

tiellement, ou pas (et par conséquent peu damé pendant le moulage, ce qui lui permet de céder à la pression du métal dans tous les sens), les modèles doivent avoir leur axe vertical et leur diamètre horizontal un peu moindres que ceux des modèles ci-dessus.

Quant à la grandeur du diamètre horizontal et de l'aplatissement des globes, elle doit être déterminée pour chaque espèce de fourneau et de procédé de moulage, d'après l'expérience; car ces dimensions doivent non-seulement dépendre de l'espèce de sable, mais encore de la main plus ou moins légère du mouleur, et de la qualité de la fonte employée. Dans tous les cas, les diamètres horizontaux et verticaux des globes doivent être plus petits que ceux des grandes lunettes et plus grands que ceux des petites.

On moule les projectiles dans des châssis composés de deux pièces. Quelques fondeurs se servent pour cet objet de châssis carrés en bois; mais comme ces derniers se déjettent, et brûlent promptement sur leurs bords de jonction, par les gaz enflammés qui y passent, on en a coulé en fonte à la fonderie de Liège; ils sont un peu plus étroits en haut et en bas qu'au milieu; en partie, pour prévenir le déplacement ou la chute du sable de moulage, et en partie, parce que ce dernier est mieux comprimé à cause du rétrécissement des extrémités, et communique par conséquent plus de solidité au fond du moule, pour résister à la pression verticale due au poids de la fonte liquide qu'on y verse.

Les demi-globes et les châssis sont représentés pl. XII, et décrits en détail dans l'explication y relative. Le tableau n° IX donne d'ailleurs les diamètres horizontaux et verticaux des demi-globes superposés, tels qu'on les emploie actuellement à la fonderie de l'État, ainsi que de ceux qui ont servi au moulage des projectiles à couler par un *haut-fourneau* et un *coupelet*; la table n° X comprend les principales dimensions des demi-châssis en fonte, dont il faut deux pour mouler un ou plusieurs projectiles à la fois.

TABLEAU IX. — Dimensions des diamètres extérieurs des globes destinés au moulage des projectiles en sable humide, suivant que la coulée doit se faire par un coupelet, un haut-fourneau, ou un fourneau à réverbère.

DÉSIGNATION DES PROJECTILES.	COUPELOT		HAUT-FOURNEAU		FOURNEAU à réverbère.		OBSERVATIONS.
	Grand diamètre.	Axe.	Grand diamètre.	Axe.	Grand diamètre.	Axe.	
BOULETS { de 80 liv. de 24 liv. de 48 liv. de 42 liv. de 6 liv.	0,4480	0,1455	0,4075	0,1455	0,1585	0,1574	En sable maigre, et sans dessiccation.
	0,4340	0,1320	0,4335	0,1315	0,1470	0,1462	
	0,4165	0,1153	0,4163	0,1153	0,1335	0,1330	
OBUS { de 16 liv. pierre ou 20 centimètres. de 24 liv. fer ou 15 centimètres.	0,0923	0,0912	0,0923	0,0912	0,0923	0,0923	En sable gras, et par conséquent avec dessiccation complète.
	0,0923	0,0912	0,0923	0,0912	0,0923	0,0923	
GRENADES de 16 liv. fer ou 13 centimètres. BOMBES de 50 liv. pierre ou 29 centimètres.	0,4300	0,1298	0,4300	0,1298	0,4300	0,1298	En sable gras, et par conséquent avec dessiccation complète.
	0,2896	0,2882	0,2896	0,2882	0,2896	0,2882	
BOULETS CREUX, ENFERMALES A TROIS LAMÈRES. { de 60 liv. fer. de 36 liv. de 30 liv. de 24 liv. de 18 liv.	0,1978	0,1968	0,1978	0,1968	0,1978	0,1968	En sable gras, et par conséquent avec dessiccation complète.
	0,1672	0,1672	0,1672	0,1672	0,1672	0,1672	
	0,1575	0,1575	0,1575	0,1575	0,1575	0,1575	
	0,1479	0,1479	0,1479	0,1479	0,1479	0,1479	
	0,1335	0,1335	0,1335	0,1335	0,1335	0,1335	

