel va se faire le moulage définitif est ainsi constitué par le noyau recouvert d'une couche de cire d'épaisseur égale à l'épaisseur de la pièce à obtenir. L'artiste, à ce moment, retouche d'une façon définitive la cire. On prépare les coulées, événements, etc... et les tire-cire, dont on verra l'action tout-à-l'heure (les coulées, événements, tire-cire sont faits avec des baguettes de cire dont la grosseur est proportionnée à la pièce à couler et qu'on soude sur le modèle en cire à l'aide d'un fer chaud). On

dépose au pinceau sur la cire du modèle, des jets, évents, et tire-cire des couches d'abord très minces de "potée" puis ensuite plus épaisses. La potée est constituée par un mélange très riche en sable neuf, en crottin de cheval et en briques réfractaires finement pulvérisées. Cette composition malaxée, séchée, finement broyée, par deux fois redélayée, séchée et passée au tamis, est alors serrée au tordoir, c'est-à-dire dans une grosse toile au travers des mailles de laquelle passe par conséquent une bouillie très fine; c'est elle qui est utilisée pour les premières applications. Le mélange employé ensuite est moins liquide.

Bien entendu ces applications de terre sont armées par des fers plats croisés et attachés pour donner un ensemble résistant. Le moule ainsi constitué est fortement étuvé pour évacuer toute la cire par les tire-cire. Il ne reste plus qu'à couler.

B.-MONUMENTS.-

Les monuments devenant des pièces importantes, le moule à bon creux n'est plus aussi maniable. Aussi procède-t-on d'une façon légèrement différente. Ayant terminé le moule à bon creux en plâtre, on vient appliquer à l'intérieur d'abord au pinceau, puis sous forme de plaquettes, une couche de cire égale à l'épaisseur que l'on désire donner à la pièce. C'est dans le moule à bon creux recouvert de cire qu'on vient serrer le noyau fortement armaturé.

Le serrage du noyau terminé, on démoule les différentes pièces du moule à bon creux, on découpe la cire par plaques de façon à mettre le noyau à nu. L'emplacement de ces plaques est soigneusement repéré. Après réparation et consolidation du noyau on le sèche; puis on vient remettre les plaques de cire en les maintenant par des clous, des fils de laiton, etc... L'artiste procède à la dernière retouche de son oeuvre et la suite du moulage est identique à ce qu'il a été indiqué pour les petites et moyennes pièces, sous la réserve que le moulage s'effectue en fosse et qu'on proportionne bien entendu les armatures aux dimensions de la pièce, généralement importantes.

Leçon 38 -Etude détaillée des différents genres de moulage (suite)

Notes générales sur les fabrications artistiques (fin) -
 Fonte des cloches.- Coulée en coquille, fonte, aluminium,
 laiton, métal blanc - Caractères d'imprimerie - Clichés de
 journaux - Linotype - Coulée des bronzes imitation - Prépara-
 tion des coquilles - Avantages - Inconvénients - Moulage des
 roues de wagons et tramways - Cylindres de laminoirs.-

--oOo--

NOTES GENERALES SUR LES FABRICATIONS ARTISTIQUES (fin).-FONTE DES CLOCHES.-

Le moulage des cloches procède à la fois du moulage en terre au trousseau et de la cire perdue. En effet on trousse une cloche en terre sur laquelle on rapporte les détails artistiques en cire. On prend le contre-moulage de cette cloche en terre, les détails en cire disparaissant par fusion ; tel est le principe de cette fabrication excessivement ancienne.

Reprenons un peu plus en détail ; on trouve pour la fabrication des cloches les principaux stades suivants : (fig.I)

1°)- TROUSSAGE DU NOYAU EN TERRE.-

Sur une "meule" ou assise en maçonnerie on vient trusser en terre le noyau de la cloche, c'est-à-dire que la planche à trusser utilisée est découpée au profil de l'intérieur de la cloche. La meule en briques sert non seulement de soutien à la terre, mais en outre de foyer. En effet, on sèche le noyau sur place au moyen d'un feu de bois et de coke à l'intérieur.

2°)- TROUSSAGE DE LA FAUSSE-CLOCHE.-

Sur le noyau ainsi séché on rapporte par troussage une épaisseur de terre identique à l'épaisseur de la cloche : on constitue donc une véritable cloche en terre ; celle-ci prend le nom de fausse-cloche. Cette fausse cloche est séchée comme l'a été précédemment le noyau.

3°)- MISE EN PLACE DES INSCRIPTIONS, FILETS, ORNEMENTS, etc..-

Tous ces détails qui varient avec chaque cloche sont rapportés en cire sur la fausse cloche. Les filets peuvent être troussés ; les lettres, ornements sont mis en place séparément à la main avec beaucoup de soins et de précautions.

4°)- EXECUTION DE LA CHAPE.-

Sur ces ornements on vient déposer au pinceau fin une couche très fine de potée, qui a été préparée comme la potée utilisée pour le moulage en cire perdue. La finesse de la potée diminue au fur et à mesure que la couche déposée sur la fausse-cloche augmente. Bien entendu la chape est armée au moyen de bourre, de chanvre, de fils métalliques pour les cloches de grandes dimensions.

Lorsque la chape a atteint une épaisseur suffisante on sèche sur place comme le noyau et la fausse-cloche ; les détails en cire fondent et leur empreinte reste marquée en creux dans la chape.

5°)- DEMOULAGE DE LA CHAPE.-

La chape une fois séchée est levée, on regarde si tous les détails sont bien venus, le noyau est alors dégagé en brisant la fausse-cloche.

6°)- REMOULAGE.-

On remet la chape en place en se guidant bien au moyen de tracés fait lors de la construction de cette dernière. Les anses, par lesquelles s'opèrent la coulée, ont été moulées séparément ; leur moule est placé à la partie supérieure de la cloche. Leur remmoulage est obtenu de façon précise au moyen d'un emboîtement obtenu par troussage sur la chape et sur le noyau.

L'ensemble, moule des anses et moule de la cloche, est descendu dans une fosse pour la coulée, on serre du sable tout autour pour donner au moule une résistance suffisante. On place sur le moule un bassin à quenouille qui permet de couler la cloche en une seule fois et sans entrainement de crasses, ce qui est absolument indispensable.

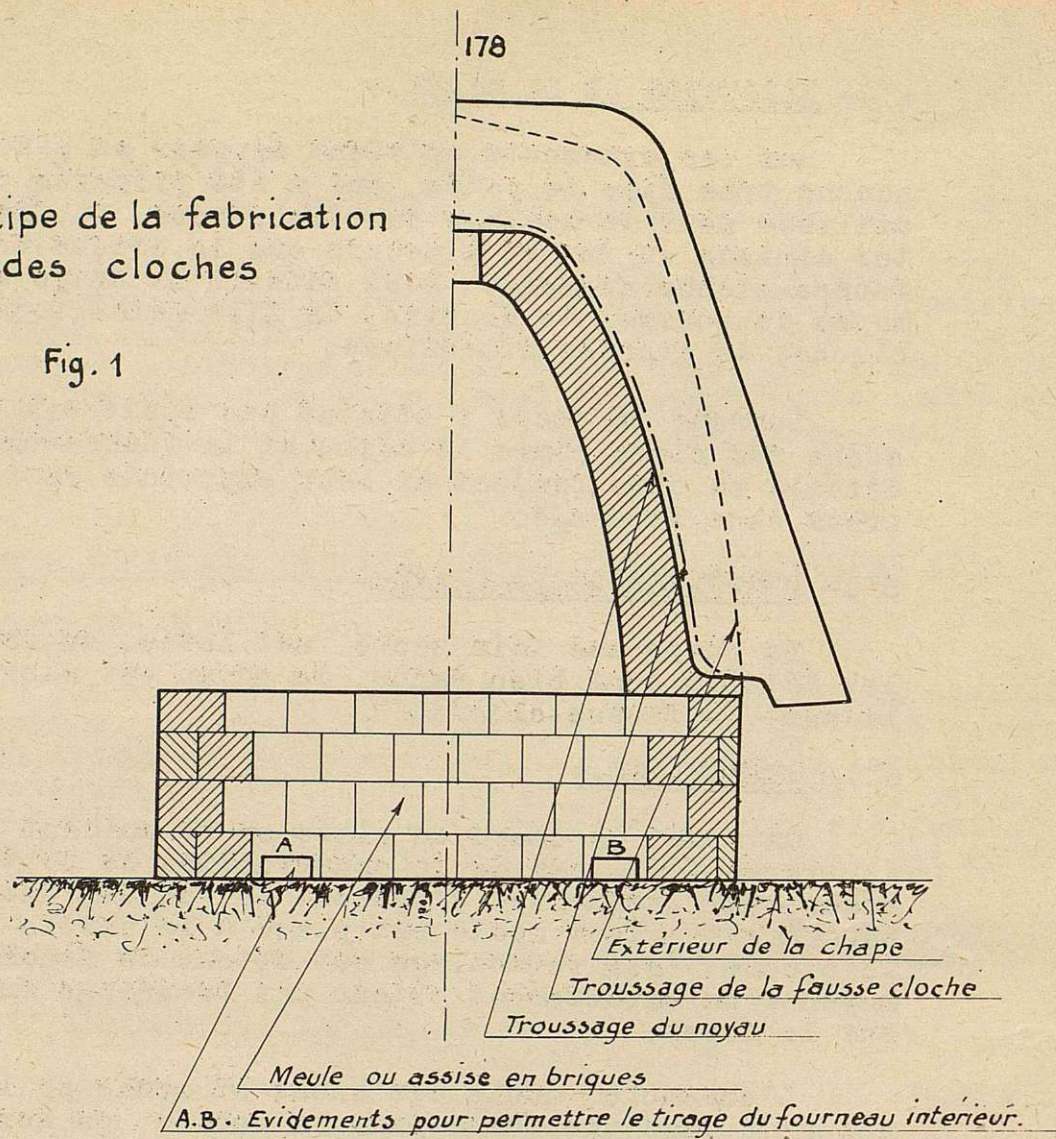
COULEE EN COQUILLE.-

On désigne sous le nom de coquilles des moules dont toutes les parties sont métalliques. Il y a bien dans quelque cas des moules composés présentant à la fois des parties sable et des parties métalliques. Le moulage en coquille comprend également ces cas mixtes.

Par conséquent dans le moulage en coquille le métal qui constitue la pièce est coulé directement au contact de parties métalliques.

Principe de la fabrication des cloches

Fig. 1



Moulage d'une roue en fonte trempée

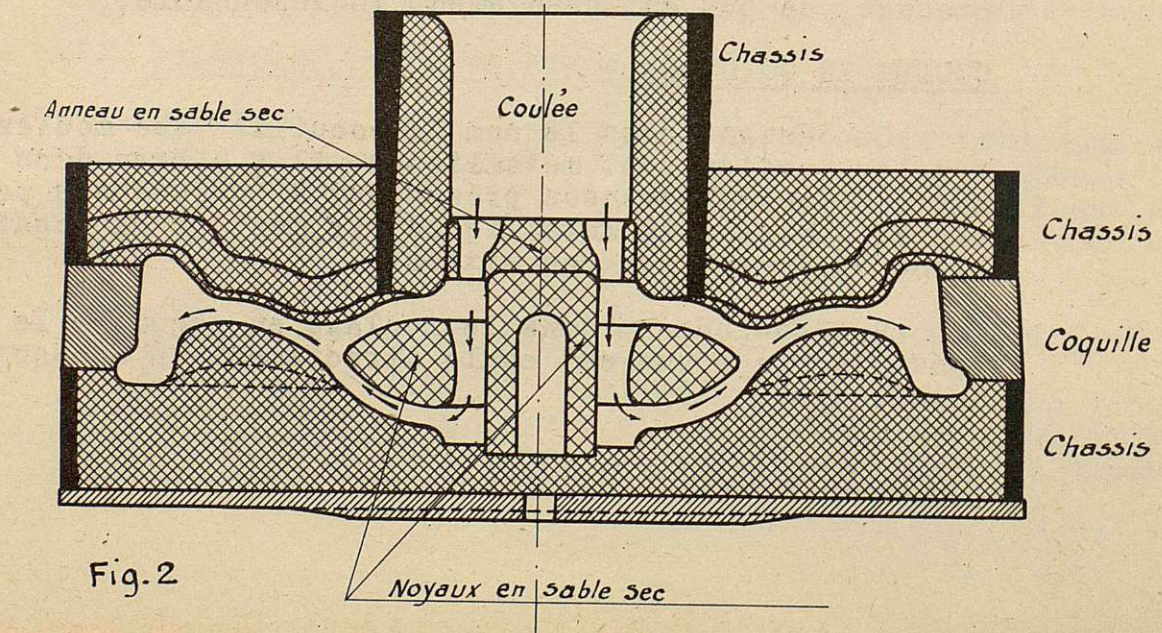


Fig. 2

On coule couramment en coquille l'aluminium et les alliages blancs, avec plus de difficultés la fonte, le laiton et certains bronzes.

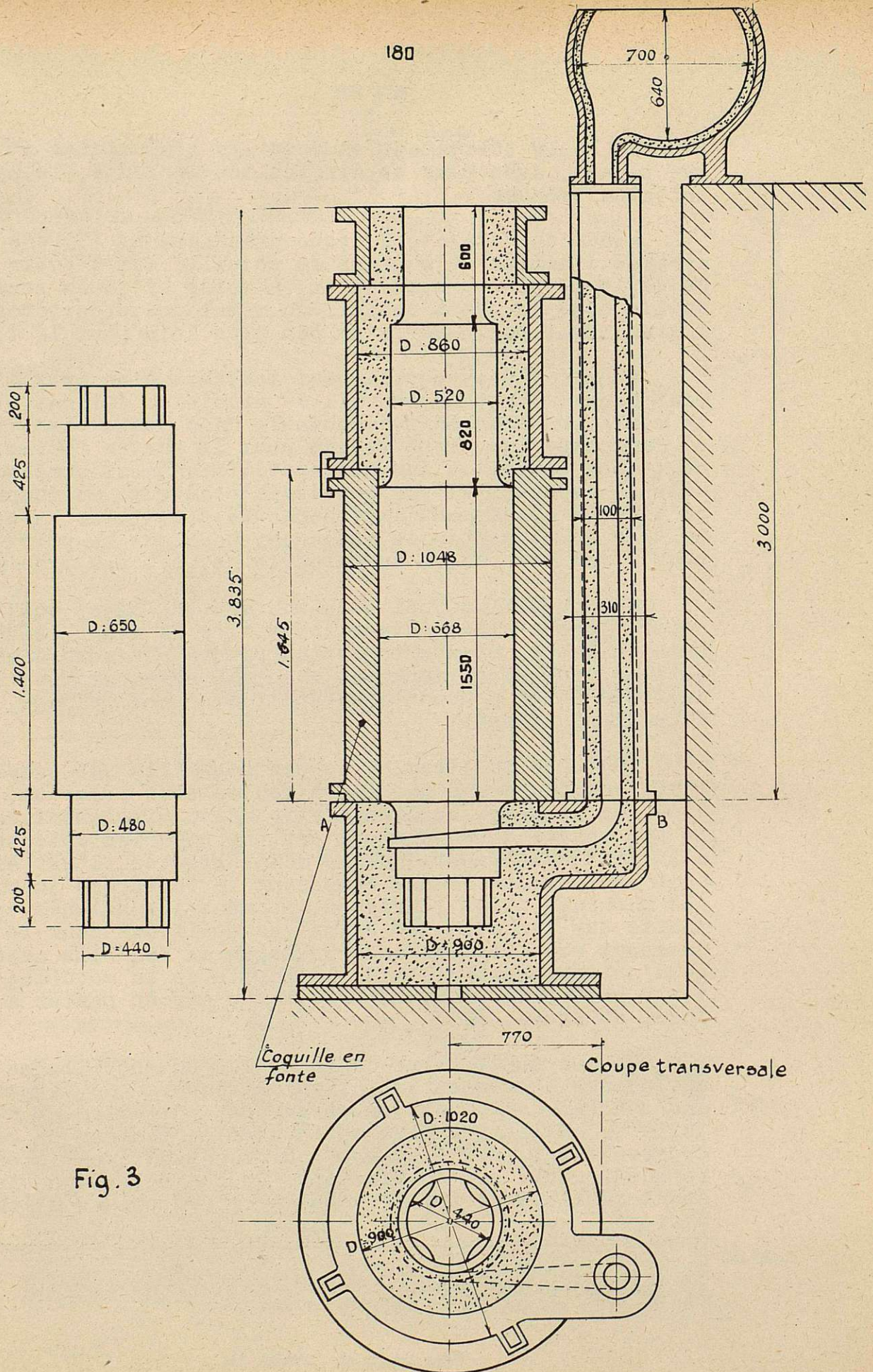
Ainsi qu'il a été indiqué précédemment (I) une condition absolue d'emploi du moulage en coquille est d'avoir une grande série de pièces à exécuter, à moins qu'on ne coule en coquille dans le but d'obtenir du métal des propriétés particulières comme on le verra un peu plus loin pour la fonte.

En effet une coquille est toujours d'un prix d'établissement élevé. C'est un travail de précision délicat, il faut que le moule coquille soit démontable dans toutes les directions et dans tous les plans voulus pour la sortie facile de la pièce ; ceci conduit à des usinages délicats et complexes, difficiles à exécuter et par conséquent coûteux. On comprend donc qu'il soit absolument indispensable d'utiliser la coquille à un très grand nombre de moulages, pour que le prix du moulage pour l'une des pièces de la série ne soit pas trop élevé.

Ces coquilles sont bien souvent en fonte, quelquefois en acier, lorsqu'elles peuvent sans trop de frais, être taillées dans la masse. Bien entendu les pièces obtenues dans ces coquilles sont rigoureusement exactes, sans bavures ; la plupart du temps elles peuvent être utilisées sans usinage, ce qui est d'un grand intérêt.

Quelquefois l'emploi de ces coquilles est complété par l'utilisation d'une machine à couler sous pression, c'est à dire que le métal au lieu d'être versé simplement dans le moule est chassé dans celui-ci par une pression obtenue au moyen d'un piston baignant dans le métal liquide. C'est ainsi que sont coulées les lignes composant le texte des journaux sur des machines dites linotypes. De même les clichés cylindriques montés sur les machines rotatives utilisées pour le tirage des journaux sont coulées sous pression en coquille avec un alliage d'antimoine et d'étain, la partie de la coquille portant le texte à reproduire étant constituée par du papier à l'amiante durci et séché.

Un cas particulier de la coulée en coquille est la fabrication des " bronzes imitation au renversé ". Le moule est une coquille en bronze ou en laiton, parfaitement usinée de telle façon que la pièce sorte avec le minimum de coutures apparentes. Il n'y a qu'une coulée, aucun évent n'est prévu. Le métal coulé est du zinc pur. On coule ce zinc, la coquille étant inclinée de telle façon que l'air puisse s'échapper.



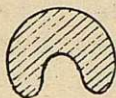
Puis on retourne la coquille au-dessus de la poche au bout d'un temps assez court après la coulée. Une mince pellicule 2 m/m à 2 m/m,5 reste figée au contact de la coquille, tout l'excédent du métal resté liquide se vide par la coulée, c'est pourquoi on appelle aussi ce procédé "coulée au renversé".

La coulée de la fonte dans des coquilles métalliques se fait généralement dans le but déterminé d'obtenir une surface trempée sur une pièce ; on réalise de cette façon une surface très dure qui résiste parfaitement à l'usure. C'est ainsi qu'on coule en coquille des cylindres de laminoirs, des roues de wagons, tramways, etc... des galets, des boulets de concasseurs etc...

Bien entendu les moules ne sont pas constitués entièrement par des coquilles métalliques ; la trempe n'est recherchée que sur une partie de la pièce et par conséquent le reste du moule est en sable ou en terre. Les figures 2 et 3 donnent la coupe du moule d'une roue de wagon et d'un cylindre de laminoir.

L'armature est constituée par des barres en fonte dont la section est évidée (fig. I) afin de servir au tirage de l'air, et ceci pour les petits diamètres. Pour tous les autres diamètres les armatures sont des lanternes ordinaires en acier, c'est-à-dire des tubes perforés.

Fig 1



MOULAGE A LA MAIN ET DEBOUT DES TUYAUX DE CONDUITE.-

Tous les tuyaux dont la longueur excède 2m. sont généralement moulés debout. Or comme leur longueur atteint fréquemment 4m, on se rend compte des dispositions spéciales auxquelles on est obligé de recourir.

Le hall de moulage est généralement au premier étage de la fonderie. On accède au bas des moules par le sous-sol de l'usine qui se trouve ainsi au rez-de-chaussée. Cependant dans certaines usines c'est le hall de moulage qui est au niveau du sol et tout le dessous de ce hall est creux, constituant une énorme fosse dont la profondeur est voisine de 5 à 6 mètres.

Cette fosse est bouchée par un plancher à claire-voie et des charpentes sont prévues pour recevoir les chassis. Ceux-ci reposent sur ces charpentes par d'énormes oreilles qui doivent supporter le poids du chassis et du moule coulé.

On descend le modèle au pont, et il va s'emboîter dans une portée métallique qui sera plus tard remplacée par un dessous en sable. Avec d'immenses fouloirs en bois dont la tige est de la longueur du tuyau à serrer, les emballeurs serreront le sable que jettent à la pelle des manoeuvres.

Le nombre d'emballeurs varie bien entendu avec le diamètre du tuyau. Une cadence doit être observée pour ces opérations : les fouloirs tombent en cadence ; les manoeuvres qui pelletent le sable se déplacent régulièrement autour du moule afin que la quantité de sable serré aux divers endroits soit régulière ; les emballeurs tournent eux mêmes lentement autour du moule pour bien atteindre tous les points avec l'intensité de serrage voulue. Il ne faut pas oublier que les pressions exercées par le métal sur le sable au moment de la coulée, dans le bas du moule, sont énormes et il ne faut pas qu'il y ait d'abreuvage.

Le modèle est retiré ; les coulées tranchées à la partie supérieure, et le moule enduit en versant le noir au seau et en ayant soin de donner au noir un mouvement giratoire pour qu'il se dépose sur toute la surface du tuyau.

Le moule est alors séché sur place au moyen d'un brûleur, recevant généralement du gaz de haut-fourneau, et qu'on vient allumer à la partie intérieure du moule. Les gaz chauds mon-

tent dans le moule qui joue le rôle de cheminée.

Les noyaux sont troussés en terre : la lanterne reçoit d'abord une couche légère de foin ou de paille, puis une couche de terre à noyau assez argileuse (terre dure). Ces opérations s'effectuent à grande vitesse sur un tour à noyau. Les ouvriers qui exécutent ce travail acquièrent généralement une grande habileté et suivent allègrement la vitesse du tour.

