

l'étuve, le noyau en haut, l'arbre reposant dans l'un des trous carrés d'une plaque de fonte coulée à cet effet; on y fait sécher la surface du noyau pendant quelques heures à une chaleur modérée.

COULAGE DES PROJECTILES.

Comme l'établissement de Liège ne possède que des fourneaux à réverbère, vu qu'on n'a pas encore pu y placer avantageusement des coupelots sous le rapport du moteur nécessaire pour la soufflerie, on a dû jusqu'ici se servir des premiers, pour fondre la fonte nécessaire au coulage des projectiles (12).

Cependant, pour éviter autant que possible les inconvénients mentionnés de cette fusion, on a arrangé les fourneaux à ce destinés pour recevoir des charges moindres que celles ordinaires, en haussant leur sole, et en pratiquant dans cette dernière, vers la petite portière un petit creuset, destiné à recevoir la fonte et à faciliter le puisage, en la rassemblant dans un bain plus étroit et plus profond; que lorsqu'elle est étendue sur toute la surface de la sole, ce qui l'expose plus à la combustion de son carbone.

Si l'on ne doit couler que des projectiles, il est avantageux de ne charger le fourneau ainsi disposé, que de 1500 kil. de vieille et de nouvelle fonte; mais si l'on veut en même temps couler encore d'autres objets, on peut charger jusqu'à 2000 kil. de la fonte nécessaire. On fait actuellement deux coulées par jour; le matin de bonne heure on charge le premier fourneau à froid, et quand cette charge est fondue et coulée, on en met immédiatement une nouvelle dans le fourneau chaud, ce qui produit une économie de combustible pour la fusion de cette dernière; mais pour pouvoir recommencer à couler le lendemain, il faut charger d'avance un fourneau froid, qui servira à faire les deux coulées de cette journée, tandis qu'on laisse lentement refroidir le premier avec toutes ses ouvertures closes, afin de prévenir l'accès subit de l'air froid extérieur, qui pourrait faire crever par son contact les briques réfractaires. Vers la fin du second jour, ce fourneau étant refroidi on le recharge de nouveau, pour opérer de même deux coulées le jour suivant, et l'on continue à faire alterner ainsi ces deux fourneaux, en fondant deux charges par jour.

(12) Voyez la note 11, page 211.

On emploie pour les charges, autant que possible de vieilles fontes et d'objets manqués, souvent même sans ajouter de fonte neuve en gueuses quand il y a, pour la remplacer, de la vieille fonte d'une fusion facile et contenant assez de carbone pour produire un mélange suffisamment fluide, avec les morceaux d'objets manqués d'une fonte moins grise, ou même blanche. Dans le cas contraire on ajoute de la fonte neuve ou de première fusion qui se liquéfie promptement, et favorise la fusion du reste; mais la quantité à ajouter dépend de la qualité des espèces, qui consistent ordinairement en vieux projectiles, en morceaux de canons, en excédants des fusions précédentes, etc.

Dans la conduite du fourneau, pour le coulage des projectiles, on s'est actuellement un peu écarté de la méthode décrite ci-dessus, au coulage des bouches à feu; les gros morceaux de fonte, comme par exemple ceux provenant de canons cassés, ne sont plus placés dans ce cas-ci près de l'autel, mais au contraire, à la partie inférieure, vers l'œil du fourneau; et plus tard lorsqu'ils commencent à fondre, on y ajoute les petits morceaux. La charge est ainsi moins exposée à l'action de la flamme, perd donc moins de carbone, que si elle était placée près de l'autel, où les gros morceaux se fondent presque toujours goutte à goutte, et perdent une grande partie de leur carbone; au bas de la sole, au contraire, ces morceaux sont d'abord portés à un haut degré de température sans fondre, et se liquéfient ensuite subitement, lorsqu'ils sont arrivés au point de fusion; on brasse alors le bain, pour bien mélanger la masse, qui parvient promptement au degré de fluidité nécessaire.