N. B. Il résulte de ce tableau : que le moulage des boulets exige que l'axe des globes soit plus grand lorsqu'on veut couler par le fourneau à réverbère, que pour les deux autres modes de coulage. La raison en est, que la fonte refroidie dans le fourneau à réverbère perd une grande partie de son carbone (surtout lorsque la coulée s'opère lentement). Et comme la fonte se fige d'autant plus promptement qu'elle contient moins de carbone, elle excree, dans ce cas-ci, sa pression sur le moule pendant moins longtemps, que ne le ferait une fonte plus riche en carbone. Il faut donc que l'axe des moules, destinés au coulage par le fourneau à réverbère, soit plus grand que celui des moules destinés à la fabrication au moyen du haut-fourneau ou du coupelet. De plus la différence entre les deux diamètres (l'axe et le diamètre de l'équateur) doit être en général moindre aux globes destinés à mouler des projectiles creux, qu'à ceux qui doivent servir au moulage des boulets, parce que les premiers, à cause de leur faible épaisseur de métal, se figent plus promptement que les derniers.

DESIGNATION des dimensions des demi-châssis.	pour de 29 cent.	POUR OBUS ET GRENADES						POUR BOULETS		OBSERVATIONS.
		de 20 cm. de 15 cm.	2 de 13 centimètres.	4 de 6 livres.	6 de 3 livres.	de 30 liv. de 24 liv. et de 18 liv.	de 12 liv.			
Hauteur	0,250	0,195	0,155	0,135	0,110 et 0,100	0,110 et 0,090	0,135	0,115	Les châssis pour bou- lets de 6 livres sont pa- rellés à ceux pour grena- des de 6 livres ; sauf qu'ils n'ont pas de ba- rettes, pour maintenir les noyaux.	
Diamètre { en haut	0,411	0,325	0,365	0,405 et 0,290	0,290	0,330 et 0,240	0,235	0,335		
interieur { en bas	0,370	0,285	0,235	0,385 et 0,180	0,255	0,305 et 0,210	0,150	0,295		
Épaisseur des parois	0,012	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,011	0,010		
Largeur des bords	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,025	0,020		
Épaisseur des bords	0,025	0,025	0,025	0,020	0,020	0,020	0,017	0,020		

TABLEAU X. — DIMENSIONS DES CHÂSSIS EN FONTE POUR LE MOULAGE DES PROJECTILES.

MOULAGE DES PROJECTILES.

La préparation du sable de moulage, et le moulage des projectiles, se font sur de grands bancs de bois, partagés en divers compartiments par des planches de séparation, de manière que chaque mouleur ait son atelier particulier, où il mélange convenablement le sable et la quantité déterminée de poussière de charbon de bois, ou de fraïsil, (quand on emploie celui-ci) en les humectant, et les remuant avec une écope en bois.

Chaque mouleur doit être pourvu des paires de demi-globes nécessaires pour préparer les moules qu'on lui a commandés, et d'un nombre de paires de demi-châssis, égal à celui des projectiles qu'il doit mouler isolément; mais quand il doit mouler dans le même châssis plus d'un projectile, quatre par exemple, il ne lui faut en paires de châssis que le quart du nombre de projectiles à mouler; mais il doit avoir autant de paires de demi-globes, qu'il doit mouler de projectiles dans un même châssis, et par conséquent quatre dans ce cas-ci.

Ensuite il doit être pourvu d'une planche à mouler, fixée sur deux tringles servant de pieds, et qui est disposée particulièrement suivant l'espèce de projectiles; puis il faut les petites battes en bois, les champignons en cuivre, etc. Chaque planche à mouler doit porter quatre trous cylindriques, dans lesquels doivent passer avec un peu de jeu les chevilles à clavette et de repère, de l'un des demi-châssis, quand on y place ce dernier; pour le moulage des bombes ou des obus, cette planche porte en outre une ouverture circulaire, pl. XII, fig. 4, dans laquelle la gorge de l'un des demi-globes doit s'ajuster exactement, mais sans nécessiter d'effort. Pour le moulage des boulets cette ouverture n'est pas nécessaire, et voilà pourquoi l'on peut en mouler dans un seul châssis autant que le diamètre de ce dernier le permet.