Les noyaux sont alors pris, placés sur des chariots et mis à l'étuve ; après un séchage de une heure ou deux à 225°, ils sont sortis, reçoivent une couche assez mince de terre plus maigre (terre molle) et passés au noir. On les remet à l'étuve. Après 1/2 heure à 1 heure ils sont définitivement sortis et sont prêts au remmoulage.

Celui-ci s'effectue après avoir rebouché les crevasses du noyau et dès qu'il est terminé le moule est coulé ; car le séchage du moule par le brûleur n'est pas poussé à coeur et celui-ci resseue.

Quelque soit le mode de serrage du tuyau, le noyautage reste le même ; les étuves employées pour le séchage des noyaux sont généralement des étuves à gaz, à gaz de haut-fourneau si la fonderie est à proximité de ces appareils. La figure 2, qui est une coupe transversale dans une étuve chauffée au gaz, montre la disposition des brûleurs et des évacuations. Les brûleurs sont constitués par deux tubes emboîtés l'un dans l'autre et non concentriques. Ils sont l'un et l'autre fendus et l'air de combustion arrive par le gros tube, le gaz à brûler par le petit. L'évacuation des buées se fait par les conduits placés entre les brûleurs.

MOULAGE MECANIQUE ET DEBOUT DES TUYAUX DE CONDUITE.-

Le noyautage et l'étuvage sont réalisés comme pour le moulage à la main des tuyaux coulés debout.

La disposition habituelle des fonderies est la disposition à étage : sous-sol pour tous les travaux à effectuer à la base du moule ; plate-forme principale à 5 ou 6 m au dessus pour le serrage, la coulée, etc.... Les moules sont alors montés sur une immense plaque-tournante, appelée " révoluer " de manière à ce que les châssis viennent se placer l'un après l'autre, devant l'instrument de serrage, le poste de séchage, de remmoulage etc...

Le serrage s'obtient mécaniquement par deux procédés :

- le procédé de Gelsenkirchen à vis, avec un modèle long ou un modèle court,
- le procédé d'Ardelt à battes avec un modèle long.

Dans le premier procédé, le modèle s'emboîte dans l'outil de serrage qui est une vis équilibrée par un contre-poids réglé de telle sorte que cette vis monte progressivement en s'appuyant sur le sable qu'elle serre sous elle.

Le second procédé est la réalisation de la commande mécanique de trois ou quatre battes. Ce dernier procédé paraît être le plus intéressant.

Coupe transversale d'une ETUVE Chauffée par Bruleurs à Gaz

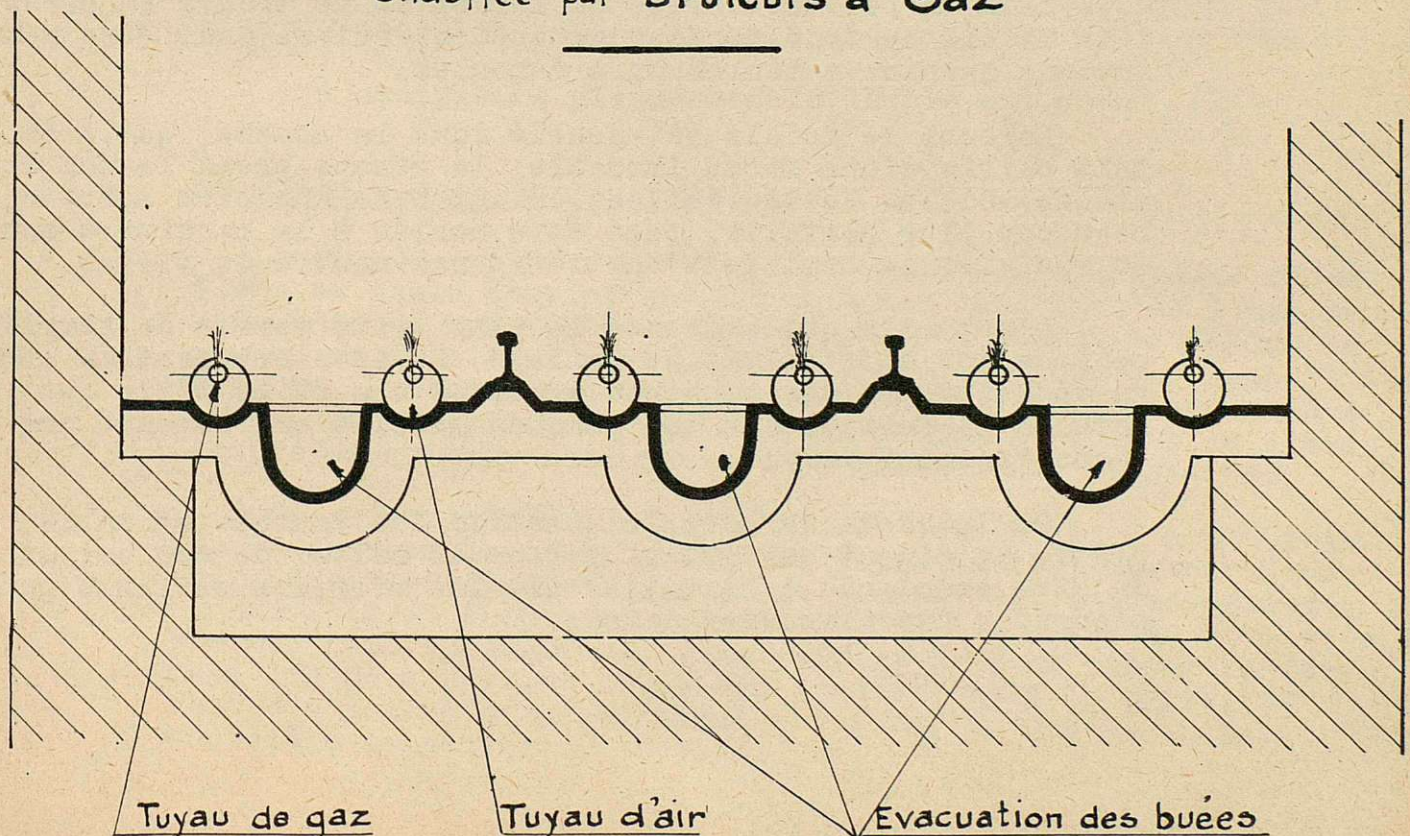


Fig.2

Leçon 40 —

MOULAGE MECANIQUE.-

Plaques-modèles : Double face en fonte, usinées, doubles en plâtre ou ciment, réversibles - avec carapaces, carapace et peigne.-

Pièces démontables - Clichage - Matériel spécial de préparation des plaques-modèles.-

--oOo--

Au cours du moulage la recherche des joints et la formation de la surface de joint sont des difficultés qui se représentent à chaque opération. Dans un travail de série, les méthodes utilisées pour simplifier et même supprimer ces difficultés consistent dans l'emploi :

- de couches ou fausses parties,
- ou de plaques-modèles.

Lorsqu'on réalise en sable en plâtre ou en ciment la surface de joint et que les modèles sont mobiles et indépendants de la matérialisation de la surface de joint, on désigne l'ensemble ainsi constitué sous le nom de couches ou fausses parties. C'est la solution généralement adoptée pour le travail à la main en petites séries ou lorsqu'on se trouve en présence d'un modèle de trop grandes dimensions qui ne peut être monté sur une machine à mouler ou à démouler.

Lorsque le modèle est scellé dans la couche, qu'il en fait partie d'une façon immuable, la couche prend le nom de plaque-modèle. Cette réalisation est beaucoup plus robuste, beaucoup plus parfaite, peut être montée à la machine à mouler et résister au moulage d'un très grand nombre de pièces.

C'est elle qui présente le plus grand nombre de simplifications des difficultés de moulage. Le développement du moulage mécanique et des machines à mouler n'a pu se faire que lorsque la fabrication des plaques-modèles est devenue une chose vraiment simple.

On laissera de côté la question des couches en sable, en plâtre ou ciment qui est l'abc du métier de mouleur et a dû être enseignée à l'atelier dès les premiers moulages pour s'occuper des plaques-modèles.

DIFFERENTS TYPES DE PLAQUES MODELES.-

On peut classer les plaques modèles de deux façons différentes, en considérant les différents genres et les différents moyens d'obtention.

A.- PLAQUES MODELES CLASSEES D'APRES LE GENRE.-

On distingue trois genres de plaques modèles :

- les plaques modèles doubles,
- " " " double face;
- " " " réversibles,

a) Plaques modèles doubles.-

Ces plaques modèles correspondent à l'exécution de deux couches, l'une sur laquelle on serrerait les dessus, l'autre sur laquelle on serrerait les dessous. La superposition du dessus et du dessous serrés séparément donne le moule complet.

On voit donc que pour obtenir une pièce quelconque au moyen d'une plaque modèle du type double il faudra deux plaques qui matérialisent l'une, la surface de joint du dessus et la partie de modèle correspondant, l'autre la surface de joint du dessous et la partie de modèle complémentaire.

Il apparait ici l'intérêt de ramener le moulage des pièces à un seul joint, au besoin par l'emploi de noyaux extérieurs, pour tirer tout le parti possible du moulage mécanique.

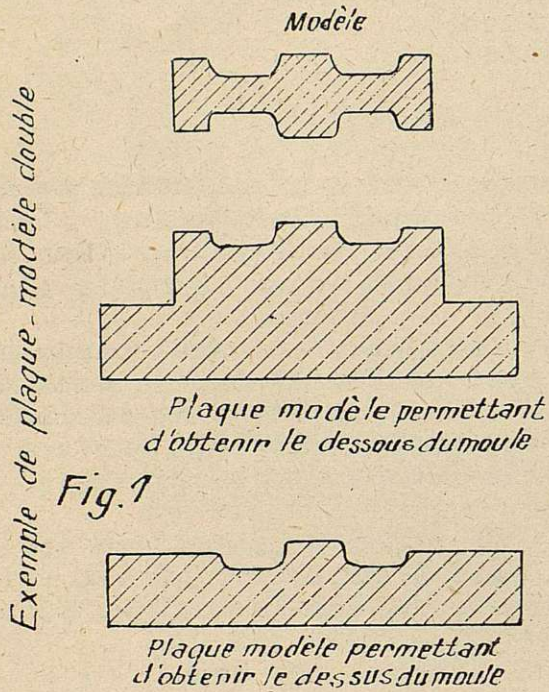
Un exemple de plaque-modèle double est donné fig.1

b) Plaques-modèles réversibles.-

La plaque modèle réversible est celle dans laquelle on obtient un moule complet par serrage des deux parties l'une après l'autre sur la même plaque, puis au moment de fermer le moule, on fait tourner d'un demi-tour le dessus par rapport au dessous. Dans ce genre de plaque-modèle il suffit donc d'une plaque pour avoir un moule complet contenant autant de pièces complètes qu'il y a de parties de modèles sur la plaque.

On voit clairement que la plaque modèle fig.2 a été obtenue en ouvrant le moule du modèle comme un livre autour d'une charnière figurée par l'axe et en prenant son contre-moulage; il est évident également qu'ayant serré deux parties sur cette plaque, nous obtenons un moule complet de deux pièces en fermant les deux parties l'une sur l'autre, mais la partie de dessus a tourné d'un demi-tour (ici sur la droite), par rapport à la partie de dessous.

Ces plaques ne nécessitant qu'une machine pour obtenir un moule complet ont eu de grands avantages au début du moulage mécanique où les machines étaient peu nombreuses. Mais la réversibilité, demande beaucoup de place et par conséquent n'utilise pas au mieux la surface d'un châssis donné. Aussi leur préfère-t-on maintenant les plaques doubles.



Exemple de plaque modèle inversible

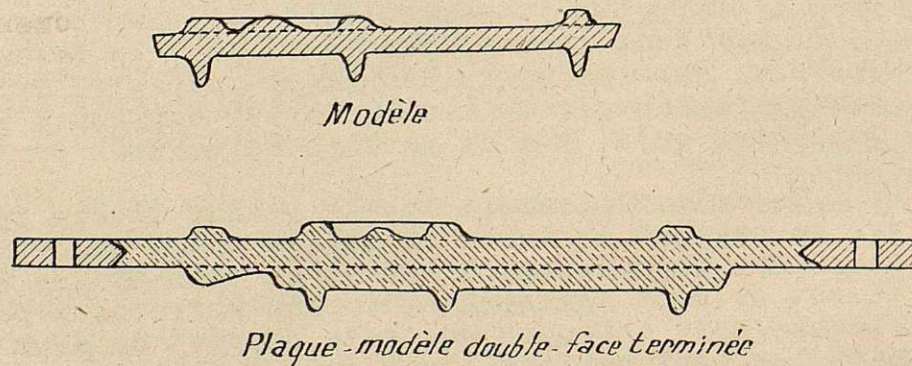
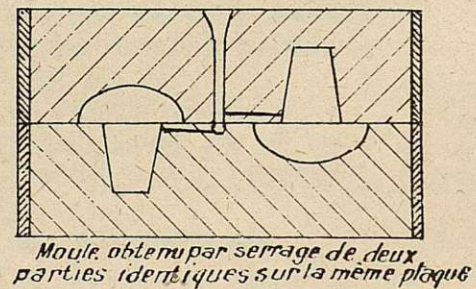
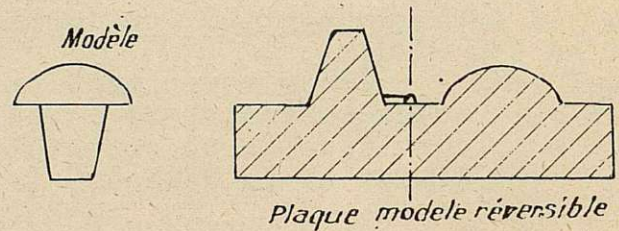


Fig. 3

c) Plaques modèles double face.-

Dans ces plaques le modèle est matérialisé de part et d'autre d'une même plaque qui réalise comme d'habitude la surface de joint. Le serrage s'opère donc sur une seule plaque, mais sur ses deux faces.

Le principe d'emploi de cette plaque se voit très nettement en considérant la fig.3. Ces plaques sont très intéressantes, malheureusement leur emploi est assez limité car elles ne s'appliquent pas à toutes les formes de pièces. De plus, peu de machines sont prévues pour faire simultanément le serrage sur les deux faces, ce qui correspond évidemment au maximum de rendement de leur emploi.

B.- PLAQUES CLASSEES D'APRES LES MOYENS D'OBTENTION.-

On trouve deux grandes catégories :

- les plaques obtenues par usinage,
- les plaques obtenues sans usinage.

On peut cependant rattacher à la dernière catégorie des plaques obtenues par des usinages très simples, et qui correspondent à des cas particuliers très intéressants. L'avantage des plaques réalisées sans usinage, la question du prix étant mise à part, est leur facilité d'obtention par des moyens du domaine du fondeur, en effet toutes les fonderies n'ont pas à leur disposition un atelier d'usinage; par conséquent la fabrication de leurs plaques modèles leur échappe entièrement, ce qui est une grande gêne.

QUELQUES PARTICULARITES DES PLAQUES MODELES.-

Avant d'examiner quelques types principaux de plaques modèles, certaines de leurs particularités doivent être précisées, ce sont :

- les peignes,
- le chanfrein de démoulage,
- les pièces démontables. (suite leçon 4I).

Leçon 41 et 41^{bis}

MOULAGE MECANIQUE (suite)

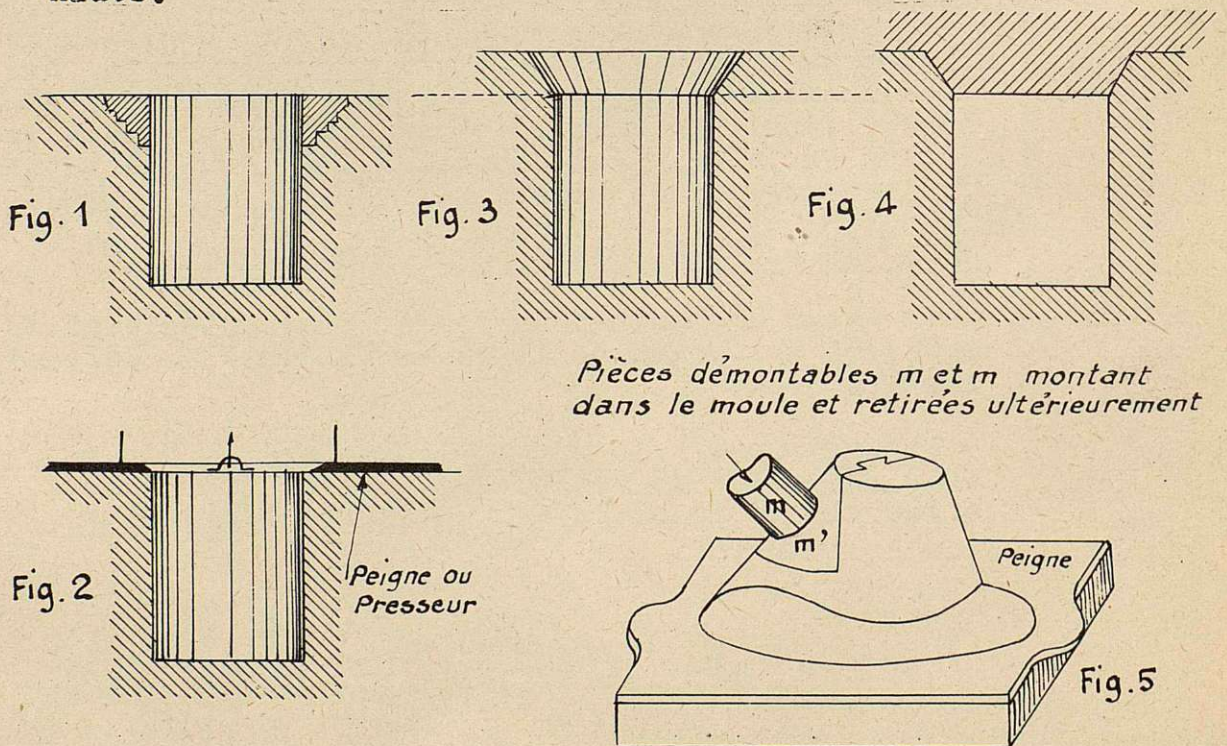
PLAQUES MODELES.-

Note.- Cette leçon doit faire l'objet de deux séances.-

--oOo--

PEIGNE.-

Si on démoule un cylindre comme l'indique la figure 1, le sable se coupe à peu près suivant un cône autour du dit cylindre. Cette manifestation est générale et se constate même lors du démoulage de parties faiblement dépouillées. On risquerait donc, en moulage mécanique ou l'ébranlage est relativement faible d'avoir des arrachements de sable le long du joint dès que la pièce présente des démoulages un peu hauts.



Pièces démontables m et m' montant dans le moule et retirées ultérieurement

On évite ces inconvénients par l'emploi de peignes ou presseurs fig.2, dont l'action est analogue à celle du fourreau d'un sabre qui guide la sortie de la lame. On matérialise

en métal généralement, ou même en bois, la surface de joint autour de la pièce, et on retire le modèle au travers de ce peigne, qui appuyant sur le sable maintient le joint en place. Le peigne ne s'applique pas seulement au joint, mais aussi, si besoin est, à différentes parties de la pièce.

CHANFREIN DE DEMOULAGE.-

Si la hauteur de la pièce à démouler est moins importante - on évite l'emploi du peigne, qui complique la plaque modèle, en prenant justement, le joint suivant le cône de rupture créé au démoulage fig.3 et 4. C'est qu'on appelle " faire le joint en chanfrein ". Le démoulage est très propre et les joints s'épousent très bien. Cette méthode est très intéressante et d'ailleurs nullement limitée au moulage mécanique.

PIECES DEMONTABLES.-

Les plaques-modèles permettent la mise en oeuvre de pièces démontables retirées lors du démoulage comme dans le moulage à la main. Ces pièces sont généralement en aluminium pour monter sous l'action du sable lors du démoulage direct. Si on démoule par retournement elles peuvent être plus lourdes, leurs poids aidant le démoulage fig.5.

RAINURES DE TIRAGE D'AIR, DE TAMPONNAGE, D'ETANCHEITE.-

On ne peut songer dans le moulage mécanique à vert à faire toutes ces opérations à la main. On prévoit des dispositions qui suppriment l'intervention de l'ouvrier, c'est ainsi que :

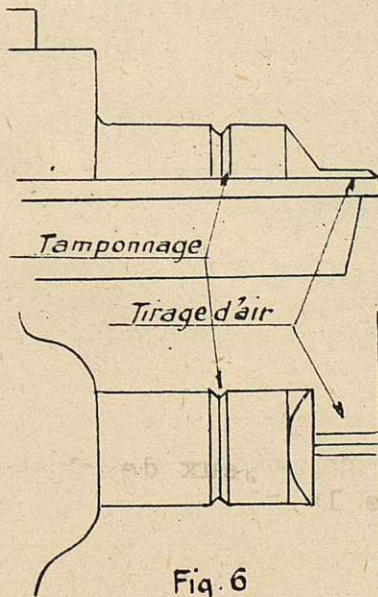


Fig. 6

- pour le tamponnage : les portées sur la plaque portent une légère rainure, alors que les portées du noyau sont droites ; le petit cordon de sable obtenu au moulage s'écrase au remmoulage et assure le tamponnage du noyau fig.6.

- pour le tirage d'air : un cordon en relief sur l'une des plaques, fait communiquer la portée avec l'extérieur du moule fig.6. On obtient ainsi dans le moule un canal dont l'efficacité est très grande.

- pour l'étanchéité : on fait tout autour de la pièce une rainure en creux dans l'une des plaques, rainure identique à la rainure de tamponnage précédemment définie. Le petit cordon de sable en relief ainsi obtenu, sur le joint d'une des parties s'écrase au remoulage et assure l'étanchéité.

QUELQUES TYPES PRINCIPAUX DE PLAQUES-MODELES.-

CATEGORIE DES PLAQUES USINEES.-

Ces plaques sont plus généralement utilisées pour le montage sur des machines à secousses. On les trouve sous les formes habituelles suivantes :

- plaques-modèles en bois, plateau en bois sur lequel sont montés les modèles,
- plaques-modèles en bois et métal ; les modèles métalliques sont fixés sur le plateau en bois,
- plaques-modèles entièrement métalliques.

La fabrication de ces plaques sort du domaine de la fonderie car elles doivent être obtenues par usinage.

Dans la catégorie des plaques usinées; la plaque à modèles montés sur plaques, d'obtention facile, pour des pièces à joint plan est à mettre à part.

MODELES MONTES SUR PLAQUE - TYPE DOUBLE-FACE.-

Il faut que la séparatrice de moulage soit plane et que l'on puisse couper les modèles suivant cette séparatrice. Ces deux parties sont montées séparément sur chaque face d'une plaque rabotée en fonte ou en acier : nous sommes donc en présence d'une plaque-modèle double-face donnant par serrage simultané ou séparé sur les deux faces, un moule complet fig.7.