Pour mouler une bombe ou un obus, on place le demi-globe à gorge sur la planche à mouler, de manière que la partie extrême *ee* repose sur cette dernière, et que la gorge *dd* passe dans l'ouverture circulaire, fig. 4, après avoir d'abord passé dans l'ouverture cylindrique, à la partie supérieure de ce demi-globe, l'arbre à téton cylindrique et bout taraudé *a*, fig. 7, et l'avoir fixé au moyen de l'é-crou à *patte*, vissé dans l'intérieur. La partie de cet arbre qui

dépasse le modèle *a* absolument les mêmes dimensions que la partie *p* de l'arbre de noyau, et sert seulement à mouler l'ouverture nécessaire pour ce dernier. On place ensuite le demi-châssis déjà mentionné avec sa partie large sur la planche, de manière que les chevilles à clavette *m*, fig. 8, et les repères, entrent dans les quatre trous, fig. 4, qui leur sont destinés; on doit avoir soin en même temps de faire passer la partie carrée du faux arbre *h* figure 7, dans une ouverture pratiquée pour elle dans une traverse en fer *cc*, nommée *barette*, et fixée suivant le diamètre de ce demi-châssis; mais, afin que cet arbre ne se déränge point pendant le moulage, on l'assujettit au moyen d'une clavette en fer, qu'on serre dans la mortaise pratiquée dans la partie carrée *h*, à la hauteur de la *barette*.

Pour mouler une bombe qui doit avoir des anses en fer forgé, comme par exemple les bombes de 29 centimètres, il faut encore glisser dans les logements *ee*, fig. 7, les deux modèles en cuivre *dd* qui ont la forme extérieure des anses en fer.

Pour mouler un ou plusieurs boulets dans le même châssis, on place le châssis qui porte les chevilles à clavette et de repère, sur la planche à mouler, de manière que ces chevilles entrent en même temps dans les trous destinés à les recevoir; puis on commence à mouler avec les demi-globes à feuillures; quand on ne doit mouler qu'un boulet, on place le demi-globe avec sa section plane sur le milieu de la planche, à juger au coup d'œil, ou si l'on doit en mouler plusieurs à la fois, on place de même les demi-globes à égales distances entre eux et du centre, comme la fig. 6 le montre pour quatre boulets.

Après avoir placé ainsi sur la planche de moulage le demi-globe pour le moulage d'une bombe, d'un obus, ou bien ceux pour plusieurs boulets, et avoir posé les demi-châssis, on en saupoudre la surface convexe de charbon de bois, ou de fraïsil en poudre, afin de prévenir l'adhésion du sable, et l'on remplit le demi-châssis avec le sable de moulage préparé, jusqu'au-dessus des demi-globes; on dame ce sable plus ou moins, suivant que les moules doivent être séchés complètement, partiellement ou pas. Ensuite on remplit entièrement le châssis, on dame de la même manière, et l'on met encore du sable qu'on dame et qu'on égalise, de manière que sa surface dépasse un peu le bord du châssis; ensuite on bat cette surface avec le côté plat de la batte, ou avec un maillet, de manière qu'elle arrase les bords du châssis.

Cela fait, on ôte ce demi-châssis de la planche, on le retourne et on le place sur cette dernière avec sa surface battue pour battre également l'autre autour des demi-globes, autant que l'espèce de sable employée le demande, et l'égaliser nettement au niveau des bords du châssis; ensuite on saupoudre et l'on frotte cette surface de poussière de charbon de bois, après y avoir entaillé une marque qui devra correspondre plus tard à une marque semblable mais en relief de l'autre demi-châssis, pour faire reconnaître ceux qui doivent se correspondre, et permettre de les superposer de la même manière lorsqu'on voudra couler.

D'après cela, on place le deuxième demi-globe sur le premier, de manière que sa feuillure s'ajuste bien sur la gorge de ce dernier; on met de même le second demi-châssis sur son correspondant, et on les assemble au moyen de leurs chevilles à clavette.

Quand on doit mouler des projectiles de fort calibre, le demi-globe est ordinairement trop pesant et trop lisse, pour qu'on puisse le manier commodément afin de le poser sur celui qui est déjà moulé. Afin de faciliter cette opération on a pratiqué un petit écrou au centre de sa partie convexe, destiné à recevoir la vis d'une poignée en fer au moyen de laquelle on le place aussi délicatement qu'on veut. Ce même écrou sert ensuite à recevoir la vis *f*, fig. 4, d'un modèle de jet en fer *c*, qu'on fixe à l'aide de la clef ou du tourne-à-gauche destiné à cette fin, en plaçant ce dernier sur le carré *g* de ce modèle. Cependant on ne place ce modèle de jet que lorsque l'on veut couler le projectile par un jet polaire, et non par un jet latéral, tel que *r*, fig. 7, ou par un jet coudé, *i*, fig. 8; dans ces derniers cas on ménage au pôle un évent principal ou cheminée, *k*, fig. 7 et 8, au moyen d'un cône tronqué en bois, que le mouleur tient d'une main verticalement sur le demi-globe, la grande base en haut; ce qui se fait également pour les jets cités *r* et *i*.