Ces plaques sont relativement légères, très robustes et d'une grande durée.

CATEGORIE DES PLAQUES NON USINEES.-

L'obtention de plaques précises, doubles, réversibles et double-face, sans usinage, repose sur l'emploi d'un matériel spécial, breveté, créé par les Etablissements Bonvillain & Ronceray.

PLAQUES DOUBLES.-

Le matériel est constitué par des jeux de châssis de forme appropriée, aux dimensions de la plaque à obtenir, dressés soigneusement sur les deux faces. Le repérage est obtenu par

des broches rectifiées, s'engageant dans des douilles en fonte, faisant partie du châssis fig.8. Les châssis sont complétés par des brides extérieures de renforcement percées de trous dans lesquels peuvent passer des vis destinées à faciliter le démoulage, ces vis tournent dans des tenailles ouvранtes filetées qui jouent le rôle d'écrous amovibles.

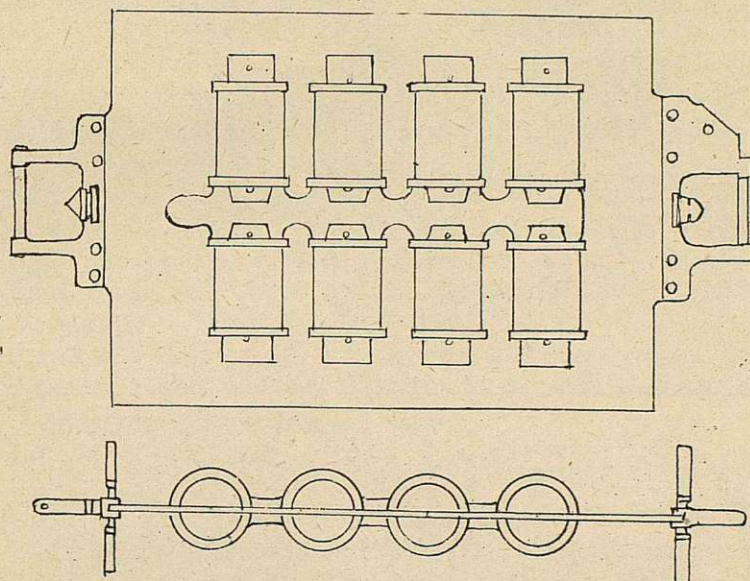


Fig. 7

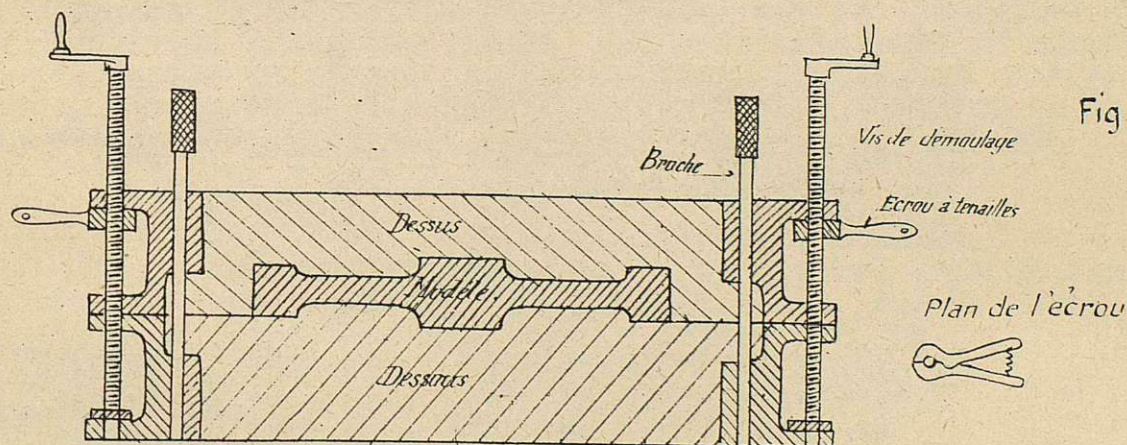


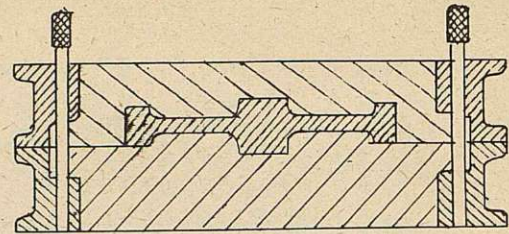
Fig 8

Voyons succinctement la fabrication d'une plaque modèle double sans peigne. Le principe de cette fabrication est la métallisation des surfaces par tirage d'épaisseur. La surface métallisée prend le nom de "carapace" ; elle est habituellement coulée avec un métal sans retrait (généralement des alliages plomb - antimoine).

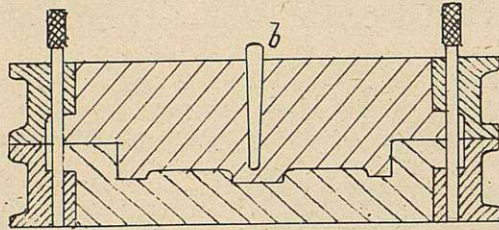
FIG. 8^{bis}

Modèle

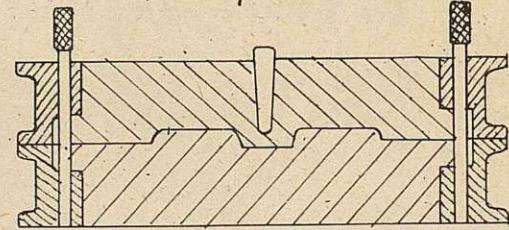
FIG. 9



Moule primaire.



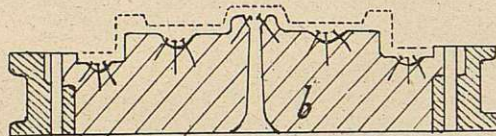
a



b

Moules secondaires

FIG. 10



b

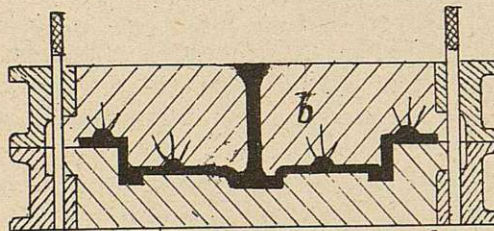


Tirage d'épaisseur des carapaces

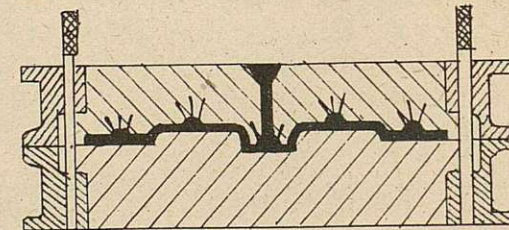
FIG. 11

Opérations de moulage

Opérations de coulée et de finition

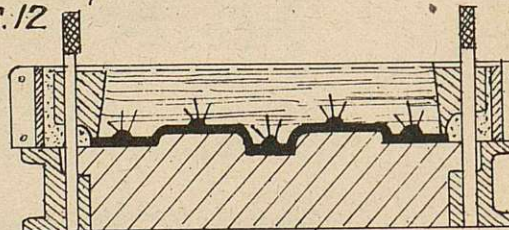
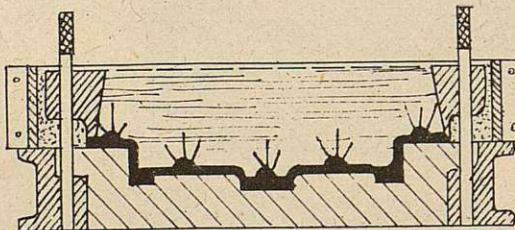


b



Coulée des carapaces.

FIG. 12



Coulée des couches, plâtre ou ciment

FIG. 13

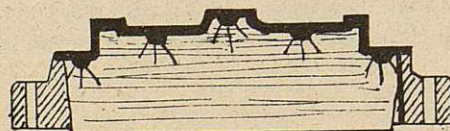


FIG. 14

Plaques modèles.
(terminées)

On part d'un modèle fig.8 bis . Sur ce modèle on exécute deux moules rigoureusement identiques fig.9. Les deux dessous servent à l'exécution de la plaque pour le dessous et les deux dessus à l'obtention de la plaque pour le dessus.

Suivons la fabrication de l'une des plaques. Dans un des dessous a , on serre un contre-moulage b , qui est démoulé en détruisant a, à la truelle fig.10 . Sur b ainsi libéré on découpe très régulièrement une épaisseur de sable de 8,10 ou 12 m/m. On creuse de petites cavités dans lesquelles on vient planter des pointes, la tête de celles-ci se noiera dans le métal de la carapace et la tige se scellera dans le plâtre ou le ciment lors de la terminaison de la plaque fig.11.

Sur b ainsi préparé, on referme l'autre dessous soigneusement mis de côté, on coule la carapace fig.12. On démoule b on coupe la coulée. On place un cadre appelé frette destiné à contenir le plâtre ou le ciment de la couche, et on coule cette dernière fig.13. Il suffit de démouler le reste du moule lorsque le plâtre ou le ciment sont secs, de nettoyer et de polir la carapace, et la plaque est prête à servir fig.14.

La fabrication d'une plaque double avec peigne est tout à fait analogue à la précédente ; on coule le peigne attachant à la carapace par un grand nombre de petites coulées tranchées dans la ligne de séparation peigne-carapace, fig.18. On sépare ensuite le peigne de la carapace au moyen d'une lame bien affûtée fig.20. On coule la couche fig.21. en ayant soin d'isoler la surface du peigne, celui-ci doit être en effet mobile par rapport au modèle. Le peigne repose sur des baguettes de fonte appelées cavaliers fig.23, qui sont maintenus, au moment de la coulée de la couche, par la terre glaise qui sert à isoler le peigne du ciment ou du plâtre fig.24. Les croquis des figures 15 à 24 montrent clairement comment on procède.

PLAQUES REVERSIBLES.-

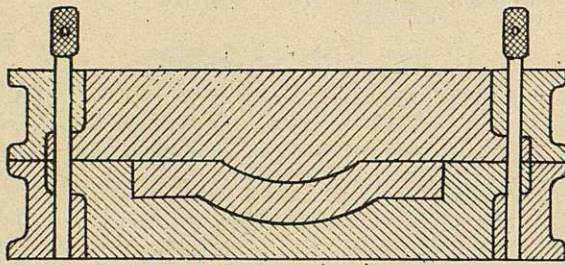
La fabrication des plaques réversibles avec ou sans peigne est absolument la même que celle des plaques doubles avec ou sans peigne que nous venons d'examiner. On part des châssis demi-circulaires qui sont donnés figure 25 et qui facilitent les opérations de réversibilité en s'ouvrant comme un livre autour de leur côté rectiligne fig.26

PLAQUES - DOUBLE FACE.-

Ces plaques sont toujours sans peigne. Leur fabrication est très simple. On exécute un moule, et on interpose entre le dessus et le dessous un cadre métallique dans lequel vient se sceller directement à la coulée le métal de la carapace.

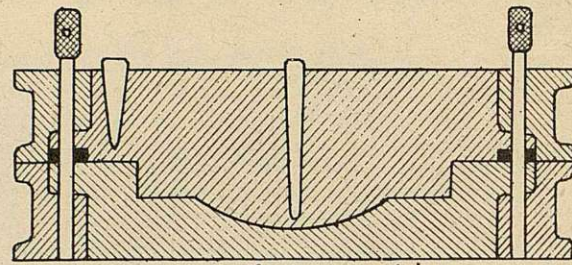


Modele
Fig. 15



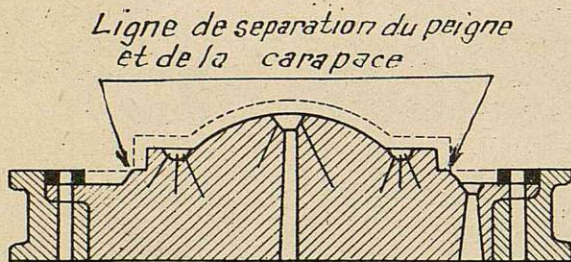
Moule primaire

Fig. 16



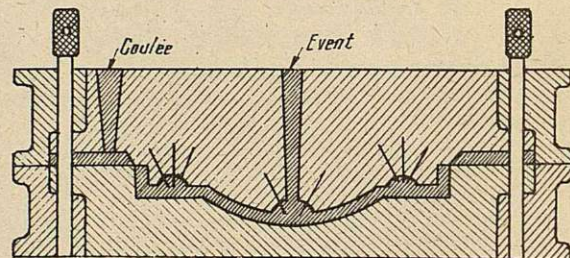
Moule secondaire

Fig. 17



Tirage d'épaisseur

Fig. 18



Coulée de la carapace et du peigne

Fig. 19

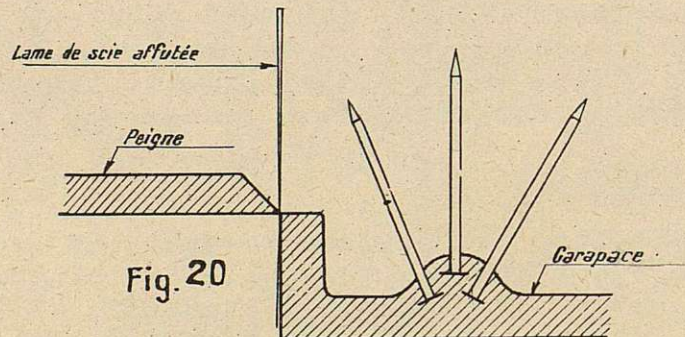
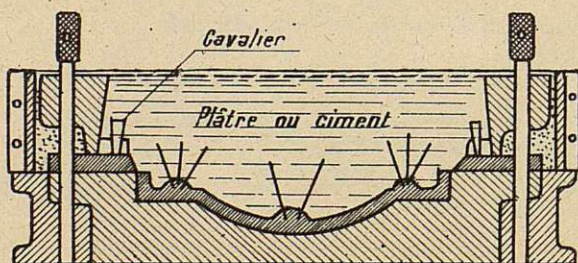


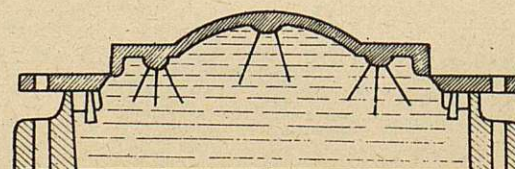
Fig. 20

Découpage du peigne



Coulée de la couche en plâtre ou ciment

Fig. 21



Plaque modèle terminée

Fig. 22

Cavalier

Fig. 23

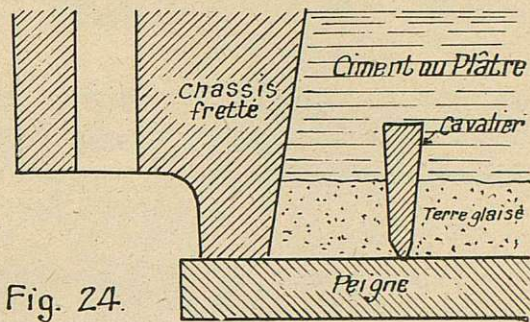
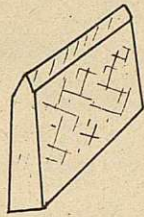


Fig. 24.

Pose des cavaliers

*Préparation d'une couche réversible
Position de démoulage des demi-chassis*

*Préparation d'une couche réversible
Position des demi-chassis assemblés*

Fig. 26

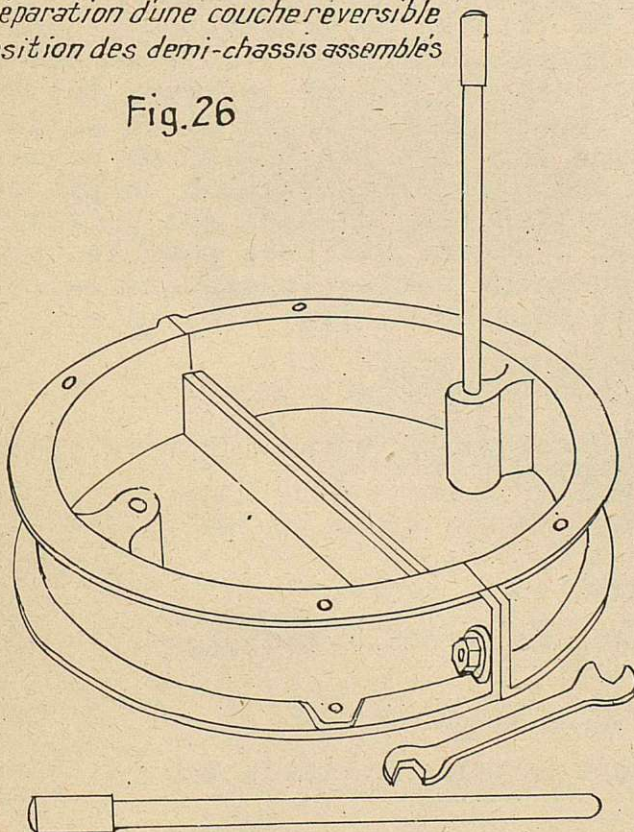
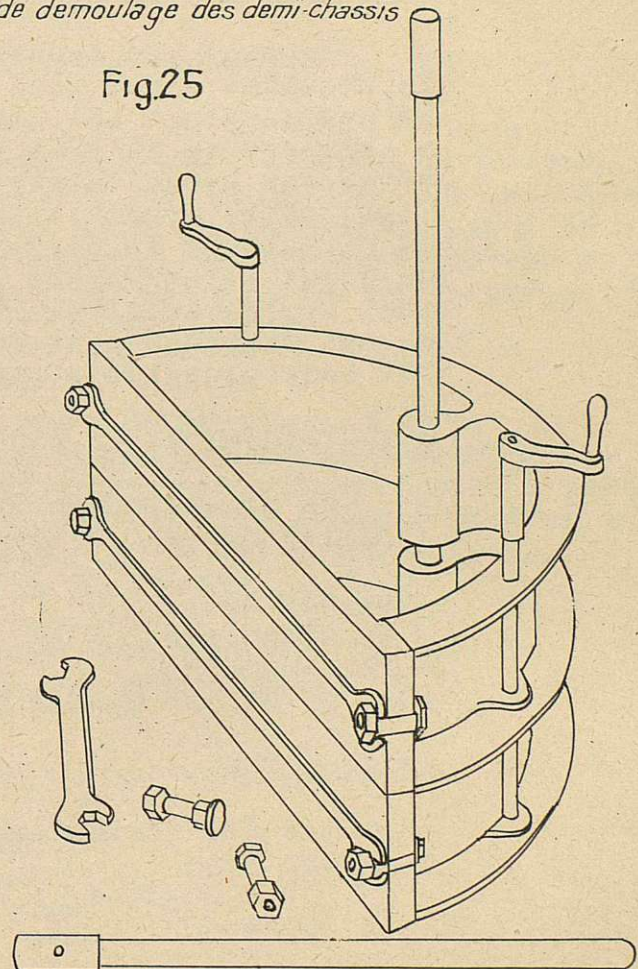


Fig. 25



Leçon 42

MACHINE A MOULER.- But - Avantages - Classification des machines à mouler : agent-moteur - serrage - démoulage - remmoulage.-

--oOo--

Au fur et à mesure du développement de l'industrie, la nécessité d'augmenter la production, de la rendre plus parfaite et plus économique se fit sentir. L'emploi des plaques-mo-dèles et des couches que nous avons examinées précédemment avait bien été un perfectionnement ; mais il fallut bien vite songer à augmenter la vitesse de travail sur ces plaques-mo-dèles, en un mot à mécaniser tout ou partie des opérations de fabrication d'un moule.

Ce sont les machines à mouler qui ont permis de résoudre le problème ainsi posé. La vitesse de production de certaines de ces machines est absolument remarquable ; elles ont permis d'abaisser le prix de revient des pièces coulées, tout en livrant des produits rigoureusement aux cotes et de poids régulier ; cette grande vitesse facilite les relations commerciales en permettant de livrer des séries importantes de pièces dans un délai relativement court. Enfin, et ceci est particulièrement appréciable, la main d'oeuvre utilisée pour le service de ces machines peut être moins perfectionnée que celle qu'il est indispensable d'avoir pour le moulage à la main.

CLASSIFICATION DES MACHINES A MOULER.-

On classera les machines suivant les diverses opérations qu'elles opèrent c'est à dire :

- le serrage,
 - le démoulage,
 - le remmoulage,
- et d'après les agents moteurs qu'elles utilisent.

AGENT-MOTEUR.-

Les différents agents-moteurs utilisés sur les machines à mouler sont :

- la force humaine,
- la force mécanique,
- l'eau sous pression,
- l'air comprimé.

Ces différents types, ainsi que leurs caractéristiques, leurs avantages, leurs inconvénients, leur influence sur le serrage, ont été examinés au cours de la leçon 20 ; on pourra s'y reporter utilement.

SERRAGE.-

Tous les différents types de serrage qui ont été examinés au cours des leçons 18 et 20 sont utilisés sur les machines à mouler, c'est-à-dire :

- le serrage par petits éléments, réalisé au moyen de la force humaine,
- le serrage par secousses, réalisé par la force mécanique, l'eau sous pression ou l'air comprimé;
- le serrage par pression, à rehausse supérieure ou inférieure réalisé par la force humaine, l'eau sous pression ou l'air comprimé;
- le serrage par projection, réalisé par la force mécanique.

Les caractéristiques d'emploi de ces différents types de serrage ont été données lors de l'exposé des leçons précédemment citées. On ajoutera seulement ici que certaines machines sont conçues pour utiliser plusieurs types de serrage; c'est ainsi qu'un certain nombre de machines peuvent serrer les moules d'abord par secousses, puis en suite par pression.

DEMOULAGE.-

On désigne sous le nom de démoulage l'opération qui consiste à séparer l'un de l'autre les plaques-modèles et le sable du moule. Cette opération est excessivement importante; car en moulage mécanique, le temps de production d'un moule est bien souvent si faible, qu'il est préférable de recommencer un moule plutôt que de le réparer.

On devra donc chercher des machines qui présentent une très grande précision et une très grande souplesse de démoulage.

Ce démoulage peut se faire ou bien :

- par soulèvement du châssis, ou bien
- par abaissement du châssis après retournement, dans ces deux cas la plaque-modèle restant fixe;
- ou bien :
- par abaissement de la plaque modèle ou bien
- par soulèvement de la plaque-modèle, après retournement, dans ces deux cas le châssis restant fixe. Dans le deuxième et le

quatrième cas la gravité intervient pour maintenir le sable du moule en place, et c'est la méthode que l'on emploiera toutes les fois que l'on aura de grandes masses de sable, peignées ou non, décrochées sur le joint.

Les différents agents moteurs sont mis en oeuvre pour le démoulage, parmi eux :

- la force humaine, directe, ou par interposition d'un intermédiaire hydraulique ; la souplesse du démoulage dépend presque entièrement de l'ouvrier ;
- la force mécanique, sous la forme d'un moteur électrique ; la souplesse du démoulage est également très relative.
- l'air comprimé, par action directe, et dans ce cas, très brutalement ou par action sur un liquide, ce qui donne de meilleurs résultats,
- l'eau sous pression qui donne toute satisfaction.

On a recours à la machine, à tous les dispositifs qui peuvent faciliter le démoulage comme :

- le chauffage des modèles,
- l'ébranlage,
- la mise en action des vibrateurs,
- l'emploi de peignes, de parties démontables, etc...

REMOULAGE.-

Le remoulage s'effectue presque toujours dans le moulage mécanique, en se servant d'un repérage placé sur les châssis. Ce remoulage se fait soit purement et simplement à la main, en se servant des goujons que comportent les châssis, soit par un dispositif mécanique qui, dans certains cas, fait non seulement le remoulage, mais encore le démottage.

Le remoulage par goujons à la main ne nécessite pas de description. Il est tout à fait analogue à celui qu'on emploie dans le moulage à la main, mais la nécessité d'une plus grande précision est évidente aussi bien en raison de la vitesse nécessaire dans le moulage mécanique, que de la compétence réduite du personnel qui l'emploie. L'engoujonnage des châssis doit être fait dans ce cas avec une précision beaucoup plus grande que pour les châssis employés dans le moulage à la main.

Très souvent le remmoulage se fait au moyen de broches mobiles, les châssis portant seulement des trous régulés avec la plus grande exactitude possible.

La grande majorité des machines à mouler faisant mécaniquement le remmoulage, fonctionne avec des châssis à trous; les machines possèdent des broches ou des guidages sur lesquels les trous ou guides viennent se repérer. Ces machines permettent de poser l'une des parties du châssis sur un plateau horizontal qui peut être animé d'un mouvement vertical, l'autre partie du châssis est posée sur des supports qui maintiennent le châssis de niveau par rapport au plateau de la machine. En faisant déplacer les deux parties du châssis l'une par rapport à l'autre on provoque la fermeture du moule. Ces dispositifs sont presque toujours complétés par un système de démottage; ce dernier pousse le sable hors des deux châssis qui sont maintenus en place durant cette opération par un dispositif de verrouillage.

Leçon 43. -

DESCRIPTION DE QUELQUES TYPES DE MACHINES A MOULER.

MACHINES A DEMOULER.

Machine BONVILLAIN et RONCERAY.- Type D - Fig.1
 Texte page 203 sous figure.

Machine " ADAPTABLE ".- Type Standard Machine-
 Fig.2 - Texte page 204 sous figure.

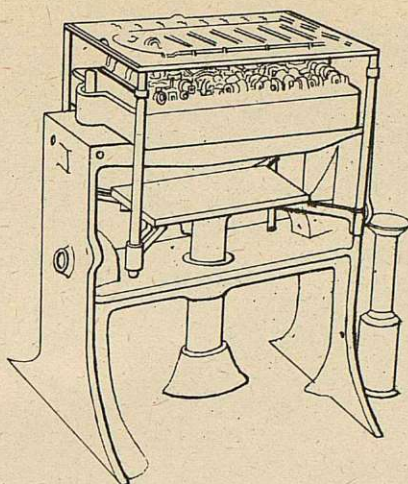
MACHINE A MOULER.

Machine UTARD.- Mouleuse n°2 - Fig.3 - Texte page
 205 sous figure.

Machine MARILLIER.- Mouleuse - Fig.4 - Texte page
 206, sous figure.

MACHINE A DEMOTTER.

Machine BONVILLAIN et RONCERAY à assembler et démotter.
Fig.5 - Texte page 207 sous figure.



MACHINE BONVILLAIN & RONCERAY . Type D. Fig.I

AGENT MOTEUR : Force humaine

SERRAGE : A la main par petits éléments

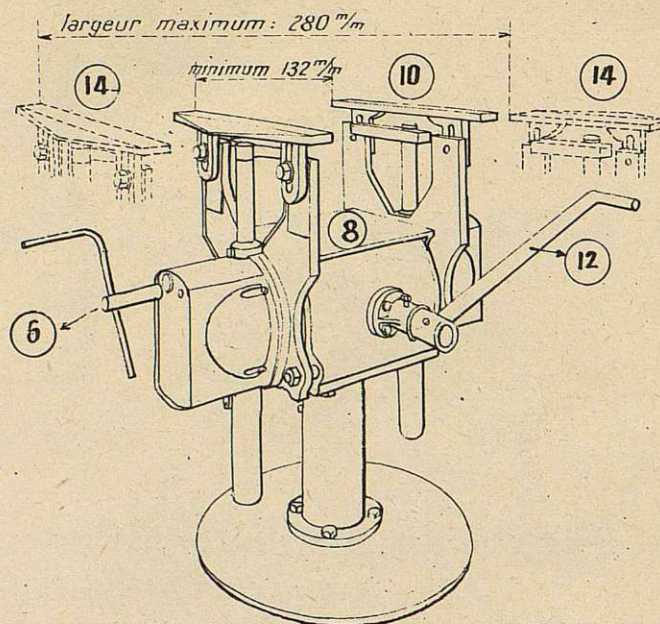
DEMOULAGE : Par soulèvement sans retournement; commande au pied par un intermédiaire hydraulique.

REMOULAGE : Inexistant.

MODELES & PLAQUES MODELES : Du type plaque modèle double avec ou sans peigne.

PARTICULARITES : Les chandelles de démoulage sont mobiles en hauteur et en position et par conséquent la machine peut convenir à des chassis de dimensions différentes et à des plaques modèles de hauteur variable.

Un dispositif de réglage par vis, monté sur les chandelles, permet de les régler facilement et par conséquent d'employer des chassis bruts. Le mouvement de soulèvement est obtenu par le piston coulisant dans un cylindre relié à un autre cylindre placé sur un autre côté de la machine par un tuyau. Des presse-étoupe convenables sont aménagés. Le démoulage se fait en faisant passer un liquide, de l'eau ou de l'huile, du cylindre latéral dans le cylindre de démoulage en appuyant sur un piston terminé par une pédale. La descente se fait à la gravité. La table porte-modèle, présente un grand trou, pour permettre le passage de dépoussoirs.



MACHINE " ADAPTABLE " - TYPE " STANDARD MACHINE " -

Fig. 2 -

AGENT MOTEUR : Force humaine.

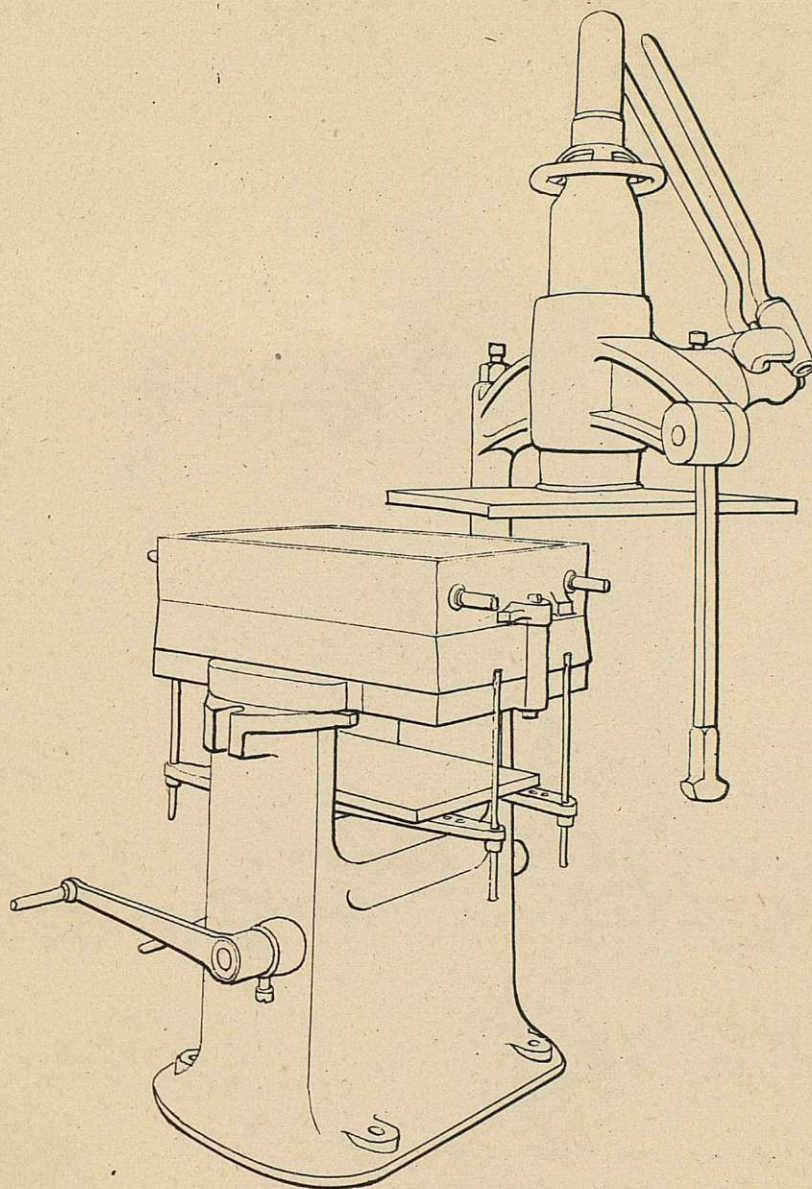
SERRAGE : à la main par petits éléments.

DEMOULAGE : Par abaissement du modèle ;

REMOULAGE : Inexistant;

MODELES & PLAQUES MODELES : Du type double avec ou sans peigne

PARTICULARITES : Le démoulage est obtenu par disparition du modèle généralement au travers d'un peigne le chassis étant supporté sur des plaques 10, réglables suivant les dimensions des châssis et qui peuvent s'écarter jusqu'en 14 ; ce réglage est obtenu par la manivelle 6. Le démoulage se fait par la manivelle 12 commandant le plateau 8.



MACHINE UTARD - MOULEUSE N°2 - Fig.3 -

AGENT MOTEUR : Force humaine.

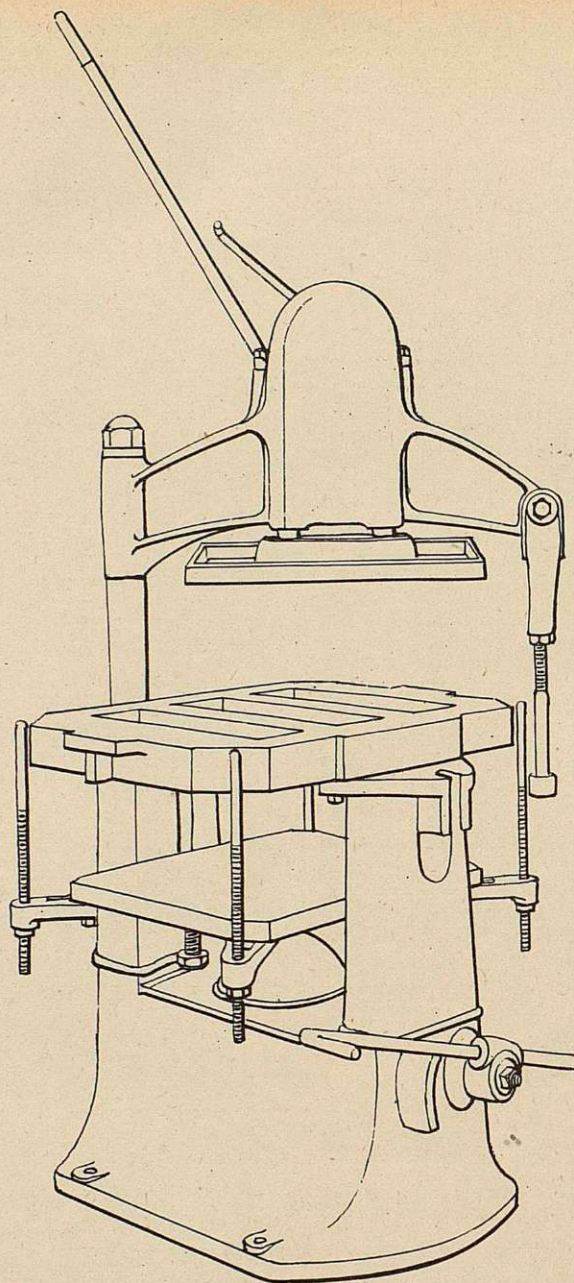
SERRAGE : Par pression piston descendant.

DEMOULAGE : Par soulèvement sans retournement.

REMMOULAGE : Inexistant.

MODELES & PLAQUES MODELES : Du type double avec ou sans peigne.

PARTICULARITES : Serrage par simple ou double levier et mouvement mécanique, traverse pivotant avec crochet à l'avant, démoulage à la main par manivelle et bielle.



MACHINE MARILLIER - MOULEUSE - Fig.4

AGENT MOTEUR : Force humaine.

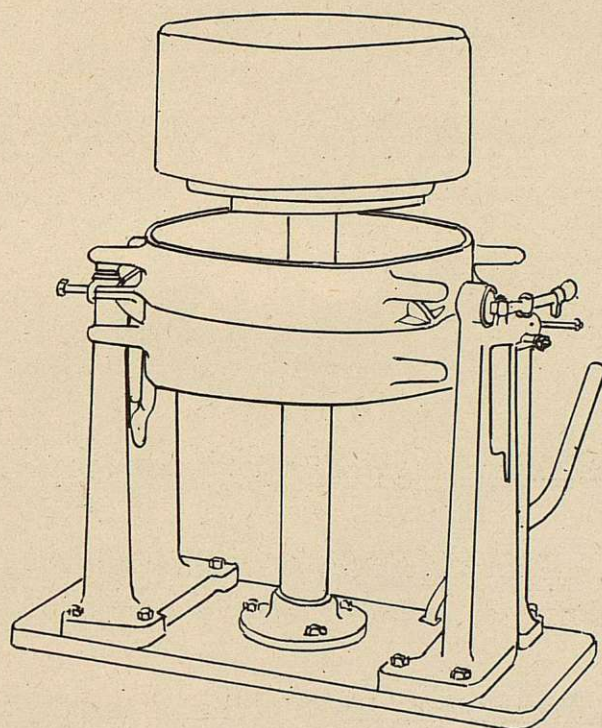
SERRAGE : Par pression piston descendant.

DEMOULAGE : Par soulèvement sans retournement.

REMOULAGE : Inexistant.

MODELES & PLAQUES MODELES : Type double avec ou sans peigne.

PARTICULARITES : Au moment du serrage on fait descendre le plateau de la presse en agissant sur la petite manette supérieure. Puis le serrage s'achève au moyen du grand levier à main.



AGENT MOTEUR:

Eau sous pression.

SERRAGE:

Inexistant.

DEMOULAGE:

Inexistant.

REMOULAGE:

Par soulèvement du châssis intérieur.

MODELES & PLAQUES:

Inexistants.

MACHINE BONVILLAIN & RONCERAY A ASSEMBLER & DEMOTTER.

FIG. 5.

Le démottage est l'opération qui consiste à sortir le moule de sable de son châssis avant la coulée. Cette méthode est excessivement intéressante, car elle permet une économie importante de matériel (châssis), le moule est très perméable, le travail de décrochage est beaucoup plus rapide.

Malheureusement elle n'est pas applicable dans la majorité des cas, et oblige d'armer la motte au moyen d'une frette en tôle ou en fonte.

Particularités: Cette machine à assembler et démotter constitue le complément d'une installation de machines à mouler. Elle réalise l'assemblage mécanique des deux parties de châssis et le démottage. Elle est munie d'un dispositif de contre-poids de telle façon que les châssis vides, après démottage, soient maintenus à la partie supérieure des goujons.

Les supports de goujons sont réglables en écartement sur le socle de la machine qui peut ainsi assembler des châssis de 3 écartements différents.

Elle est munie d'un dispositif arrêtant automatiquement la pression d'eau à fin de course. Un système de verrouillage permet l'immobilisation des châssis pendant le démottage.

Leçon 44 -

DESCRIPTION DE QUELQUES TYPES DE MACHINES A MOULER.

MACHINES A MOULER.MACHINES A SERRAGE PAR PRESSION. Commande hydraulique.

Démoulage sans retournement. - Machine BONVILLAIN et RONCERAY. - Type E - Fig.1 - Texte page 209 sous figure.

Démoulage par retournement. - Machine BONVILLAIN et RONCERAY. Type R - Fig.2 - Texte page 210 sous figure.

Démoulage sans retournement et démottage - Machine BONVILLAIN et RONCERAY. - Type D.F. - Fig.3 - Texte page 211 sous figure.

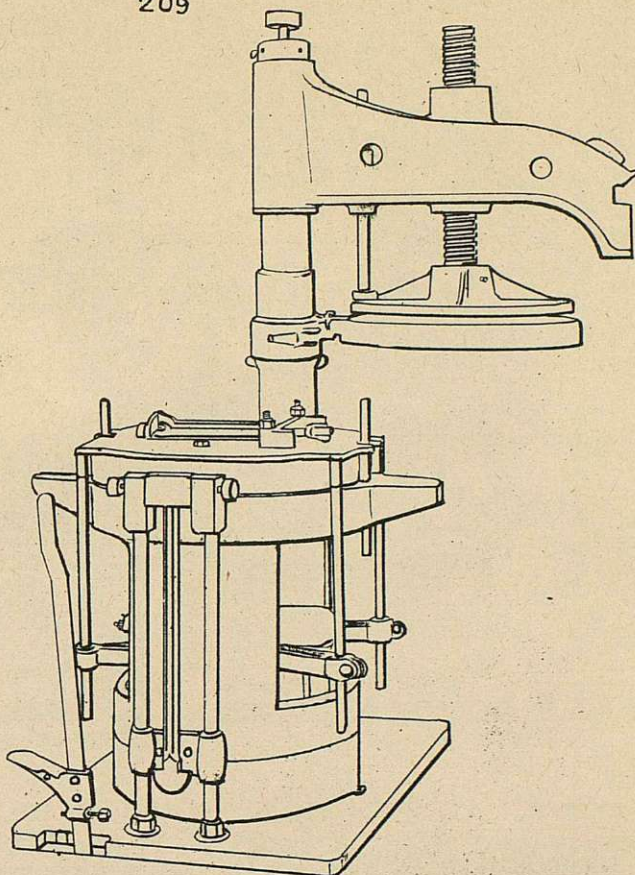
MACHINES A SERRAGE PAR SECOUSSES.- Commande air comprimé.

Démoulage sans retournement. Machine Nicholls.
Type D - Fig.4 - Texte page 212 sous figure.

Démoulage par retournement.

Machine TABOR à renversement. - Fig. 5,6 et 7 - Texte pages 213 et 214 sous figure.

Machine OSBORN. - Type 400 - Fig.8 - Texte page 215 sous figure.



MACHINE BONVILLAIN & RONCERAY TYPE E - Fig.I -

AGENT MOTEUR : Force hydraulique.

SERRAGE : Par pression, par ascension du piston

DEMOULAGE : Par soulèvement sans retournement.

REMOULAGE : Inexistant.

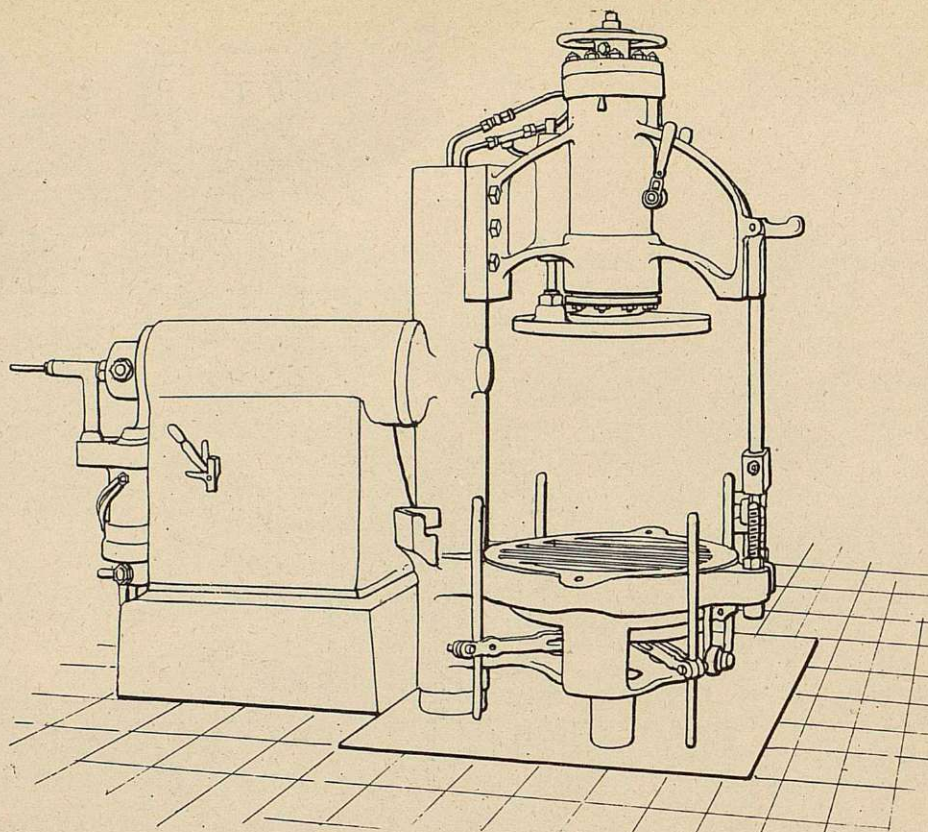
MODELES & PLAQUES MODELES : Du type double , avec ou sans peigne.

PARTICULARITES : Cette machine possède tous ses organes hydrauliques sous la table, enfermés dans des cylindres enveloppes, le cylindre de pression coiffant le piston.

Un seul levier permet de faire le serrage et le démoulage. Le sommier est monté sur la traverse tournant autour d'une colonne avec un dispositif d'acrochage avec verrou à l'avant.

Le réglage de la hauteur disponible au dessus de la table se fait par une vis qui traverse le sommier et à laquelle est fixé le plateau de façon rigide. La machine possède un grand trou qui permet le passage des dépoussoirs.

Le piston de serrage possède un arrêt de course et le piston de démoulage un arrêt de course dans les deux sens.



MACHINE BONVILLAIN & RONCERAY TYPE R. FIG. 2 -

AGENT-MOTEUR : Force hydraulique.

SERRAGE : Par pression, par descente du piston.