La surface du second demi-globe étant saupoudrée de charbon de bois ou de fraïsil, on remplit de sable le châssis correspondant, en damant de même qu'au premier, le mouleur observant de tenir d'une main le modèle du jet, ou celui de la cheminée, sur ou contre le demi-globe à l'endroit où il doit être placé; dès qu'il est parvenu à cette hauteur avec le sable, et de l'autre main il le dame autour du demi-globe et du modèle de jet, et il remplit aussi de sable ce demi-châssis de même que le premier, et après avoir égalisé la surface au niveau des bords, il perce au moyen d'un dégorgeoir pointu divers événements dans l'épaisseur du sable, afin de donner à l'air contenu dans

le moule et aux gaz qui se développent du sable lors de la coulée, la liberté de se dégager par ces événements et par la cheminée.

Quand on veut couler les projectiles par un jet coudé *i*, fig. 8, qu'on adapte sur le côté contre l'équateur du modèle, on doit déjà placer le cône tronqué destiné à cet objet, avant de mouler le deuxième demi-châssis, avec sa petite base au milieu de la surface du sable entre le modèle et le châssis, et l'enfoncer légèrement dans cette surface, le tenant aussi verticalement que possible. La partie inférieure de ce modèle de jet se trouve ainsi marquée, et lorsque plus tard le châssis supérieur est moulé et enlevé, on fait à l'endroit où cette marque se trouve, une petite excavation pour le rassemblement de la fonte qui doit couler par le jet vertical de l'autre demi-châssis. A partir de ce petit bassin, on taille dans la même surface un canal assez large mais pas profond, se prolongeant jusqu'au globe; ce canal fait donc un coude avec la partie à peu près verticale du jet. On le saupoudre, ainsi que le petit bassin, de charbon de bois ou de fraïsil, et on lisse le tout au moyen d'un champignon.

Quand on a enlevé le deuxième demi-châssis de dessus le premier, on saupoudre le plan de jonction du dernier moulé avec du charbon de bois et on le frotte; ensuite on enlève les deux demi-globes en tournant, les saisissant pour cela avec deux doigts de chaque main, par le renforcement qu'ils portent intérieurement sous l'équateur. Mais avant de pouvoir ôter le demi-globe le premier moulé, il faut défaire la clavette en *h*, du faux arbre *a*, fig. 7, et en dévisser l'écrou à l'intérieur du demi-globe; ensuite, dès que ce dernier est enlevé, on retire cet arbre sans difficulté à cause de sa forme conique; s'il était nécessaire cependant, on lui donnerait quelques petites secousses à son extrémité supérieure.

Pour les moules des bombes, le demi-globe qui porte les modèles des anses ne peut pas être enlevé en tournant; on l'enlève en lui donnant quelques petites secousses latérales, au moyen d'un maillet et d'un petit chasoir en frappant à coups très-légers sur le chasoir, qu'on promène sur le pourtour du bord du demi-globe, jusqu'à ce qu'on puisse enlever celui-ci sans tourner; il va sans dire que ce dépouillement ne peut se faire avant qu'on n'ait dévissé l'écrou de l'arbre *a*, fig. 7.

Après le dépouillement de ce demi-globe, les deux modèles d'anses restent encore dans le sable; on les enlève avec précaution sans tourner, et on met à leur place les anses en fer, *ll*, de la manière représentée fig. 8; les deux extrémités de chaque anse devant donc entrer

dans l'intérieur du moule, afin qu'elles soient entourées par la fonte qui doit y être coulée (*III*).

Mais, pour produire sous chaque anse la petite cavité nécessaire pour y introduire le crochet à bombe, et en même temps pour éviter que la fonte ne remplisse entièrement la cavité sous l'anse, on place dans chacune de ces dernières, un petit cylindre d'argile fortement desséché *n*, arrondi à ses deux extrémités suivant la forme de la cavité à produire et qu'on fixe au sable du moule, au moyen de deux petites pointes à tête plate; on remplit du reste de sable de moulage les ouvertures qui pourraient rester entre les petits cylindres et les anses.