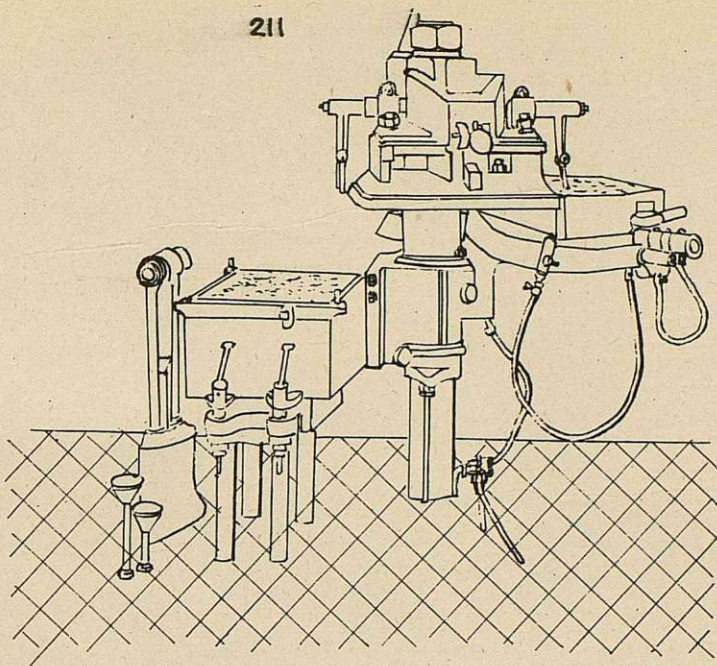
DEMOULAGE : Par retournement par abaissement du piston de serrage.

REMOULAGE : Inexistant.

MODELES & PLAQUES MODELES : Du type double avec ou sans peigne.

PARTICULARITES : Ce type de machine est destiné particulièrement à la fabrication des pièces ayant de grosses projections de sable telles que des marmites, boîtes à graisse, en deux pièces, bâti de dynamos, etc.. qui nécessitent le retournement pour éviter le détachement du sable sous son poids; mais elles peuvent fonctionner avec un démoulage ordinaire sans retournement. La rotation s'effectue autour d'un axe tournant dans un support fixé au sol.

La rotation et les trois mouvements de démoulage permettent la fabrication des pièces les plus compliquées. Le mouvement de démoulage du piston spécial peut accompagner sur une certaine distance le moule ou une partie de moule pendant le démoulage, après retournement, après abaissement du piston de serrage.



MACHINE BONVILLAIN & RONCERAY TYPE D.F. - FIG.3

AGENT MOTEUR : Force hydraulique pour le serrage et le remmoulage, air comprimé ou électricité pour les vibreurs.

SERRAGE : par pression, par piston ascendant.

DEMOULAGE : Par abaissement de la plaque modèle pour le chassis supérieur, par abaissement du chassis pour le chassis inférieur avec vibreur pneumatique ou électrique sur la plaque modèle.

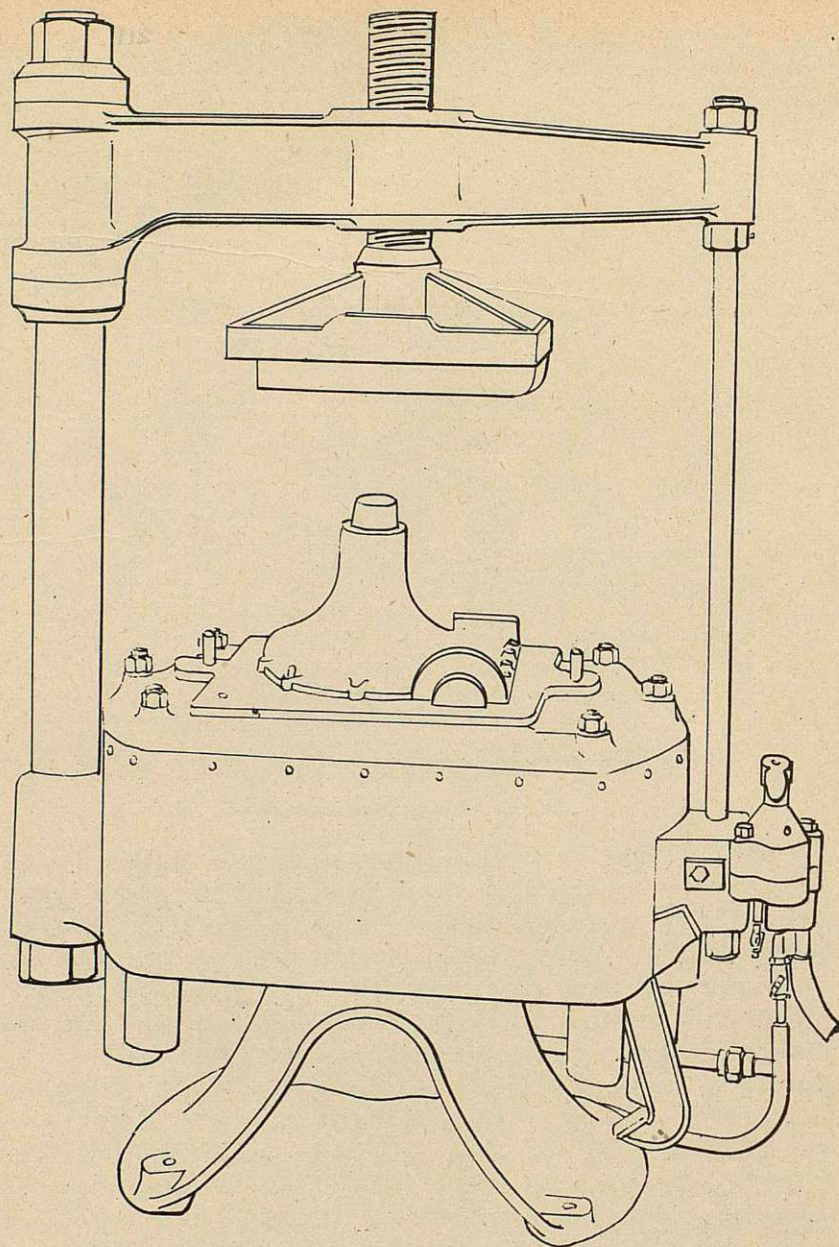
REMMOULAGE : Par ascension du piston.

MODELES & PLAQUES MODELES : Du type double face.

PARTICULARITES : Cette machine est destinée à la fabrication rapide EN MOTTES des pièces relativement plates sur plaque modèle double face. Les deux parties de chassis sont serrées simultanément, la plaque modèle étant intercalée entre les deux.

L'approche se fait par petit piston pendant qu'un gros aspire dans une bêche l'eau de remplissage du gros cylindre. Pendant ce temps, le chassis supérieur s'accroche automatiquement au chassis de la machine, le démoulage se fait en laissant descendre le piston pendant qu'on met en action les vibreurs, à air comprimé ou électriques. Le remmoulage se fait par ascension du piston, les deux chassis s'accrochent et redescendent ensemble; en agissant sur la pédale le démottage se produit.

La plaque modèle est posée simplement sur un support tournant autour de la colonne de la machine. Pour le remplissage des chassis, le sommier de la machine est écarté vers la droite; le support de plaques-modèles vers la gauche, le chassis inférieur et le support de plaques modèles occupent par rapport au sommier une position à 120° l'un de l'autre. Les deux chassis peuvent ainsi être remplis à la fois par un opérateur et un aide. L'opérateur met le sable tamisé, le joint étant en dessus, l'aide commence au contraire à placer le sable tamisé le joint en dessous. Les chassis pleins, le support et le sommier sont amenés en position et l'opération est exécutée comme ci-dessus.



MACHINE NICHOLLS - TYPE D.- FIG.4

AGENT MOTEUR : Air comprimé.
 SERRAGE : Par secousses et pression (en fin d'opération)
 DEMOULAGE : Par soulèvement, puis abaissement du modèle.
 REMMOULAGE : Inexistant.
 MODELES & PLAQUES MODELES : Du type double avec ou sans peigne.
 PARTICULARITES : Démoulage par cylindre auquel sont fixés des porte-chandelles qui soulèvent soit directement le moule, soit le moule par l'intermédiaire du peigne.

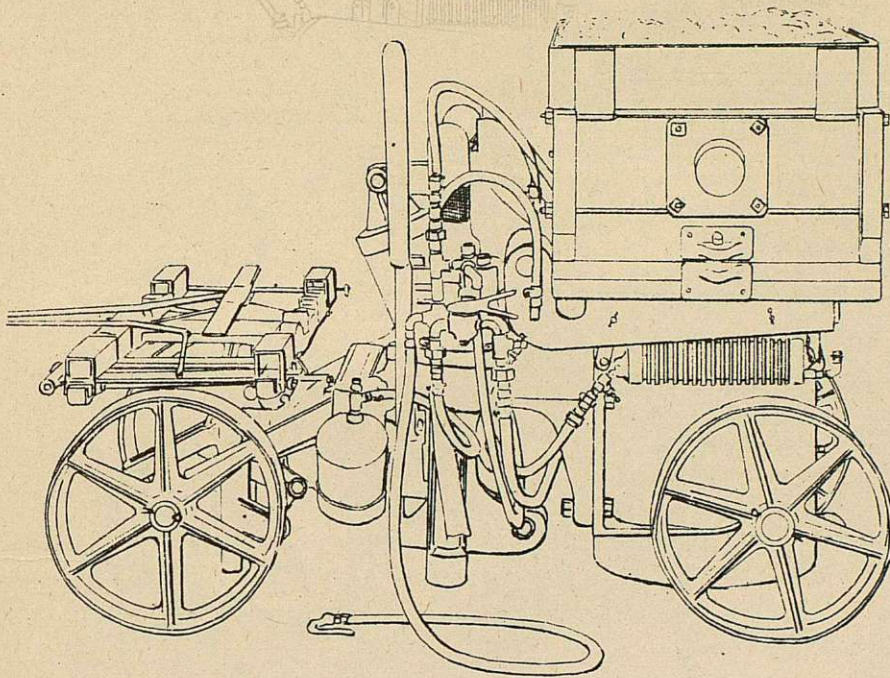


Fig. 5

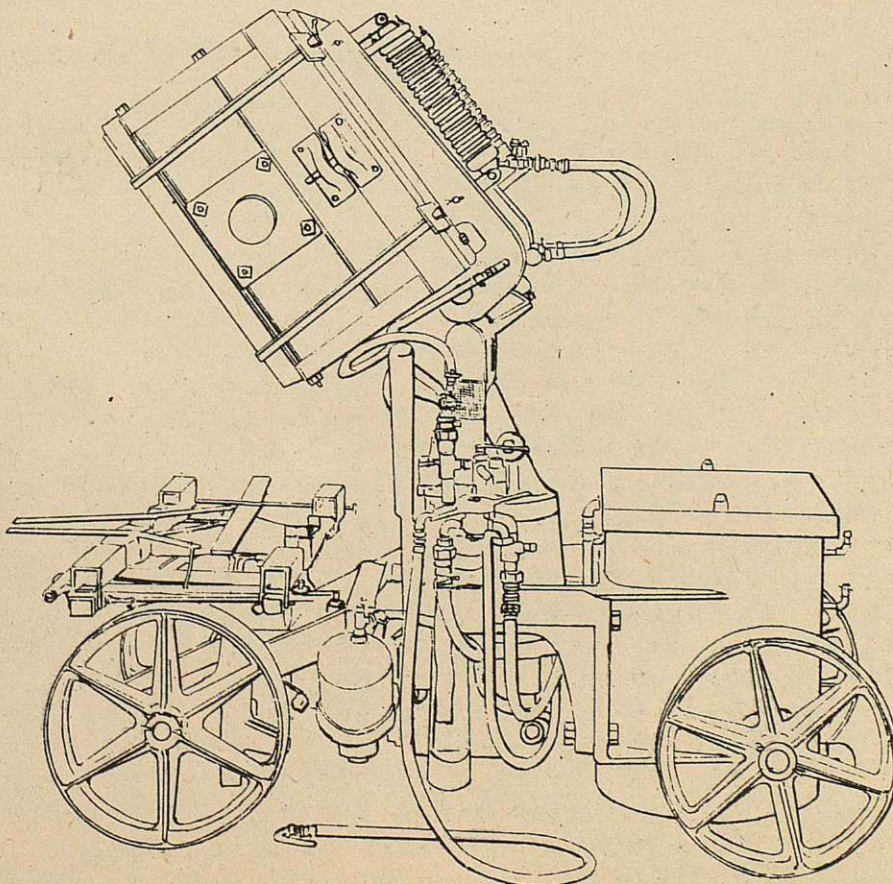


Fig. 6

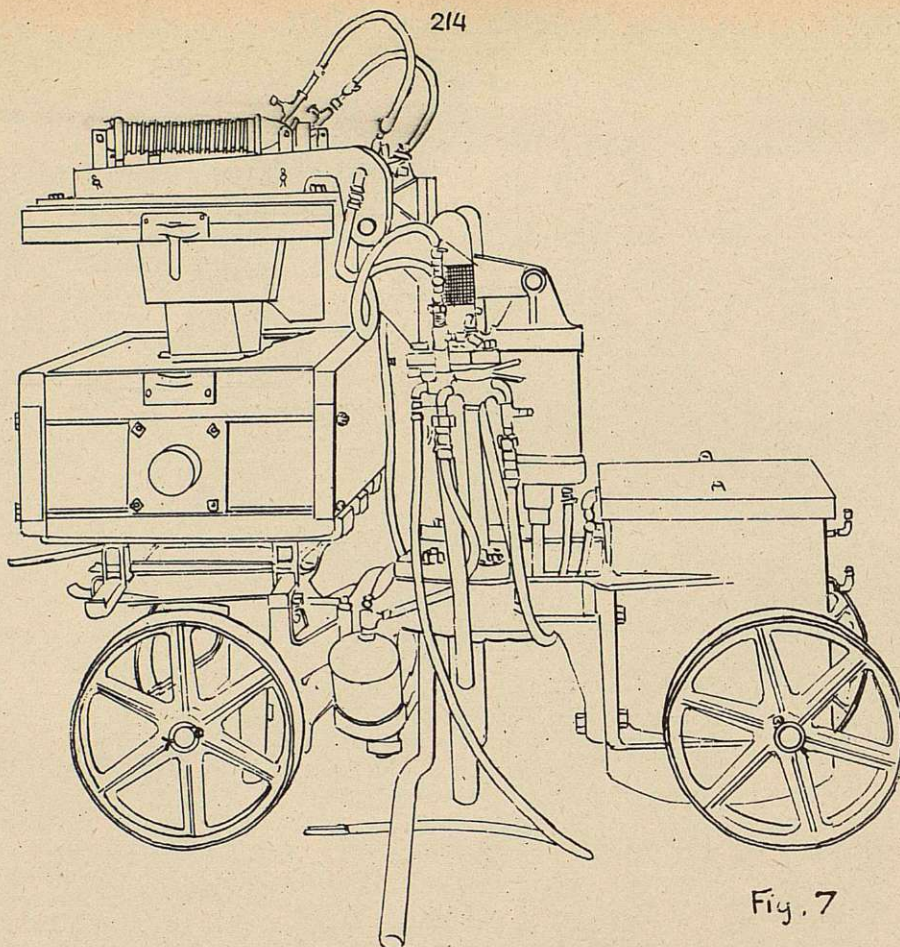


Fig. 7

MACHINE TABOR A RENVERSEMENT, FIG. 5, 6, 7.-

Les types de ces machines comportent :

AGENT MOTEUR : Force humaine seule, ou air comprimé et force humaine.

SERRAGE : A la main ou par secousses.

DEMOULAGE : A la main, ou par l'air comprimé, ou par soulèvement après retournement.

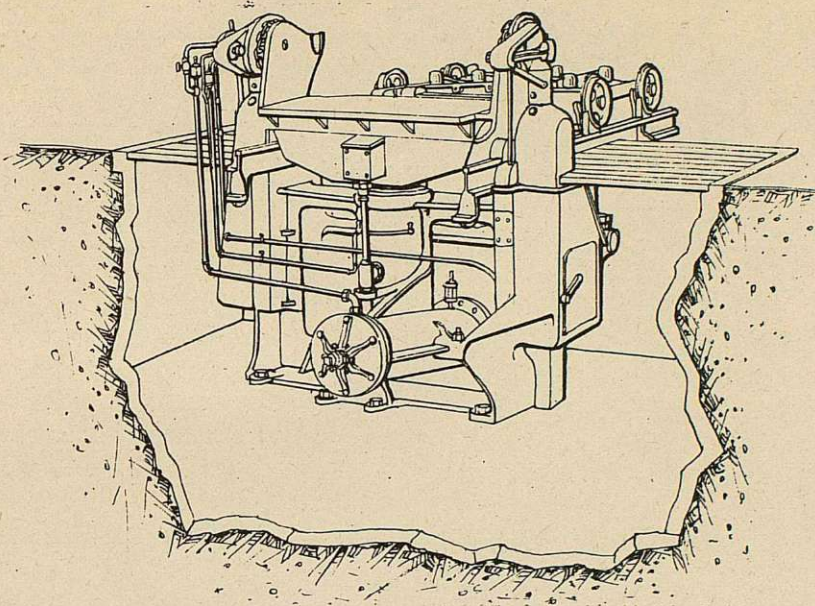
REMOULAGE : Inexistant.

MODELES & PLAQUES MODELES : Du type double avec ou sans peigne

PARTICULARITES : Le serrage est réalisé lorsque l'ensemble plaque modèle et plateau est dans la position de la figure 5. Cette figure et les suivantes représentent la machine à serrage par secousses. Celui-ci terminé, un plateau de fond est placé sur le chassis et l'ensemble est crampé. On retourne alors la plaque et le chassis qui viennent d'être serrés au moyen d'un levier et de ressorts ou de l'air comprimé. Dans ce dernier cas, le mouvement étant délicat on a recours à l'interposition d'un cylindre à huile.

La plaque est reçue sur une table fixe, réglable ou non en hauteur, placée à l'avant de la machine, on enlève les clavettes et on lève la plaque modèle et son support au moyen d'un levier. La plaque monte d'abord horizontalement puis tourne autour de l'axe transversal de la machine.

Ce démoulage ne peut être très précis puisque la plaque se trouve complètement en porte à faux, lequel augmente d'ailleurs avec les dimensions de la plaque-modèle.



MACHINE OSBORN - TYPE 400 - FIG.8

AGENT MOTEUR : Air comprimé et force humaine.

SERRAGE : Par secousses et à la main.

DEMOULAGE : Par soulèvement de la plaque modèle après retournement.

REMMOULAGE : Inexistant.

MODELES & PLAQUES MODELES : Du type double sans peigne.

PARTICULARITES : Le serrage se fait par secousses et est complété généralement à la pilette, la plaque-modèle et le châssis sont clavetés au plateau; pour opérer le démoulage, on fait monter et tourner l'ensemble au moyen du cylindre horizontal placé sous le plateau, le chariot est alors amené en place, le châssis descendu sur le chariot et déclaveté, puis l'ensemble des pièces mobiles est remonté au moyen d'un dispositif de démoulage à l'air comprimé ou électrique.

Le démoulage effectué on tire le chariot en arrière, ce qui libère le moule de la machine, on revient en position initiale et on recommence l'opération.

Leçons 45 & 46MOULAGE MECANIQUE.-

Exercices de disposition de modèles pour moulage mécaniques.-

--oOo--

DIRECTIVES.-

Cette leçon doit être faite si possible dans la fonderie.

On s'attachera aux différents points suivants :

- faire discerner par les exécutants les modèles qu'il sera plus avantageux de monter :
- a) sur machines à serrage par pression à rehausse supérieure ou inférieure.
- b) sur machines à secousses.
- Pour les modèles devant être montés sur des machines à serrage par pression il sera très important de faire discerner avec des exemples particulièrement choisis les cas où :
 - a) le démoulage par peigne est obligatoire,
 - b) le démoulage par peigne peut être évité, le peigne étant remplacé par un joint en chanfrein,
 - c) le démoulage direct sans retournement du moule est avantageux,
 - d) le démoulage après retournement du moule est indispensable.
- Il faudra prévoir un choix de modèles appropriés de telle façon que les auditeurs étudient la mise en chantier avec :
 - a) des plaques-modèles doubles,
 - b) des plaques modèles réversibles,
 - d) des plaques modèles double-face.

On s'attachera d'une façon rigoureuse à ce que les exécutants discutent et raisonnent les mises en chantier et les dispositions qu'ils proposent en leur montrant dans chacun des cas les avantages et les inconvénients des méthodes préconisées par eux. Aucun détail ne devra être négligé : la réalisation devra être suivie jusqu'en ses plus petites particularités qui toutes acquièrent en moulage mécanique une importance énorme.

On examinera les châssis à utiliser: châssis ronds, carrés rectangulaires, les possibilités de démottage. On montrera aux auditeurs les avantages et les inconvénients de ces différentes formes et méthodes en s'inspirant des leçons précédemment exposées sur les châssis.

On étudiera la mise en action:

-a) des rainures de tirage d'air, supprimant l'intervention de l'ouvrier,

-b) des rainures de tamponnage et d'étanchéité concourant au même but,

- la disposition des coulées, événements etc... dans les différents cas de plaques, pour que ceux-ci soient les plus faibles possibles.

Bien montrer l'importance de ces éléments dans une fabrication de série.

Leçon 47NETTOYAGE DES PIÈCES COULÉES.-

Triage - dessablage : à la râpe, à la brosse, au tonneau, au jet de sable etc...

--oOo--

La première des opérations qui suit la coulée est le décochage. Cette opération est très simple pour les pièces petites et moyennes qui sortent facilement du moule, surtout si elles sont coulées à vert ; elle devient délicate et compliquée pour les grosses pièces, moulées en sable d'étuve, lorsque le moule est garni de nombreuses armatures, crochets, etc... Le sable est en effet très résistant et doit être cassé à la masse. Le décochage est alors pénible et lent.

Les pièces une fois décochées sont dirigées vers l'ébarbage. Là les opérations diffèrent encore selon qu'on est en présence de petites ou de grosses pièces.

Les grosses pièces sont conduites directement à leur chantier d'ébarbage, entreprises de suite et conduites par le même personnel jusqu'à complet achèvement.

Les petites et moyennes pièces arrivent en vrac et doivent être triées pour que les opérations qui les concernent puissent se faire en série. Le premier travail est donc un travail de triage.

TRIAGE.-

Le triage des pièces est un problème d'autant plus complexe que les pièces sont d'autant plus diverses et d'autant plus petites ; il s'opère généralement à la main.

Les pièces sont disposées sur une table et classées dans des boîtes métalliques, de plus ou moins grande capacité, qui les accompagneront dans leurs diverses manutentions.

Les tables de triage peuvent être de simples tables en bois ou en fonte ; quelquefois ces tables sont constituées par des grilles métalliques, dont les trous sont plus petits, que la plus petite des pièces fabriquées ; sous la grille se trouvent des trémies, dans lesquelles tombe le sable resté adhérent aux pièces et qui s'en détache au cours du triage.

Suivant le genre de métal coulé, les coulées évents ou masselottes, sont détachées avant, après ou pendant le triage :

-a) en fonte : Les coulées sont généralement cassées sur le chantier au cours du décochage ; il en est de même des évents. Les masselottes sont détachées en fin d'ébarbage ou même seulement à l'usinage.

-b) en acier : On casse le plus possible les coulées et évents à chaud ; malheureusement c'est très délicat et les coulées, évents, masselottes accompagnent les pièces à l'ébarbage et sont détachées soit au burin pneumatique, soit la scie, soit, méthode de beaucoup la plus rapide, au chalumeau.

-c) alliages cuivreux et légers : Quand on le peut on détache les coulées et évents à chaud ; si la chose est trop délicate par rapport à la fragilité des pièces, on coupe les coulées à l'ébarbage soit au moyen d'une machine à couper les coulées, qui est une sorte de cisaille représentée figure I, soit à la scie à ruban. Le triage dans ce cas a lieu généralement après le sectionnement des coulées, évents, masselottes.

DESSABLAGE. - Le dessablage désigne l'ensemble des opérations qui ont pour but d'enlever le sable adhérent à la surface des pièces, et de vider celui qui constituait les noyaux. Les opérations sont très différentes s'il s'agit du sable adhérent à la surface ou de celui des noyaux d'intérieur.

Nous savons en effet que certains noyaux en sable extra siliceux aggloméré se débourent très facilement, mais que, par contre, les noyaux en sable ordinaire, en sable au crottin, en terre, durcissent fortement lors de la coulée et sont difficiles à extraire. Les armatures sont ici également une gêne très grande.

Des moyens très divers, depuis les plus simples jusqu'aux plus compliqués sont mis en oeuvre ; ce sont :

- les râpes : Celles-ci sont des pièces de fonte coulées contre une coquille métallique striée. Ces râpes sont manoeuvrées à la main, généralement par des femmes.

- les brosses métalliques : manoeuvrées à la main ou mécaniquement ; l'efficacité de ces dernières est assez grande, malheureusement elles dégagent une très grande poussière difficile à absorber, soit par des hottes, ou une aspiration

Les râpes et les brosses agissent seulement sur le sable adhérent aux surfaces extérieures. Pour le débouillage des noyaux nous trouvons :

- les marteaux à air comprimé agissant sur des burins très longs, dits débourreurs

- les pinces et leviers de toute sorte, etc...

D'autres moyens agissent à la fois sur le sable de surface et sur les noyaux; ce sont:

- les tonneaux à dessabler. - Ces tonneaux souvent cylindriques, sont constitués de panneaux en bois ou en fonte. On charge à l'intérieur les pièces à dessabler et des morceaux de fonte durs, cylindres, boulets, étoiles, etc... et quelques morceaux de bois. Le tonneau tourne autour de son axe; les pièces se choquent les unes contre les autres et le sable se détache des pièces. Certains tonneaux perfectionnés sont munis d'une aspiration d'air au travers des deux tourillons.

- l'eau sous pression : Ce procédé tout récent, paraît surtout intéressant pour de très grosses pièces. Ce sont des jets d'eau à très haute pression qui viennent frapper la pièce. Celle-ci se déplace devant les jets afin d'être atteinte sur tous ses points.

On trouve enfin tous les appareils de dessablage par projection de sable, de grès pulvérisé ou de grenaille métallique. Ces appareils agissent sur le sable de surface aussi bien intérieure qu'extérieure, mais lorsque les noyaux ont été débourrés. Le but n'est pas le déburrage des noyaux; ils facilitent cependant celui-ci lorsqu'ils sont combinés avec les tonneaux à dessabler ainsi que nous le verrons ultérieurement.

PRINCIPE DE CES APPAREILS.-

Ils sont basés sur le choc brutal de sable, de grès ou de grenaille contre la surface des pièces à nettoyer. Le choc se produit sous l'action d'un courant d'air comprimé à moyenne pression qui entraîne le sable, le grès ou la grenaille, et leur donne sa grande vitesse.

Le dessablage au jet de sable s'opère ou bien :

- au jet libre, ou bien
- sur tables roulantes, ou bien
- sur tables tournantes, ou bien
- dans des tonneaux rotatifs.

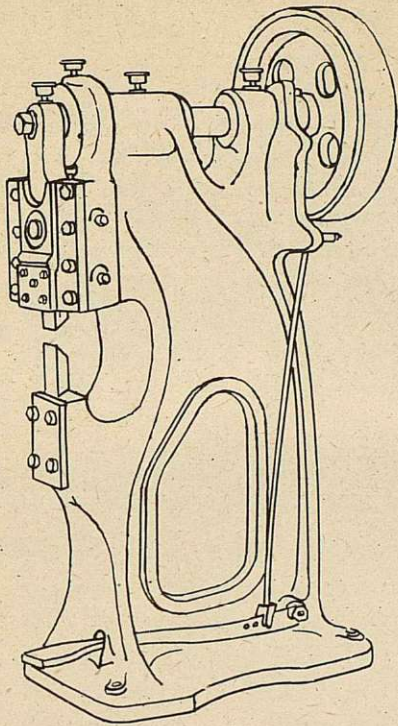
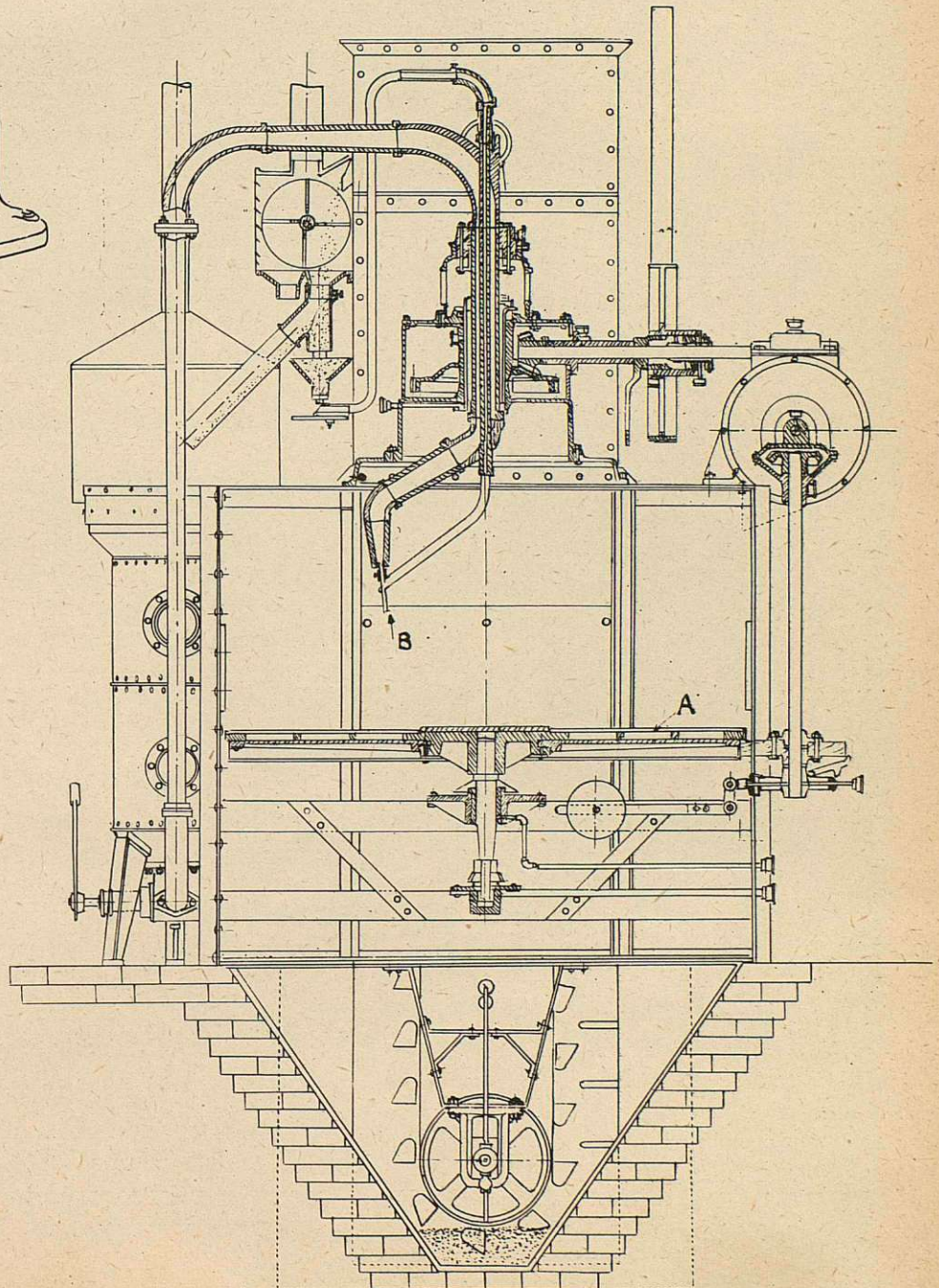


Fig. 1

Machine à couper les
coulées

Fig. 2



A) DESSABLAGE AU JET LIBRE.-

Les pièces sont enfermées dans une salle bien close, dont le sol est constitué par des grilles. L'ouvrier, casqué et protégé contre la poussière dirige le jet de la lance à jet de sable sur les pièces, soit de l'intérieur, soit de l'extérieur. Le sable projeté et le sable qui se détache de la pièce traversent la grille, sont rassemblés dans un appareil qui sépare les poussières et le vieux sable détaché de la pièce, de celui qui est susceptible de retourner à la lance. Le dessablage au jet libre est assez pénible lorsqu'il est pratiqué à l'intérieur même de la cabine.

B) DESSABLAGE SUR TABLES ROULANTES OU TABLES TOURNANTES.-

Le croquis d'une table de dessablage, table tournante est donné figure 2. (Suite du texte leçon 48).

Leçon 48NETTOYAGE DES PIÈCES COULÉES (Suite)

Dessablage - Ebarbage - Burins, etc... Meulage - Différents types de meules - Décapage à l'acide pour bronzage et patines.

--oOo--

C) - DESSABLAGE SUR TABLES ROULANTES OU TABLES TOURNANTES (suite).-

Ces tables sont surtout étudiées pour le dessablage de pièces minces et de grandes dimensions ; c'est pour ce genre de travail qu'elles trouvent leur maximum d'intérêt. Elles sont constituées d'une table A, qui tourne lentement. Des rideaux de cuir ou de caoutchouc, tombant d'une traverse qui surmonte la table, partagent celle-ci, en deux parties :

- une partie arrière qui contient tous les appareils de sablage,
- une partie avant, libre et accessible sans danger aucun.

L'ouvrier dispose ces pièces sur la partie libre, met la machine en action ; les pièces pénètrent dans la chambre arrière ; pendant ce temps la partie de la table qui était dans la chambre arrière au démarrage est garnie de pièces et ainsi de suite. Les pièces sont retournées sur la table pour être atteintes sur toutes leurs faces.

La chambre de sablage peut comporter un ou plusieurs jets, tel que B, agités mécaniquement pour mieux atteindre toutes les pièces.

Le sable détaché des pièces et le sable de dessablage tombent dans une trémie appropriée, d'où ils sont repris, transportés et triés. Le sable provenant des pièces et la poussière du sable de dessablage sont évacués ; le sable de dessablage retourne au jet de sable.

Le fonctionnement des tables roulantes est tout à fait analogue ; seulement elles sont spécialement étudiées pour des pièces longues.

D) DESSABLAGE AU TONNEAU ROTATIF.-

Le fonctionnement général de ces tonneaux est très analogue à celui des tonneaux ordinaires : ce sont en somme des

tonneaux à dessabler dans les tourillons desquels passent des jets de sable qui ajoutent leur action à l'action de choc mutuel des pièces les unes contre les autres. Un croquis de cet appareil est donné fig. I. Le sable détaché et le sable de dessablage sont recueillis et triés comme dans une table de sablage.

EBARBAGE.-

Le sable détaché et les noyaux débourrés il faut enlever les bavures, les attaches de coulées, d'évents etc... Ce travail se fait à la lime, au burin, à la meule, à la scie, au chalumeau etc...

L'ébarbage à la lime est lent, mais cependant particulièrement précieux pour les petites pièces moulées à la machine. En effet, si le moulage est bien fait, la pièce est propre et n'a que peu de bavures. Le meulage, toujours un peu brutal, risque de déformer une pièce ; tandis que l'ébarbage à la lime la finit proprement.

L'ébarbage au burin est excessivement courant et ne présente aucune particularité. Il est encore pratiqué à la main dans un certain nombre de fonderies ne possédant pas l'air comprimé et de ce fait est fort lent. L'ébarbage au burin monté sur marteau pneumatique est beaucoup plus rapide, mais est plus brutal et demande plus de soins.

L'ébarbage à la scie est pratiqué pour les alliages cuivreux et les alliages légers ; il est excessivement rapide, et lorsqu'il est bien fait est très propre.

L'ébarbage à la meule s'emploie dans tous les genres de fonderie.

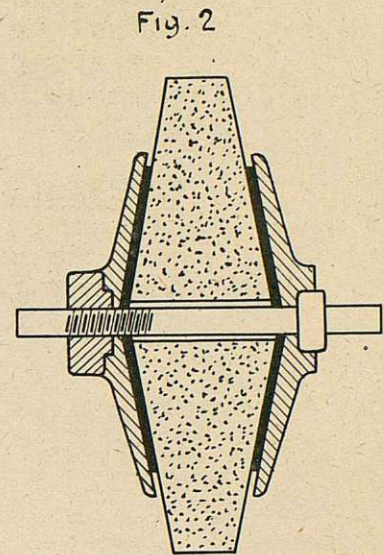
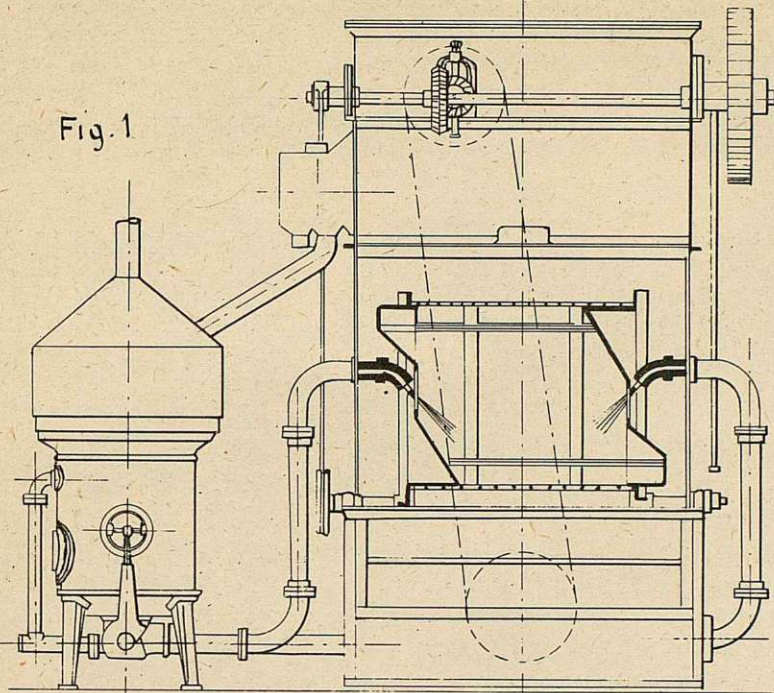
On distingue les meules sous divers noms suivant la façon dont elles travaillent.

Les meules sont dites ordinaires lorsqu'elles sont utilisées sur champ, sur leur petit côté.

On les désigne sous le nom de lapidaires lorsqu'elles sont utilisées sur leur grand côté.

On utilise en fonderie :

- les meules ordinaires simples ; il n'y a par conséquent qu'une meule montée sur le bâti. Ces meules sont utilisées ainsi lorsqu'on a d'assez grosses pièces à meuler.



- les meules ordinaires doubles : il y a deux meules ordinaires montées côte à côte sur le même bâti; c'est la méthode qui est généralement adoptée lorsqu'on doit meuler de petites et de moyennes pièces;

- les lapidaires simples ou doubles : le lapidaire n'est intéressant en fonderie que si l'on a de grandes parties plates à meuler.

Les meules et les lapidaires doivent être munis d'appareil de protection et d'aspiration de poussières. Les appareils de protection sont assez peu efficaces ; on pourrait les compléter avantageusement en employant des meules bi-coniques serrées entre des plateaux de forme fig.2. Des jeux de plateaux de diamètre de plus en plus petits sont placés au fur et à mesure de l'usure de la meule. Au montage on interpose entre la meule et les plateaux un disque de feutre.

L'aspiration des poussières montée sur les meules est difficilement efficace ; la grande vitesse de rotation de celles-ci entraînant très intimement les poussières métalliques. De plus elle refroidit fortement les mains des meuleurs et rend leur travail particulièrement pénible.

L'ébarbage au chalumeau est très intéressant pour l'acier dont la grande résistance et la malléabilité rendent tous les autres genres d'ébarbage particulièrement difficiles.

DECAPAGE A L'ACIDE.-

Le décapage à l'acide est quelque fois pratiqué pour des pièces de fonte et de bronze auxquelles on veut donner un bel aspect.

Il est couramment pratiqué par les fabricants de bronze d'art et de bronze d'imitation, afin d'obtenir des surfaces impeccables susceptibles de recevoir tous les enduits ultérieurs destinés à leur donner divers teintes de bronze et diverses patines.

Leçon 49CLASSIFICATION DES PIÈCES.-

Défauts - Principaux défauts rencontrés - Causes de ces défauts
 Utilité de leur recherche systématique.-
 Réparation de pièces défectueuses.-

Nota.- Il est nécessaire d'avoir des échantillons lors de l'exposé de la leçon.-

Un certain nombre de pièces présentant des défauts très apparents, ont pu être rebutées avant ébarbage. Mais le nettoyage et l'ébarbage font toujours apparaître un certain nombre de défauts. Bien entendu, si ces défauts sont suffisants pour faire refuser les pièces, l'ébarbage ou le nettoyage doivent être immédiatement arrêtés.

Il est excessivement important d'examiner systématiquement les pièces rebutées et ceci au jour le jour, afin que dès l'apparition du défaut la fabrication soit avertie et prenne ses dispositions pour le faire disparaître. Pour ce, les pièces mauvaises doivent être examinées en détail, au besoin cassées et même sciées afin que le diagnostic puisse être établi avec sûreté.

On va indiquer rapidement les principaux défauts rencontrés en fonderie.

PRINCIPAUX DÉFAUTS DE FONDERIE.-

Il est assez difficile de faire une classification exacte des défauts de fonderie ; on peut cependant établir les grandes classes suivantes :

- défauts provenant de la constitution des moules ;
- défauts provenant du métal,
- défauts provenant de la façon de couler le métal,
- défauts provenant d'accidents dus au décochage, aux manutentions à l'ébarbage.

A.- DÉFAUTS PROVENANT DU MOULE.-

Cette catégorie est de beaucoup la plus importante ; les défauts constatés peuvent provenir :

- a) - du modèle : celui-ci est quelquefois insuffisamment précis, mal repéré et provoque alors des variations ou coutures importantes sur les pièces.

b)- des cavités et porosités dues aux gaz. -- Les causes de ces défauts sont nombreuses ; ce sont :

- une insuffisance de perméabilité du moule et des noyaux,
- une insuffisance d'étuvage ou une trop grande humidité du sable pour les moules à vert,
- une coulée trop petite ou mal placée qui chauffe trop fortement une partie du moule, etc...

Les défauts de ce genre sont bien souvent rangés sous le nom général de soufflures. On peut les éviter et les faire disparaître en ayant un moule très perméable, une évacuation des gaz bien faite, en coulant chaud avec une coulée assez haute.

c)- des cavités et porosités dues à du sable entraîné, du laitier, ou autres. -- Ces défauts sont provoqués soit par :

- du sable tombé dans le moule,
- des parties de sable mal serrées se détachant à la coulée,
- une coulée mal propre, mal faite, mal engorgée qui laisse le laitier passer avec le métal, etc...

Ces défauts sont évités par un serrage soigné et un travail proprement exécuté.

d)- de fautes de serrage. -- Dans cette catégorie nous trouvons des défauts importants qui sont désignés sous les noms de :

- galles ou dartres,
- l'abreuvage ou " grippe et sable abreuvé ",
- de refus,
- rugosités, bosses ou forçages,

Les galles ou dartres sont ou bien des soulèvements partiels du sable des parois du moule, ou bien un enlèvement total d'une partie de cette paroi.

L'abreuvage, qui est désigné sous les noms de " grippe et sable abreuvé " est un défaut assez rare en fonderie de fonte, plus fréquent en fonderie d'acier et assez courant en fonderie de cuivre. Il se manifeste de différentes façons :

1°) La pièce peut présenter à différents endroits ou quelquefois sur toute sa surface des parties sur lesquelles le sable adhère très fortement, happé en quelque sorte par le métal qui a poussé de petites pointes entre les petits intervalles existant entre les grains de sable. On dit alors que la pièce est " grippée ou grippeuse " et il est très difficile de détacher ces différentes plaques de sable à l'ébarbage; celui-ci étant effectué, on constate qu'en dessous la peau de la pièce est rugueuse.

2°) Le défaut désigné sous le nom de " sable abreuvé " qui est une manifestation du même ordre, intéresse plus particulièrement les noyaux. On constate que le métal s'est infiltré dans le sable de ceux-ci, et forme quelquefois un réseau tellement serré qu'il est impénétrable et impossible à débourrer.

Ce défaut se constate plus particulièrement dans certains laitons et bronzes spéciaux.

On peut arriver à diminuer fortement l'abreuvage et même à le supprimer :

- par un serrage très soigné,
- par l'emploi d'un sable ayant beaucoup de corps et très réfractaire,
- par l'emploi d'enduits très réfractaires en couche assez épaisse,
- par une cuisson du moule et des noyaux, l'étuvage à faible température se révèle insuffisant dans ce cas particulier.

Le refus se manifeste par une déformation plus ou moins importante de la surface de la pièce, mais sans inclusion de sable. La partie d'une pièce qui présente ce défaut est en général semée de petites protubérances pointues.

Les galles et le refus sont causés par un manque de perméabilité dû à un serrage mal conduit.

Un cas particulier du refus est " l'effet Léonard ". Celui-ci est une porosité qui se manifeste en face d'une partie de sable particulièrement chauffée à la coulée. C'est ainsi que si on coule une pièce comme celle représentée fig.1, sans précautions particulières, on constate un défaut aux endroits indiqués A. On les fait disparaître en augmentant fortement la perméabilité.