Si l'on découvre, après l'enlèvement des demi-globes, que les moules sont endommagés quelque part, on doit y porter remède, en ayant grand soin de les réparer nettement et de ne pas détruire la courbure de la surface, et on repolit avec un champignon sans comprimer le sable. On saupoudre ensuite la paroi intérieure du moule de poussière de charbon de bois ou de fraïsil, et l'on frotte très-légèrement; mais cette dernière opération ne se fait pas sur les moules qui doivent être séchés entièrement ou partiellement, parce que ces derniers doivent recevoir les deux enduits mentionnés plus haut au moulage des bouches à feu; mais il faut veiller attentivement, lors de leur dessiccation dans l'étuve ordinaire, ou sur la plaque de fonte du four, que ces enduits ne soient pas brûlés par l'exposition à une chaleur trop considérable, parce que de là résulterait l'adhésion du sable aux surfaces des projectiles coulés.

Le moulage des boulets creux à trois lumières, pl. XI, fig. 17, se fait de la même manière que celui des autres projectiles creux; sur la planche à mouler portant au centre une ouverture circulaire, qui reçoit la gorge du demi-globe, celui-ci doit porter au pôle un faux arbre qu'on y visse par l'intérieur au moyen d'un écrou à pattes, fig. 13. Ce faux arbre sert à ménager dans le sable l'ouverture par laquelle l'arbre de noyau doit être passé plus tard, et doit servir en même temps à produire l'une des lumières du boulet creux. Le faux

(*III*) Pour donner à toutes les anses la même épaisseur et la même forme, on forge une baguette de fer cylindrique, du diamètre des anses, et on en coupe, lorsqu'elle est rouge, un morceau de la longueur nécessaire pour l'anse. On donne le pli à ce morceau en le chassant dans une matrice en fer dont la forme intérieure est celle que doit avoir l'extérieur de l'anse; le poinçon qui sert à la chasser dans cette matrice est arrondi dans un sens suivant le pli de l'anse, et dans l'autre creusé en gorge.

arbre est donc en cet endroit tourné aux dimensions nécessaires pour cet objet.

Pour obtenir les deux autres lumières, on a adapté contre chaque demi-globe deux demi-cylindres en cuivre *bb*, fig. 13 et 15, de manière que quand les deux demi-globes sont convenablement réunis, les demi-cylindres coïncident exactement et forment deux cylindres, dont les axes prolongés se coupent au centre du globe, fig. 15. Par suite de cette disposition, les ouvertures moulées dans chaque châssis sur les demi-cylindres formeront, lorsque les châssis seront réunis après le dépouillement, deux ouvertures cylindriques dans l'épaisseur du sable, lesquelles reçoivent ensuite deux cylindres en argile fortement cuite, représentés en coupe en *cc*, fig. 16. Ces cylindres en argile doivent être creux, afin de donner issue au gaz qui, par suite de la chaleur de la fonte, peuvent se développer du noyau et des cylindres eux-mêmes. Ils doivent d'ailleurs avoir une longueur telle, qu'ils remplissent entièrement les ouvertures faites dans le sable et joignent exactement contre la surface du noyau à placer. Ces deux cylindres servent à produire deux lumières dans l'épaisseur du boulet creux, la troisième devant être formée par l'arbre du noyau même, comme nous l'avons dit plus haut, et l'axe de ce dernier est perpendiculaire sur le plan des axes des deux autres, *cc*, fig. 16.

Enfin, on moule ces boulets de la même manière que les autres projectiles creux; cependant dans un moule de sable non séché, il sera difficile de maintenir les cylindres en argile *cc* dans leur position exacte; il est donc préférable de mouler ces boulets dans la première espèce de sable, de donner aux moules les deux enduits ordinaires, et de les sécher complètement dans l'étuve. C'est là la méthode qu'on a employée à la fonderie de Liège.

PRÉPARATION DES NOYAUX POUR PROJECTILES CREUX.

Anciennement on faisait généralement les noyaux en terre, quoique l'on eût déjà depuis plusieurs années introduit le moulage des projectiles en sable, et il paraît que cela se fait encore dans la plupart des fonderies des autres pays. On employait d'abord aussi ce procédé à la fonderie de Liège, mais comme il exige beaucoup de temps et de frais en main-d'œuvre et en charbon de bois, pour la dessiccation des noyaux, on a essayé dans notre établissement de les former en sable, dans des boîtes en laiton, et comme cet essai réussit

complètement, on y introduisit généralement l'usage des noyaux en sable; on fut porté à cette mesure d'autant plus qu'on découvrit que les bombes et les obus se nettoyaient beaucoup plus facilement à l'intérieur des débris des noyaux en sable, que de ceux en argile; ces derniers y laissant de grosses croûtes, qu'on trouve encore maintenant dans les projectiles creux coulés anciennement par ce procédé.