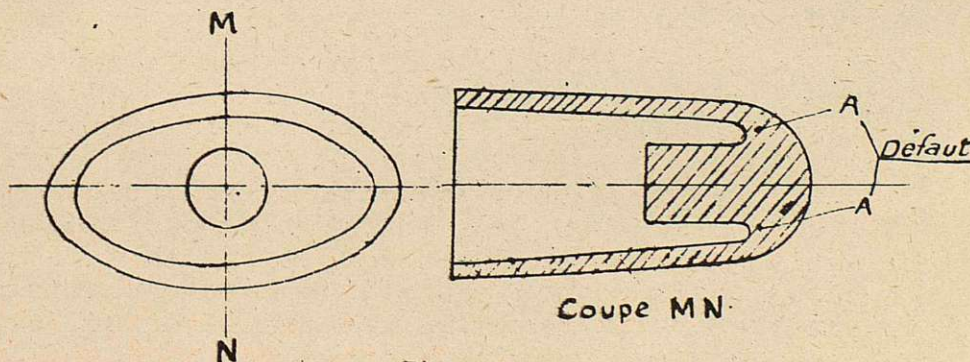


Fig.1

Les rugosités, bosses, forçages sont causées par des irrégularités dans l'exécution du serrage. Le remède est donc tout indiqué. Cependant ces défauts proviennent quelquefois de la mauvaise qualité du sable qui s'érode trop facilement au passage du métal.

e)- de fuite du métal. C'est un rebut très malheureux qui est causé par un manque de soins au remoulage ou par un chargement insuffisant du moule.

f)- de variations.- En dehors de celles provoquées par une inexactitude du modèle, on constate souvent des variations causées par une imprécision trop grande du repérage des chasis.

g)- de criques, ruptures, gauchissements.- Ces défauts proviennent d'une gêne opposée au retrait de la pièce, soit par le moule, les noyaux ou les armatures. Les remèdes faciles à trouver sont quelquefois difficiles à appliquer.

B.- DEFAUTS PROVENANT DU METAL.-

Ces défauts sont assez rares; ils proviennent d'erreurs dans la composition des charges ou d'une désoxydation insuffisante ou mal faite. Dans le premier cas le métal est trop dur ou trop mou; dans le deuxième cas il présente des piqures dues à des dégagements de gaz; ceux-ci proviennent des réactions qui se sont effectuées une fois le métal coulé, alors qu'elles auraient dû être terminées avant l'introduction du métal dans le moule.

C.- DEFAUTS PROVENANT DE LA FACON DE COULER LE METAL.-

On rencontre dans cette catégorie :

- la coulée à court, pour insuffisance de métal dans la poche ou une fuite du moule,
- l'entraînement de laitier et d'air par des coulées non engorgées; L'entraînement d'air avec des fontes un peu sulfureuses et coulées assez froides peut provoquer un dégagement de gaz sulfureux dans la pièce et partant des piqures. Ce défaut est quelquefois désigné sous le nom d'effet Custer.
- les reprises, soudure incomplète de deux courants de métal qui viennent se rencontrer,
- les gouttes froides, gouttes dures trouvées incluses dans la pièce et qui sont généralement provoquées par les premiers éléments du métal qui arrivent dans le moule, ou par une hésitation pour verser le métal au début de la coulée. C'est pourquoi il faut toujours terminer le jet de coulée par une petite

cavité appelée " cul d'oeuf ". fig.2 et qui retient les gouttes froides.

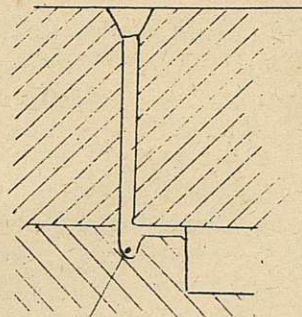


Fig. 2

*Cavité pour retenir
les gouttes froides.*

REPARATION DES DEFAUTS.-

L'examen des pièces qui arrivent à l'ébarbage permet de les classer en trois catégories : celles qui sont bonnes, celles qui sont mauvaises, celles qui sont douteuses et susceptibles après contre-examen attentif, d'une réparation.

Ces réparations peuvent se faire par :

- soudures à la poche, pour les pièces de fonte et de bronze,
- soudure au chalumeau, à l'arc électrique pour les pièces d'acier et d'alliages légers.

Enfin il existe pour la réparation de pièces en fonte des produits appelés " mastic ou " ciment " qui permettent de boucher des cavités sans importance pour le fonctionnement ultérieur de la pièce.

Ces produits doivent être employés à bon escient et si possible en accord avec le client auquel est destiné la pièce.

Leçon 50

EXERCICE PRATIQUE SUR LES DEFAUTS DE FONDERIE.-

--oOo--

DIRECTIVES.-

Cet exercice comprendra deux parties.

1ère PARTIE.-

Au cours de cette première partie on reprendra les pièces types défectueuses présentées rapidement aux apprentis lors de la leçon précédente sur les défauts de fonderie, ou bien d'autres pièces présentant les mêmes défauts caractéristiques. On montrera avec le plus grand soin par quels signes se manifestent et se caractérisent sur les pièces ces défauts.

Si la chose est possible on aura réuni plusieurs échantillons d'un même défaut.

2ème PARTIE.-

Cette deuxième partie doit être une application à la fois de la leçon 49 et de la première partie de cet exercice. On aura réuni un grand nombre de pièces diverses présentant les défauts précédemment examinés. Ces pièces seront distribuées aux apprentis qui devront :

- a)- Etablir le type du défaut que présentent les pièces qu'ils ont examinées.
- b)- Indiquer sur quelles constatations ils basent la connaissance de ce défaut;
- c)- Indiquer les causes probables du défaut relevé;
- d)- Donner les remèdes à prévoir et les précautions à observer pour supprimer ce défaut lors des moulages ultérieurs.

Cette leçon si elle est bien comprise peut être d'un profit énorme car elle développe au plus haut point l'esprit d'observation, de recherche et de critique chez des individus désireux de s'instruire. Ne pas omettre de diriger cette leçon en tenant compte de la méthode d'expérimentation scientifique et pour cela suivre les différents facteurs et les faire varier séparément et l'un après l'autre.

Leçon 51

RECEPTION - EXPEDITION - ORGANISATION - Contrôle de certaines pièces - Pesage - Finition de certaines fabrications.-

--oOo--

Après ébarbage la pièce est prête à livrer au client ou à passer à l'atelier d'usinage. Si toutes les pièces qui sont ébarbées dans une journée partaient le même jour chez ceux qui les ont commandées, le problème de l'organisation des expéditions serait simplifié. Malheureusement il n'en est pas ainsi: les diverses commandes d'un même client n'en sont pas au même état d'avancement; il faut attendre qu'il y ait ou bien un nombre important de pièces, ou bien un poids suffisant pour qu'une expédition en vaille la peine. Bref les pièces ébarbées doivent attendre avant expédition, et il est indispensable de s'organiser pour s'y retrouver.

Plusieurs méthodes sont possibles suivant la fabrication de l'usine :

- ou bien les pièces sont classées par types,
- ou bien les pièces sont classées par clients, ou groupe de clients.

Les petites pièces sont mises soit en casiers, ou ce qui est encore mieux si la place le permet, conservées dans les boîtes qui ont servi à leurs manutentions dans l'ébarbage. Les moyennes et grosses pièces sont empilées prêtes à partir.

De toute façon il faut beaucoup d'ordre et de méthode, il faut qu'un classement existe pour qu'on sache où se trouvent les pièces et qu'on puisse renseigner si besoin et le client et la fabrication.

Ceci s'obtient au moyen de fiches qui peuvent en même temps servir au contrôle du travail de l'ébarbage. La situation de la pièce est notée et dès qu'elle est livrée la fiche est annulée.

La même fiche portera les indications de poids et de nombre en vue de l'établissement :

- du bordereau de livraison, qui donne au client le poids et le détail de ce qui lui est livré, afin qu'il puisse contrôler la réception,

- de la facture qui se base, soit sur le poids, soit sur le nombre de pièces, selon que le prix de vente a été établi à la pièce ou au poids.

Le pesage prend des formes différentes selon qu'on se trouve en présence de petites pièces ou de moyennes pièces. En effet certaines pièces de très petites dimensions, de très faible poids, faites en très grande série, vendues à la pièce demanderaient un temps considérable pour les compter.

On en compte un certain nombre : 10, 20... 50, 100, suivant les dimensions, et on les pèse. On pèse ensuite le total; une simple division donne le nombre de pièce. Il est évident que la vente au poids facilite les opérations.

Certaines fonderies spécialisées dans la très petite pièce, ont même des balances automatiques, identiques à celles qu'on trouve chez les commerçants et qui donnent par lecture directe le poids au gramme près et le prix correspondant.

Les pièces de dimensions plus fortes sont pesées soit sur balance Roberval, analogues ou balances des ménagères, mais plus robustes, soit sur des bascules ordinaires.

Dès que les tonnages unitaires à peser deviennent importants, on a recours soit :

- aux pesons ou aux romaines, accrochés aux appareils de levage
- au pont-basculé. A ce moment on procède quelque peu différemment. Dans tous les autres cas envisagés, les pièces avaient été pesées avant d'être chargées; là c'est le contraire. On fait au préalable la tare de la voiture, du camion, du wagon c'est-à-dire qu'on en détermine très exactement le poids: soit : p ce poids.

On charge la pièce sur le moyen de transport considéré, et on repasse sur le pont-basculé; le poids constaté est alors P . la différence :

$$P - p$$

donne le poids de la pièce.

CONTROLE DE CERTAINES PIECES.-

Certaines pièces doivent être livrées avec certaines conditions de précision dans leurs différentes dimensions. Pour s'éviter des frais inutiles et des réclamations, un contrôle avant livraison doit être fait. Ce contrôle s'effectue au moyen de gabarits ou calibres de vérification.

Ceux-ci présentent entre certaines de leurs parties des cotes parfaitement déterminées ; ils sont de forme appropriée aux pièces à contrôler et il suffit de les présenter sur ces dernières pour se rendre compte de leur exactitude. Ainsi pour vérifier la longueur d'une pièce quelconque, représentée fig.1, il suffira d'exécuter un calibre tel que B, dont l'écartement entre les deux branches a est égal à la longueur de la pièce.

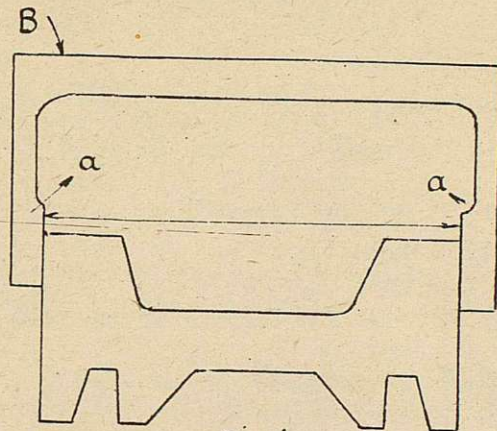


Fig.1

D'autres pièces comme les cylindres d'automobiles, des vannes, des robinets, les tuyaux de conduite, subissent un essai d'étanchéité sous

l'action de l'eau sous pression.

FINITION DE CERTAINES FABRICATIONS.-

La terminaison d'un certain nombre de pièces comporte diverses opérations qui sortent un peu du domaine de la fonderie; ce sont :

- la peinture,
- le goudronnage, pour les tuyaux de conduite, les plaques d'égouts, etc...
- l'application de dépôts protecteurs et décoratifs, comme le bronzage, l'émaillage, le bleuissage, ces derniers spécialement réservés à la fonte.

Ces opérations ne sont indiquées ici qu'à titre documentaire.

Par contre, rentre dans le domaine de la fonderie le recuit de petites pièces de fonte, trop dures pour être usinées facilement; le recuit des pièces de fonte douce ou de fonte trempée pour la suppression des tensions intérieures; le recuit des pièces d'acier moulé effectué en vue de la modification de la cristallisation, de la suppression des tensions intérieures, et d'une remise à la forme, si besoin est.

Leçon 52

ESSAIS MECANIQUES.-

Essai au choc - Mouton des chemins de fer - Essai de traction - Essai de flexion - Appareil de Monge - Appareil Frémont - Essai de compression - Essai de dureté - Méthode Brinell - Appareil de Guillery - Méthode de cisailage Frémont.-

--oOo--

ESSAIS MECANIQUES.-

En dehors des conditions de composition chimique, les produits moulés sont soumis à des essais mécaniques.

Ces essais sont généralement pratiqués à froid sur des éprouvettes ou bien coulées avec les pièces, ou bien prélevées sur la pièce même ; ils consistent en essais de choc, de traction, de flexion, de compression, de dureté, de cisaillement.

Ces essais sont la mesure de la résistance qu'oppose le métal à une déformation qu'on veut lui faire subir ; on mesure la résistance aux déformations d'une éprouvette de même composition que la pièce pour avoir une indication de la résistance qu'opposera la pièce aux efforts qu'elle doit subir. Cependant il faut remarquer que le refroidissement de l'éprouvette, s'opère par conséquent toujours dans les mêmes conditions car elle a toujours la même section. Le refroidissement de la pièce par contre varie avec les différentes épaisseurs de celle-ci.

Donc deux éprouvettes attenantes à deux pièces ayant des épaisseurs très différentes, coulées en même métal, doivent pratiquement donner des résultats identiques. Alors que par suite des différences de vitesse de refroidissement, des éprouvettes prélevées sur les pièces elles-mêmes ne donneront pas des résultats comparables.

De là l'intérêt d'essais mécaniques sur des éprouvettes prélevées dans les pièces mêmes.

ESSAI DE CHOC.- MOUTON DES CHEMINS DE FER.-

On laisse tomber un mouton de 12 Kgs sur une éprouvette reposant sur deux appuis. On mesure la hauteur pour laquelle l'éprouvette casse et le nombre de coups nécessaires pour la casser, la hauteur de chute augmentant avec le nombre de coups fig. I.

Ainsi supposons qu'on laisse tomber le mouton d'une hauteur de 40 cm. le barreau ne rompt pas. La deuxième chute aura lieu d'une hauteur de 45 cm. la troisième d'une hauteur de 50 cms et ainsi de suite jusqu'à rupture.

Les éprouvettes sont des barreaux de section carrée, de 40 m/m de coté et de 200 m/m de longueur.

MOUTON GUILLERY.-

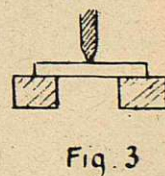
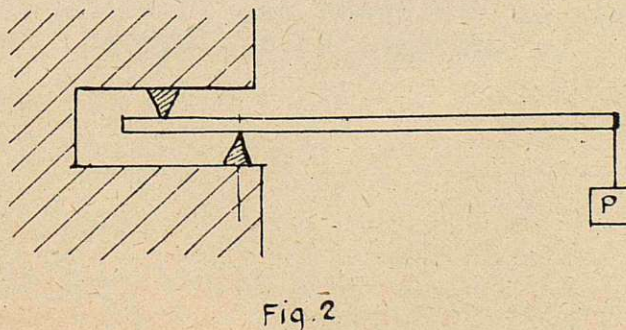
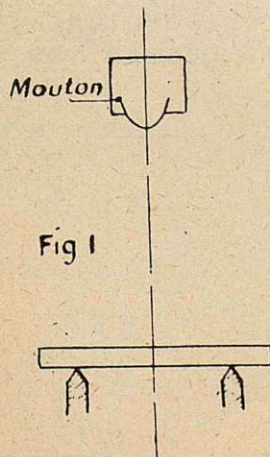
L'essai s'effectue sur une petite éprouvette de section carrée de 10m/m de coté et de 60 m/m de longueur et qui peut être prélevée sur la pièce, d'où supériorité de cette forme de l'essai sur la précédente. D'autre part le mouton Guillery mesure très exactement le travail absorbé pour rompre l'éprouvette et donne par conséquent des résultats beaucoup plus exacts et comparables.

ESSAI DE TRACTION.-

L'essai à la traction a pour but de déterminer l'effort nécessaire pour rompre une éprouvette donnée en tirant sur ses deux extrémités. La fonte qui ne possède presque pas d'allongement avant rupture demande que les efforts soient exercés absolument dans le même axe ce qui pratiquement est presque impossible; aussi l'essai de traction pour la fonte est-il sans grande portée pratique.

ESSAI DE FLEXION.-

L'éprouvette de fonte est comme pour l'essai de choc au mouton des chemins de fer, placée entre deux couteaux, mais la position des couteaux est différente fig.2. On charge l'extrémité du barreau jusqu'à obtenir la rupture. On en détermine la résistance à la flexion du métal. L'appareil basé sur ce principe est désigné sous le nom d'appareil de Monge.



APPAREIL DE FRÉMONT.-

L'appareil de Frémont permet de faire ces essais de flexion sur des éprouvettes prélevées dans la pièce. Celles-ci sont placées sur deux supports comme l'indique la figure 13. Un couteau s'appuie sur le milieu de l'éprouvette sous l'action d'un gros ressort à boudin et en provoque la rupture.

ESSAI DE COMPRESSION.-

Cet essai, rarement pratiqué, est inverse de celui de flexion : on appuie sur les deux extrémités de l'éprouvette.

ESSAI DE DURETE.-

La dureté se mesure de deux façons :

- soit par un essai de perçage dans des conditions données.
- soit par la méthode de Brinell.

Dans cette dernière on mesure le diamètre de l'empreinte que fait sur la surface d'une pièce, une bille d'un diamètre donné appuyée sur cette pièce par un effort constant. Il est bien évident que plus la surface est dure, moins la bille pénètre dans la pièce et plus le diamètre de l'empreinte est petit.

L'appareil de Guillery pour l'essai de dureté applique ce principe; la constance de l'effort est obtenue par l'écrasement de rondelles Belleville qui limitent la pression exercée.

ESSAI DE CISAILLEMENT.-

Cet essai dû à Frémont s'effectue sur des éprouvettes de très petites dimensions prélevées dans la pièce. Dans cette machine, comme dans les machines à traction, et les machines de flexion du même inventeur, la courbe représentant les efforts subis par l'éprouvette se trace automatiquement ce qui facilite considérablement les essais.

Leçon 53EXERCICES PRATIQUES D'ESSAIS MECANQUES A L'ATELIER.-

--oOo--

NOTA.-

Pour que cette leçon ait une portée il est indispensable que l'organisateur des cours conduise ses auditeurs dans une usine possédant un atelier d'essais mécaniques organisé. Bien entendu il ne sera probablement pas toujours possible de présenter toutes les machines dont il a été parlé au cours de la leçon 52 ; mais il sera toujours possible de s'organiser pour présenter le plus de machines possibles.

DIRECTIVES.

Au cours de cette leçon on s'attachera à présenter les machines ; les détails de réalisation mécanique ne sont pas de grande importance pour les auditeurs et pourront être laissés de côté. On s'attachera avant tout à leur montrer :

- la réalisation de l'effort exercé par la machine : choc, traction, flexion, cisaillement, compression,
- comment sont disposés les échantillons d'essais soumis à ces efforts,
- comment ces efforts sont transmis aux cadrans ou graphiques de mesure,
- comment on lit les résultats enregistrés par ces appareils de mesure.

L'interprétation de ces résultats ne sera faite que si l'auditoire est susceptible de comprendre.

Leçon 54EXERCICES PRATIQUES D'ESSAIS MECANQUES A L'ATELIER.

--oOo--

NOTA.-

Même observation générale que pour la leçon précédente.

DIRECTIVES.-

Durant cette leçon on exécutera des essais aussi nombreux que possibles.

On cassera un certain nombre de barreaux au mouton des chemins de fer en partant de fontes de qualité ordinaire pour terminer avec des fontes aciérées. Les élèves se rendront compte des hauteurs de chute plus élevées dans ce dernier cas, ainsi que du plus grand nombre de coups nécessaires pour obtenir la rupture.

Aux essais de traction on fera ressortir avec soin la façon très différente dont se comportent les différents alliages et combien sont différents les allongements de rupture des fontes, des aciers, des alliages cuivreux ainsi que des alliages d'aluminium. Des observations analogues seront faites pour les essais de compression et dureté.

On insistera particulièrement sur les soins à prendre dans la réalisation de ces essais mécaniques surtout dans les essais de traction. Bien montrer que ces essais ne donnent d'indication que si la méthode opératoire est suivie avec soin.

Leçon 55ORGANISATION DE LA PRODUCTION.-

Outillage à donner à chacun pour éviter le temps perdu - Organisation - son importance - La science du mouvement.-

--oOo--

"ORGANISER C'EST PREVOIR".-

Ce facteur primordial a été et est encore très négligé en fonderie. Cependant devant la concurrence de plus en plus grande qui s'exerce entre les différentes fonderies, devant les crises subies par l'industrie dans cette période troublée de l'après guerre, devant la diminution de la main d'oeuvre compétente et de sa valeur, l'importance considérable de ce facteur s'est démontrée d'elle même et maintenant les recherches et les modifications avancent à pas de géants dans cette direction.

Il existe malheureusement encore un grand nombre de fonderies où l'on ne sait pas s'organiser, où l'on ne sait pas prévoir. On compte sur l'ouvrier; or si nous regardons de près, nous constatons, que malgré lui, l'ouvrier perd un temps considérable pour faire sa mise en chantier. De plus si on ne lui donne aucune indication sur le moulage de la pièce dont le modèle vient de lui être remis, il peut entreprendre ce moulage soit :

- à l'inverse des conditions de réussite de la pièce, soit
- par une méthode de beaucoup trop longue, différente de celle sur laquelle on s'était basée pour établir le prix de revient, et par conséquent dans les deux cas le résultat se traduit par une perte.

L'organisation étant la prévision de toute une fabrication depuis son commencement jusqu'à son achèvement, on est automatiquement amené à examiner tous les détails de la dite fabrication, à y réfléchir et par conséquent à trouver des solutions intéressantes et productives.

Au lieu de remettre purement et simplement un modèle arrivant en fonderie entre les mains de l'ouvrier chargé de son exécution, on examinera ce modèle, ou mieux si possible, les plans de la pièce, et on déterminera :

- son mode de moulage,
- le matériel qui sera nécessaire : châssis, armatures, outils spéciaux, etc...
- le noyautage : armatures, coquilles, composition des différents sables, etc...
- le remmoulage : tamponnages spéciaux, supports, vérification des épaisseurs, etc...
- le mode de coulée et si besoin la température de coulée,
- la composition du métal à couler et son obtention,
- l'ébarbage et les traitements spéciaux si besoin.

Le travail ainsi fait est résumé sous forme de directives pour les différents services intéressés, et on est assuré que l'exécution est bien conforme aux prévisions établies. Il est inutile d'ajouter que les temps nécessaires pour chacune des opérations envisagées ont été estimés et doivent être contrôlés, pour redresser les erreurs qui ont pu être commises.