Pour confectionner ces deux espèces de noyaux, il faut un arbre de noyau en fer forgé, proportionné au calibre; la forme en est représentée pl. XII, fig. 3, 8 et 14; cet arbre, à l'endroit où doit venir l'œil du projectile, est tourné aux dimensions exactes de ce dernier; car on a maintenant adopté de couler l'œil sur l'arbre même, sans entourer celui-ci d'une couche d'argile; cependant la surface de l'œil devient souvent dure par suite de ce procédé, de manière qu'après le refroidissement il est difficile de le forer pour augmenter ses dimensions, lorsqu'il a pris trop de retrait. C'est pour cette raison que quelques fondeurs préfèrent de couler l'œil sur de l'argile séchée; pour cela on se sert d'un arbre qui porte une gorge à l'endroit correspondant à la lumière (voyez l'arbre fig. 3); cette gorge reçoit la couverture en argile et empêche celle-ci de se déplacer.

On a foré à travers ces arbres de deux côtés opposés, et diagonalement, de petites ouvertures cylindriques *mm*, fig. 3, qui servent à livrer une issue aux vapeurs et aux gaz, qui se développent du noyau lors de sa dessiccation et du coulage du projectile; car si cette issue n'existait pas, le noyau éclaterait par la pression des fluides élastiques. La description plus détaillée de ces arbres est donnée d'ailleurs dans l'explication des figures de la planche XII, ainsi que la manière de les entourer de paille pour les noyaux en sable; et comment cette dernière y est retenue par une petite cheville en bois *p*, fig. 3. Pour former les noyaux en terre, au contraire, on se sert de tresses de foin et d'une petite broche *g*, fig. 8, parce que la paille pourrait s'enflammer lors de la dessiccation des noyaux en terre, et les gâter; car ils ne valent plus rien aussitôt qu'ils ont éprouvé le plus léger déplacement le long de l'arbre; ce déplacement est prévenu par la petite broche *p*, quand le travail a été bien exécuté, et que les tresses n'ont pas été brûlées.

Dans le cas contraire, le culot du projectile à couler devient trop mince; car, comme on coule maintenant les projectiles creux, l'œil tourné en bas, afin d'obtenir cette partie bien lisse et exempte de chambres, le noyau, s'il pouvait se déplacer, serait soulevé par la

fonte qui coulerait d'abord sous lui; il se rapprocherait donc du culot, qui aurait par là trop peu d'épaisseur, tandis qu'autour de l'œil les parois seraient trop fortes.

Pour confectionner les noyaux en terre, il faut un banc à mouler, sur lequel l'arbre entouré de tresses de foin ou de lin, repose dans des coussinets en cuivre, et peut être mù circulairement au moyen d'une manivelle, pendant qu'on couvre de couches d'argile le foin ou le lin qui l'entoure.

Le foin doit être tordu en une corde qu'on tourne fortement autour de l'arbre, de manière qu'elle forme une grosse pelote à l'emplacement du noyau (voyez fig. 8, 14 et 16); mais la broche en fer *g* ne doit pas être recouverte par la corde; car elle doit être engagée dans les couches de terre, afin d'empêcher le déplacement du noyau. De plus, le foin doit être éloigné de quelques millimètres de la partie conique, destinée à former l'œil, afin qu'on puisse le recouvrir des couches d'argile nécessaires, pour l'empêcher de brûler lors de la dessiccation du noyau.

Quand l'arbre de noyau, ainsi enveloppé, est placé sur le banc à mouler, on couvre la pelote de foin d'une couche d'argile humide, qui a été bien pétrie avec des étoupes hachées ou du crottin de cheval, et, afin que les couches suivantes se lient bien à celle-ci, on y pratique pendant la rotation de l'arbre, quelques cannelures annulaires.