Cette étude si importante est faite dans les grosses et moyennes fonderies au " Bureau de Préparation du Travail " qui reçoit les directives et le contrôle du chef de la fonderie elle doit être faite par le chef de fonderie lui-même dans les petites installations, mais alors sous une forme plus simplifiée, puisque c'est le même homme qui prévoit, assure et contrôle l'exécution.

Cette prévision détaillée du travail conduit directement à deux facteurs primordiaux pour la production :

- l'étude de l'outillage,
- l'étude des mouvements d'exécution.

L'étude de l'outillage amènera la réalisation de modèles excellents et d'un démoulage facile, de châssis appropriés, légers, sans jeu, de noyaux bien faits, etc... Le sable sera amené à pied d'œuvre, les châssis et les armatures également. Non seulement l'outillage sera abondant, mais il sera toujours mis à la disposition de l'ouvrier, dans son propre chantier, au moment où il devra l'utiliser.

Ces différents facteurs dont nous venons de parler acquièrent une importance encore plus grande dans le moulage mécanique que dans le moulage à la main. On est arrivé en effet en moulage mécanique, à une telle vitesse de production de la machine proprement dite, qu'une amélioration de celle-ci ne peut porter que sur des secondes.

C'est donc dans la suppression des pertes de temps, par l'amélioration de l'outillage, par l'étude des mouvements pour

le service de la machine et l'évacuation des moules, châssis, arrivée du sable etc... que l'on peut obtenir une augmentation de production.

L'étude des mouvements est la méthode qui permet d'arriver à ce résultat. On observe attentivement les opérations faites par l'ouvrier et on les décompose en un certain nombre d'intervalles se reproduisant périodiquement; ces intervalles sont soigneusement chronométrés, puis étudiés de façon à déterminer si l'opération faite dans cet intervalle est utile et la plus courte possible.

On examine les différents moyens de la réaliser d'une façon plus rapide et moins fatigante pour l'ouvrier. De ces observations naissent des solutions, quelquefois inattendues, mais généralement très fructueuses.

C'est ainsi qu'on constate une augmentation de production très grande, et une fatigue moins élevée, chez l'ouvrier, qui prend son sable dans une soute à hauteur de la table de sa machine à mouler au lieu de le pelletter à terre. L'augmentation de vitesse est encore plus grande si le sable tombe directement d'une soute dans le châssis.

Une amélioration excessivement importante est constatée par l'établissement de " transrouleurs " c'est-à-dire de supports sur lesquels les moules peuvent se déplacer. Ces transrouleurs suppriment le long déplacement de l'ouvrier pour aller déposer le moule sur une couche : le transrouleur étant à sa proximité immédiate, l'économie réalisée est considérable.

Insistons sur ce fait : l'étude des mouvements bien conduite se traduit toujours par une augmentation de la production de l'ouvrier, sans accroissement de sa fatigue; quelquefois celle-ci se trouve notablement diminuée.

En terminant indiquons les noms des Savants qui se sont attachés à l'étude de l'organisation et du mouvement : ce sont les américains Taylor et Gilbreth.

Leçon 56

Visites d'usines présentant les points intéressants concernant l'organisation de la production.

--oOo--

DIRECTIVES.-

Cette séance et la suivante sont prévues pour être consacrées à la visite de fonderies. Ces visites ont avant tout pour but de développer l'esprit d'observation chez les jeunes auditeurs. Or pour arriver à ce résultat il n'y a qu'une seule méthode efficace, c'est de faire faire un compte rendu par les élèves. Ce petit rapport, soigneusement corrigé est ensuite discuté devant l'élève: on lui montre ses fautes, ses erreurs d'observations, ses manques d'observations, etc...

Cette méthode, qui a démontré les excellents résultats qu'elle permet de constater pour des études d'un niveau très supérieur, doit bien adaptée porter ici également des fruits excellents.

Pour faciliter sa mise en application on pourra commencer par demander aux assistants un petit travail sur la fonderie qui les occupe, et le corriger dans l'état d'esprit indiqué plus haut. Ce compte-rendu préliminaire leur donnera une idée de ce qu'on leur demandera à la suite des visites d'usines proprement dites.

Il sera bon pour la première visite de choisir une fonderie de faible importance, sans organisation de production particulièrement poussée pour mettre les élèves devant un grand nombre de remarques qu'il leur sera possible de faire en se remémorant les indications données au cours de la leçon 55 sur l'organisation.

Leçon 57

Visites d'usines présentant les points intéressants de l'organisation de la production.-

--oOo--

DIRECTIVES.-

Les directives générales demeurent les mêmes que celles données à la leçon précédente. Cependant dans les visites qui suivront on recherchera successivement :

- des fonderies de moyenne importance organisées avec des moyens simples.
- des fonderies plus importantes dans lesquelles l'organisation de la production sera plus développée,
- enfin des fonderies équipées rationnellement en vue de fabrications en grande série.

Leçon 58

Différents modes de rémunération : à l'heure, à la prime, aux pièces simples, aux pièces avec prime progressive - Avantages - Inconvénients.-

Prix de revient - Devis - Bons de travail - Nécessité de faire un prix de revient pour chaque pièce, ou chaque genre de pièce.- Danger des prix moyens - Importance de la méthode et de l'ordre.-

--oOo--

DIFFERENTS MODES DE REMUNERATION.-

La façon dont est prévu le paiement du travail exécuté est d'une importance capitale sur la production. On distingue divers modes de paiement qui sont :

- le paiement à l'heure.- C'est le mode de paiement qui correspond toujours au rendement le plus faible ; c'est la méthode sûre, sans aléas aucun pour le chef de fonderie, le personnel etc..., mais il est à proscrire complètement car en définitive il n'est pas avantageux pour l'ouvrier. En effet le très bon ouvrier ne peut distancer, comme il le mérite l'ouvrier moyen et se trouve par conséquent lésé.

- le paiement à la prime.- C'est une méthode intermédiaire entre le travail à l'heure et le travail aux pièces. L'ouvrier a un temps prévu pour exécuter sa pièce et s'il réalise un boni sur les heures prévues, ce boni est partagé entre l'usine et l'ouvrier ; méthode assez compliquée, assez peu juste et qui n'est pas toujours comprise par tout le monde.

Elle présente l'avantage de limiter les erreurs possibles dans l'estimation préalable des temps affectés à l'exécution de la pièce.

- le paiement aux pièces simples.- Un prix est prévu pour le moulage d'une pièce donnée ; ce prix est accepté par l'ouvrier et lui est payé quel que soit le temps passé par lui sur cette pièce.

C'est le mode de rémunération le plus juste, le plus simple et le plus facilement compris par l'ouvrier. Il conduit

quelquefois à des salaires assez élevés ; en effet si nous supposons une pièce entre les mains d'un ouvrier médiocre et la même pièce entre les mains d'un ouvrier très habile, là où le premier sortira péniblement sa journée, le deuxième touchera des sommes élevées.

Il demande une très grande compétence de la part du personnel qui établit les prix de moulage, car si on s'est trompé il est à peu près impossible de changer les prix. (Il est bien entendu question de les baisser, une hausse étant toujours facile).

- le paiement aux pièces progressives. - Cette modalité de paiement présente les inconvénients et les avantages de la précédente; mais elle a un avantage supplémentaire c'est d'intéresser l'ouvrier à une augmentation de sa production aux pièces, en le payant plus cher au fur et à mesure qu'il produit davantage.

Prenons un exemple. Supposons que nous ayons 10.000 coussinets à faire à la machine. Nous donnons au chantier qui moule ces coussinets : 0fr.20 par coussinet livrable pour les 300 premiers coussinets produits dans la journée; 0fr.225 par coussinet pour les 25 suivants et ainsi de suite, si bien que du 375ème au 400ème coussinet produit dans la journée, chaque coussinet est payé 0fr.30.

Supposons que le chantier ait fait 350 coussinets dans sa journée, voyons quel est son avantage. Aux pièces simples il aurait touché :

$$350 \times 0,20 = 70 \text{ frs.}$$

Aux pièces progressives il touche :

$$(300 \times 0,20) + (25 \times 0,225) + (25 \times 0,25) = 71 \text{ Fr.875}$$

L'avantage est de 1fr.875 par jour, celui-ci s'accélère avec l'augmentation de production. C'est ainsi que s'il atteint 400 pièces, il touche : 86 Frs.25, et son avantage est de 6 frs.25 par jour, car aux pièces simples il n'aurait gagné que 80 francs.

Bien entendu dans la rémunération, aux pièces, simples ou progressives, on entend toujours la pièce bonne; seuls les rebuts pour fautes n'incombant pas au mouleur lui sont payés.

PRIX DE REVIENT.-

L'établissement des prix de revient en fonderie est une question très délicate sur laquelle on n'est pas encore d'accord.

Tout d'abord qu'est-ce qu'un prix de revient ? C'est un chiffre qui représente aussi exactement que possible le prix que coûte au fondeur une pièce moulée.

Le prix de vente est différent du prix de revient. Ce dernier sert de base à l'établissement du prix de vente mais ne le règle pas absolument : les conditions économiques, la concurrence, etc... interviennent pour influencer le prix de vente. On sait très bien en effet que " tout ce qui est rare est cher " et que " tout ce qui est abondant est bon marché ".

Le prix de revient doit donc être calculé aussi exactement que possible sur des documents de comptabilité bien établis, d'où nécessité d'ordre, de méthode, de magasins fermés, contrôlés, etc.. ; d'où également la nécessité de faire le prix de revient pour chaque pièce ou chaque genre de pièces. En effet rien n'est dangereux comme un prix moyen.

Que signifie de dire que le même prix sera appliqué aux pièces pesant, par exemple, de 50 à 700 Kgs ? Si nous devons couler un jet de 100 Kgs et un carter mince, volumineux, noyauté de 100 Kgs, le prix de revient de ces deux pièces sera-t-il le même ? Mais non, car il est évident que :

- les frais de moulage seront différents,
- la quantité de sable utilisée sera différente,
- l'ébarbage sera différent, etc...

Le prix de revient ne peut pas non plus être établi par une simple règle de trois; une méthode trop complexe est également à éviter.

Une méthode logique est celle préconisée par l'Association Technique de Fonderie. Cette méthode est basée sur l'établissement d'un devis préalable, établi d'après les indications données par le chef de fonderie. Ce devis permet de remettre un prix raisonné, étudié, lors d'une demande de prix ou de voir, un prix de vente étant connu, s'il est intéressant ou non d'entreprendre une fabrication donnée.

D'autre part ayant la commande dont le devis a été établi on procède à l'établissement du prix de revient réel en se servant de tous les chiffres qui ont rapport à cette commande; on rapproche le prix de revient réel du prix de devis pour se rendre compte ce dernier a bien été établi, en tirer des renseignements pour les commandes futures.

Pour obtenir les chiffres dont il est parlé plus haut et qui sont nécessaires à l'établissement du prix de revient réel il est nécessaire d'avoir un pointage bien organisé :

- de la main d'oeuvre qui est occupée sur une commande donnée,
- des matières premières qui ont été nécessaires.

Il faut donc des contrôles et des pointages bien organisés qui sont ensuite centralisés par la comptabilité.

Des modèles de toutes les fiches nécessaires sont données dans les leçons suivantes.

Leçon 59—

Exemples de fiches pour l'établissement d'un prix
de revient.

Nota. Les exemples de fiches sont donnés pour le cas
d'une fonderie de fonte.

Fiche pour le contrôle de réception des matières premières

MODÈLE N°1

FICHE N°							
Nature de la							
Marchandise							
Commande n°		du					
Reclamé le							
Prix au K°		à la pièce					
DATES	N°s FACTURES ou BON de SORTIE	ENTRÉES		SORTIES		RESTANTS	
		Quan- tité	Poids	Quan- tité	Poids	Quan- tité	Poids

Fiche pour le contrôle des matières premières
passant du magasin à l'atelier

MODÈLE N°2

BON DE SORTIE DU MAGASIN DE L'ATELIER N°A

Date de la livraison _____ 192 _____

Nom de l'ouvrier _____

N ^o des Fiches	N ^o des Comm ^{es}	NATURE DE LA MARCHANDISE	QUANTITÉS			Prix unitaire	Prix total	OBSERVATIONS
			Distrib	Rendus	Empl.			

Date de la sortie définitive _____

Le Chef d'Atelier: _____

*Fiche remise par le chef de fabrication ou le bureau
de préparation du travail ou service des prix de
revient en vue de l'établissement du Devis préalable.*

MODÈLE N° 3

Fabrication _____ *pièces* _____ *pour* _____

Poids de la pièce _____

Rebut prévu { *Moules* _____
 Noyaux _____

Type de machine _____

Nombre pièces par moule _____

Modèle _____

Plaque modèle { *Matière* _____
 Main d'œuvre _____

Poids de coulée et masselottes _____

Quantité de sable par moule _____

Main d'œuvre moulage par pièce _____

Quantité de sable à noyaux par garniture _____

Main-d'œuvre de noyautage _____

Main-d'œuvre ébarbage par pièce _____

Divers _____

Le _____ *19* _____

Modèle de fiche pour la détermination du devis
préalable lors de la réception d'une demande de prix

MODÈLE N°4

N°

le 19

DEVIS

Nom du Client

Adresse

Prix de la fonte chaude aux 100 kilos { Page
Registre N° Prix du Bocage aux 100 kilos {
Prix du sable de moulage...le litre { Page
Registre N° Prix du sable à noyau.... le litre { Registre N°
Page

	DESIGNATION			OBSERVATIONS
Indications générales	Nom de la pièce Poids de la pièce Nombre de pièces Rebuts prévus { Moules Noyaux Type de machine Chassis ou mottes Nombre de { Pièces par moule à mouler Moules à faire Garnitures noyau à faire			
Modèles	Matieres. Main-d'œuvre, frais généraux			
Plaque modèle	Matières Main d'œuvre Frais généraux Mise au point			
Métal	Poids { de pièces par moule de coulées et masselottes total par moule total à fondre Métal récupéré Valeur du métal employé			
Moulage	Quantité de sable par moule Valeur du sable par moule " totale du sable pour la commande Main-d'œuvre de moulage Frais généraux de moulage " " "			
Noyautage	Quantité de sable à noyau par garniture Valeur du sable par moule " totale du sable à noyau Main-d'œuvre de noyautage Frais généraux de noyautage			
Ebarbage	Main d'œuvre d'ébarbage Frais généraux d'ébarbage			
Divers	Vérification - Transport Manutention etc, etc			
	PRIX DE REVIENT { total à la pièce au Kilog.			Le Chef de Service:

Contrôle de la main-d'œuvre : moulage, noyautage, ébarbage.

MODÈLE N° 5 (Recto)

le _____ 19__

BON DE TRAVAIL AUX PIÈCES

N° _____

Nom de l'ouvrier : _____

N° de la Commande	Nombre de pièces	DÉSIGNATION DES PIÈCES	PRIX de l'Unité	Prix total

Reçu le _____ 19__

Le Magasinier :

Vérifié le _____ 19__

Le vérificateur :

Le contremaître

MODÈLE N° 5 (verso)

POINTAGE

Semaine du	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Total des heures	Acomptes versés	OBSERVATIONS	MATIÈRES	
											Bon N°	Prix

TOTAUX

Temps moyen passé sur chaque pièce :

Prix de revient de la pièce :

FONDERIE DE FONTE

MODÈLE N°6 (Recto)

FONDERIE DE MÉTAUX

MODÈLE N°6 (Verso)

RÉCAPITULATION

RÉCAPITULATION

	Rapport	$\frac{B \times 100}{A} =$	%
		$\frac{C \times 100}{A} =$	%
}	Rebut:	$\frac{D \times 100}{A} =$	%
		$\frac{E \times 100}{A} =$	%
		$\frac{F \times 100}{A} =$	%
	Perte auf eu	$\frac{[A - (D + E + F)] \times 100}{A} =$	%

Vu :
Le Chef de Fabrication.

MODÈLE N° 7

*Contrôle rapide journalier
de la marche de la Fonderie*

Service **FONDERIE**

Rapport sommaire Fabrication du _____

Nombre de charges _____

Tonnage _____

Rebut total _____

MOULAGE MÉCANIQUE

Poids des pièces bonnes _____

Poids des pièces mauvaises _____

REBUT (Pourcentage) _____

Observations _____

MOULAGE À LA MAIN

Poids des pièces bonnes _____

Poids des pièces mauvaises _____

REBUT (Pourcentage) _____

Observations _____

Le _____

Signature du Chef de Fonderie

1e _____ 19

A Facturer à _____
Compte _____

Commande N°

*Veuillez exécuter les travaux relatifs au présent ordre. Veuillez livrer à
suivant*

Délai de livraison demandé _____ par _____ vitesse, port _____ en gare de _____
 Prix convenu par { kilog _____ } Devis N° _____ / Pour facturer voir Commande Client N° _____
 { Pièce _____ } du _____ et notre lettre _____
 Numéros des modèles _____ A facturer par le S^{ce} _____ N° de la facture _____
 _____ dessins _____ Facturé par _____ et date _____

QUANTITÉ	DÉSIGNATION

Commande réglée le _____

Récapitulation du Prix de Revient des Pièces :

Compte Magasin	Pièces et	sortant du magasin
	matières	
	diverses	1 ^{re} avec majoration
		2 ^{de} sans majoration

Noyaux _____

Sable

Petits métaux liquides_____

Fonte liquida _____

Main d'œuvre _____

Frais généraux sur main-d'œuvre

MONTANT DU RÈGLEMENT

Commande réglée le

Matières premières

Camionnage

Divers.

Main d'œuvre (Manutention).

Frais généraux (Atelier)

— — (Emballage)

TOTAL

Le Chef d'Atelier

. Vu, pour le Service intéressé

Main d'œuvre

Majoration frais généraux

Matières

Majoration frais généraux

Divers

TOTAUX

PRIX TOTAL

MODELES/PL. MODELES

Prix de revient:

Pl. Mod^{es} comprises

Pl. Mod^{es} - non comprises

Le Comptable :

<i>MOIS</i>	<i>Nombre de pieces fabriquées</i>	<i>Poids total des pieces fabriqués</i>	<i>Prix de revient au kilog.</i>	<i>Poids de fonte recuperée</i>	<i>PRIX TOTAL</i>	<i>Sable à noyaux</i>	<i>Sable de moulage</i>	<i>Nos des bons de sortie</i>	<i>MAGASIN</i>		<i>Nos des bons de marchandage</i>	<i>MAIN-D'ŒUVRE</i>				<i>Noms des Ouvriers et Ouvrières</i>
									<i>avec majoration</i>	<i>sans majoration</i>		<i>Modelage</i>	<i>Pl. Modelé</i>	<i>Moulage</i>	<i>Noyautage</i>	<i>Ebarbage</i>
<i>TOTAL</i>											<i>frais généraux</i>					
																<i>Main d'œuvre totale</i>
																<i>Frais gén. total</i>

[illegible]

Leçon 60. —

Une visite à un laboratoire bien organisé, tel que le laboratoire des Arts et Métiers pour la région parisienne.

DIRECTIVES. —

Pour que cette visite soit fructueuse, il faudra non seulement montrer aux assistants succinctement le matériel de laboratoire, mais procéder à quelques manipulations simples.

C'est ainsi, par exemple, que pour ce qui concerne les fontes on pourra leur montrer comment on attaque les fontes par les acides pour en dissocier certains éléments, ainsi que le résultat final des analyses au moment des pesées. (Le dosage du silicium se prête particulièrement à cet exposé).

On leur montrera ainsi que ces analyses ne sont pas quelque chose d'irréel, mais au contraire d'éminemment pratique, et qu'elles sont les guides inflexibles d'une fabrication bine comprise.

Leçon 61

Nécessité de se perfectionner et de s'instruire.- Esprit de recherche - Ecoles pour le perfectionnement de la profession - Publications techniques - Ouvrages sur la profession - Association technique.-

--oOo--

NOTA.-

Cet exposé est à faire sous forme de causerie, nous donnons ci-dessous les grandes idées directrices dont le développement sera plus ou moins poussé suivant l'auditoire et les circonstances locales.

Lorsque l'apprentissage et les cours sont terminés, que le certificat d'aptitude professionnelle est venu couronner trois années d'efforts soutenus, il ne faut pas relever trop haut la tête et s'imaginer que l'on possède toute la connaissance de son métier, que l'on est un " as " et qu'il ne reste plus rien à apprendre.

Il reste au contraire beaucoup à apprendre, on pourrait même dire tout à apprendre, et ceci d'autant plus que la fonderie est une profession continuellement en évolution dont beaucoup de points hélas ! restent encore obscurs et qu'elle est semée de cas particuliers à l'infini. Tous les jours il se présente des problèmes nouveaux : tous les jours l'esprit de recherche qui doit animer tout homme intelligent doit s'exercer à chaque instant.

Loin d'être une fin, les cours d'apprentissage sont un commencement. Ils sont pour l'apprenti comme l'alphabet qui permet aux enfants de composer les mots et de comprendre les phrases. Ils doivent leur permettre de pousser plus loin leurs connaissances ; car ils leur ont donné les principes et les idées de base, indispensables pour comprendre les exposés plus complets, plus détaillés et plus scientifiques qui traitent de la fonderie.

Donc ne pas rester sur ce qui est fait et appris : être

curieux de tout ce qui touche à la profession, et continuer de travailler, de s'instruire, de se perfectionner intellectuellement comme on le fait manuellement, tous les jours à l'atelier.

D'ailleurs les générations actuelles sont merveilleusement favorisées dans ce sens, toutes les facilités leur sont données pour se perfectionner; aussi les individus ambitieux, intelligents et travailleurs peuvent-ils accéder aux plus hauts postes du métier. En effet les moyens mis à la disposition de ceux qui veulent développer leurs connaissances sont nombreux.

Il existe :

- les cours de perfectionnement organisés par la Direction de l'Enseignement Technique, qui complètent les cours d'apprentissage,
- les cours Conférences pour agent de maîtrise en fonderie, organisés par l'Union des Industries Métallurgiques et Minières à Paris dans les locaux de l'Ecole Supérieure de Fonderie et qui sont plus détaillés que les précédents,
- enfin, couronnement supérieur de tout cet ensemble, les cours de l'Ecole Supérieure de Fonderie, qui par l'attribution d'un diplôme d'Ingénieur-Fondeur consacrent les connaissances des meilleurs sujets.

Parallèlement l'Association Technique de Fonderie, qui groupe tous les membres de la profession désireux de travailler à son perfectionnement, donne tous les hivers une série de conférences fort intéressantes sur des sujets se rapportant à la profession.

En outre des publications techniques; comme le Bulletin de l'Association Technique de Fonderie, la Revue de Fonderie Moderné vulgarisent des articles très documentés sur la fonderie; enfin les ouvrages techniques de fonderie sont maintenant assez nombreux, et si on peut se les procurer; il est certain que leur lecture apportera un complément de formation appréciable.