Cette couche de terre qui est la plus épaisse, doit être séchée lentement mais fortement, placée sur une espèce de chevalet en fer, au-dessus d'un feu modéré de charbon de bois. Ensuite on la recouvre d'une couche de la même matière, mais plus mince en se dirigeant d'après un échantillon en bois portant le profil du noyau, et qu'on fait reposer avec sa partie postérieure sur le banc, en le tenant à la distance voulue de l'arbre, pendant que ce dernier reçoit un mouvement de rotation au moyen de la manivelle; cet échantillon enlève ainsi la terre superflue et communique peu à peu au noyau la forme requise. Quand cette couche est séchée de la manière ci-dessus, on la recouvre d'une nouvelle couche mince de la même terre qui, séchée, est encore recouverte par une quatrième en argile pure, mélangée de sable de moulage. Cette dernière doit donner au noyau un diamètre tel qu'il entre exactement dans une lunette destinée à cet objet, et dont le calibre est réglé, de manière que le noyau étant desséché, a précisément les dimensions qu'il doit avoir pour former le creux intérieur du projectile. Ensuite il reçoit l'enduit épais.

On faisait autrefois de cette manière les noyaux pour tous les projectiles à la fonderie de Liège; mais on a abandonné cette méthode par les motifs exposés plus haut, et on a adopté l'emploi des noyaux en sable, excepté pour les boulets creux à trois lumières, dont les noyaux, après avoir été préparés sphériques, comme nous venons d'expliquer, doivent encore subir un aplatissement, ce qu'on ne pourrait que difficilement exécuter sur les noyaux en sable. Car comme on a fixé pour ces boulets une épaisseur de métal plus grande à l'emplacement des lumières, qu'à leurs autres parties, on doit marquer sur le noyau sphérique au moyen d'un modèle, la position des centres des deux lumières, de manière qu'elles soient éloignées entre elles de la même distance que du centre de celle qui doit être formée par l'arbre de noyau; ainsi ces trois centres sont situés aux sommets d'un triangle sphérique équilatéral et à angles droits.

On avait déterminé une certaine épaisseur que devait avoir le boulet au milieu de ce triangle sphérique, et qui devait aller en diminuant à partir de là jusque derrière les lumières, où elle devait se raccorder avec l'épaisseur fixée pour les autres parties du boulet. Pour remplir ces conditions on a diminué d'après une lunette en fer préparée pour cet objet, l'épaisseur du noyau à partir du centre des trois lumières, jusqu'à ce qu'il eût les dimensions nécessaires pour former le creux intérieur du boulet; et c'est seulement après qu'on l'a couvert de l'enduit de moulage ordinaire.

Pour préparer les noyaux en sable, il faut pour chaque calibre trois parties de boîte en cuivre tournées intérieurement. Les deux premières parties comprennent chacune la moitié du noyau, suivant la section par l'axe de l'arbre, jusqu'à l'endroit où commence le culot du projectile, ces deux demi-boîtes *a* et *b*, fig. 2, s'assemblent par gorge et feuillure, *c*, et portent à leur partie inférieure aux rebords dont les deux plans coïncident lorsqu'on assemble la boîte et forment un collet renfermant un creux conique des dimensions de l'arbre de noyau, et dirigé suivant l'axe de la boîte. Cette ouverture est destinée à recevoir l'arbre du noyau quand on a réuni les demi-boîtes; ces dernières laissent à la partie supérieure une ouverture circulaire, portant la feuillure qui doit recevoir la gorge de la calotte fig. 1. Cette calotte est tournée intérieurement suivant la surface du culot du projectile; de manière que les trois parties de la boîte étant réunies, comprennent intérieurement la forme et les dimensions du noyau à faire.

Pour préparer les noyaux en sable, on se sert des mêmes arbres à

évents décrits pour les noyaux en terre; mais dans ce cas-ci, on les entoure de préférence de paille; d'un côté, parce que cela peut se faire d'une manière expéditive, à cause de la longueur des brins, et d'un autre côté, parce que les brins de paille livrent facilement passage aux gaz qui doivent sortir du noyau. Pour favoriser encore ce dégagement, on moule deux événements dans ce dernier, au moyen de fils de fer; l'un de ces événements est visible dans la coupe en *l*, fig. 3; ils doivent commencer à la paille de l'arbre du noyau, et se terminer aux ouvertures *o* des demi-boîtes assemblées *a* et *b*, fig. 2. Par là les gaz et les vapeurs qui, lors de la coulée se développent des parties aqueuses du noyau, par suite de la haute température de la fonte liquéfiée remontent et entrent par les ouvertures *o* dans le moule, d'où elles s'échappent par les événements.

Vu que ces noyaux en sable ne se contractent presque pas, tandis que ceux en terre, quelque soin qu'on prenne d'en garnir l'arbre de beaucoup de foin le font toujours, il n'est pas nécessaire de tourner la paille à une aussi grande épaisseur sur les premiers; mais pour empêcher qu'elle ne se déplace, et ne permette au noyau de glisser sur l'arbre, on passe à travers la mortaise de l'arbre, la petite cheville en bois *p*, fig. 3, et on la fixe, ainsi que la paille, au moyen d'un bout de ficelle. La chevillette en bois est préférable à la broche en fer pour les noyaux en sable, parce qu'elle casse facilement lorsqu'on démoule les projectiles et quand elle n'est pas déjà brûlée.

On place l'arbre ainsi enveloppé, entre les deux demi-boîtes *a* et *b*, de manière que son bourrelet, ou la partie immédiatement au-dessous de la tige enveloppée de paille, soit embrassé par les deux parties de l'ouverture conique des demi-boîtes. Ces dernières étant bien réunies au moyen de leur gorge et feuillure, on place le globe qui en résulte entre deux pièces de bois *hh*, creusées à cet effet, l'arbre étant dans la position verticale, fig. 3. Ces pièces restent solidement assemblées par des cylindres en bois à clavettes, pendant qu'on moule le noyau en remplissant et damant.

Pour exécuter cela convenablement, on place ces pièces de bois ainsi réunies avec la boîte qu'elles renferment, sur une caisse ou banc *e*, fig. 3, dans laquelle se trouve un trou pour recevoir la queue de l'arbre qui dépasse les premières, afin que ce dernier repose sur le fond par sa partie inférieure, et ne se dérange pas de sa position.

Comme les noyaux en sable ne doivent être que légèrement séchés, on se sert pour les préparer de la deuxième espèce de sable mentionnée plus haut; on n'en met d'abord qu'une petite quantité

dans la boîte; on l'égalise avec la main, et on la dame avec une petite batte, surtout contre la paille de la partie inférieure de la tige de l'arbre de noyau; on met ensuite une deuxième, puis une troisième couche et ainsi de suite, en damant chaque fois, jusqu'à ce qu'on ait atteint la hauteur du petit trou *o*, dans les demi-boîtes réunies, par lequel on enfonce alors le fil de fer, déjà mentionné obliquement de haut en bas, jusqu'à ce qu'il rencontre la paille qui entoure l'arbre de noyau; cela fait, on remplit la boîte au niveau du bord. On met là-dessus la quantité de sable qu'on croit nécessaire pour former la partie restante du noyau, et on lui donne une forme convexe en le comprimant avec les mains, de manière, cependant, que la surface en soit plus élevée, qu'elle ne doit le devenir définitivement. Pour lui donner la forme voulue, on la recouvre de la troisième partie de la boîte, qui est la calotte. On place cette dernière, la surface concave en bas, sur la surface convexe de sable, et on donne quelques coups de maillet, sur la queue adaptée au pôle, afin d'enfoncer assez le sable pour que la gorge de la calotte se trouve près de la feuillure de la boîte; on enlève alors la calotte et on nettoie la feuillure du sable qui y est entré, et l'on égalise au moyen d'une feuille de sauge en fer, la partie qui est contre cette feuillure. On coupe ensuite dans le milieu de la partie supérieure du noyau, une ouverture coniforme, pour la remplir de nouveau sable, qu'on comprime plus fortement, et qu'on élève un peu plus haut, parce que cette partie n'a d'abord pas été assez fortement moulée; on replace la calotte en donnant quelques coups sur la queue polaire de cette dernière, pour bien chasser ce sable dans l'épaisseur du noyau; quand la gorge est entrée dans la feuillure, le noyau a acquis la dureté et la forme nécessaires.

Cela fait, on enlève de nouveau la calotte, et après avoir retiré les fils de fer par les ouvertures *o*, on défait les clavettes des cylindres en bois, pour séparer les pièces de bois *hh*, et pouvoir enlever les deux demi-boîtes de dessus le noyau moulé; on lisse alors ce dernier à l'aide d'un champignon, suivant les coutures correspondantes aux courbes de jonction des trois parties de la boîte, ainsi qu'aux autres parties qui pourraient en avoir besoin. Ensuite on retourne le noyau, l'arbre en haut et on le place dans la calotte avec la partie moulée la dernière, afin d'ajouter du sable à la partie qui vient contre l'arbre, dans le cas où elle n'aurait pas été suffisamment fournie ou comprimée.

Enfin on le recouvre des enduits ordinaires, et on le place dans