Par cette méthode, la fusion demande plus de temps que lorsqu'on coule des bouches à feu; mais comme la fonte perd aussi moins de carbone, les projectiles qu'on en coule sont en général plus gris, et ont moins de défauts que ceux qu'on coulait autrefois par l'autre méthode de fusion. On ne doit pas non plus écumer le bain, si ce n'est au moment de la coulée, et alors même on ne doit pas le faire plus qu'il n'est nécessaire, pour pouvoir puiser la fonte pure, ce qu'on fait par la petite porte au-dessus de l'œil, au moyen de poches en fer, couvertes d'une couche d'argile, fortement desséchée sur un feu de charbon; ces poches doivent être préparées d'avance en nombre suffisant, pour que le coulage puisse être continué sans interruption et pour prévenir le trop grand échauffement de la fonte restant dans le fourneau; si cette dernière circonstance avait lieu, il faudrait de suite épuiser le fourneau, et transvaser la fonte dans de

grandes poches ou seaux à couler, recouverts intérieurement d'une couche d'argile cuite, afin de soustraire la fonte à l'action plus prolongée du fourneau; on puise ensuite la fonte avec de petites poches hors des seaux pour la verser dans les moules; si toutefois les seaux eux-mêmes sont trop grands; dans le cas contraire on coule avec ces derniers. Ils portent à cet effet, à leur partie la plus large, un cercle en fer forgé, auquel sont adaptés dans le prolongement l'un de l'autre, et aux extrémités du même diamètre, deux longs bras, qui servent à les porter et à verser la fonte; elles ont encore à cette fin, dans leur bord supérieur, de chaque côté aux extrémités du diamètre perpendiculaire à la direction des bras, un petit bec qui sert à verser la fonte en filet dans les moules.

Pendant que la fusion de la fonte s'opère, on range par calibres sur le sol de la fonderie, les demi-châssis inférieurs, contenant les moules. Ensuite on place sur chacun le demi-châssis correspondant, de la même manière qu'ils l'ont été pendant le moulage; les jets et événements se trouvant ainsi en haut; puis on les assemble fortement en chassant les clavettes dans les mortaises des chevilles.

Les demi-châssis des projectiles creux, dans lesquels l'ouverture pour l'arbre de noyau est moulée, sont placés sur des trépieds circulaires en fer, fig. 18; on place ensuite les noyaux, en passant les arbres de ceux-ci dans les ouvertures coniques des moules, la queue carrée entrant dans la mortaise de la barette *cc*, fig. 8; on fixe cette partie, en chassant dans la mortaise de la queue la clavette en fer *h*, fig. 7 et 9, de même qu'on a fixé lors du moulage le faux arbre *a*, fig. 7; ainsi le noyau se trouvera précisément à sa place, et ne pourra pas être soulevé par la fonte qu'on doit verser dans le moule. Ensuite on place le demi-châssis supérieur contenant le jet et les événements, et on l'assemble avec l'autre de la manière ordinaire.

La raison pour laquelle on place sur des trépieds les demi-châssis inférieurs des projectiles creux, consiste en ce que les arbres de noyau, étant placés ainsi dans la position verticale, laissent échapper les gaz développés dans le noyau, par les événements *mm*, fig. 3, ce qui permet d'enflammer ces derniers par-dessous les trépieds, et de favoriser ainsi leur écoulement.

Aussitôt que la charge est entièrement fondue, il est bon de couler un ou deux projectiles, afin de découvrir si la fonte a le degré de fluidité et de chaleur nécessaire, pour bien prendre la forme du moule, et si cela a lieu, on enlève aussi lestement que possible le laitier de la surface du bain, et l'on commence immédiatement à

couler; dans le cas contraire, on referme la petite portière qu'on avait ouverte pour faire l'essai, et on laisse la fonte encore quelque temps dans le fourneau.

Comme les boulets, surtout ceux de gros calibre, ne doivent pas être coulés avec une fonte trop chaude, parce que le retrait en devient trop considérable, on doit, une fois que le coulage en est commencé, le continuer sans interruption; à cette fin des ouvriers placés à l'ouverture du fourneau, doivent toujours tenir prête une poche pleine. Immédiatement après, on coule les bombes et les gros obus, parce que ces projectiles, à cause de leur forte épaisseur, sont plus sujets au retrait que les petits obus et grenades, qui, à cause de leur faible épaisseur, se figent promptement, et peuvent donc être coulés avec la dernière fonte, qui est la plus chaude.

On doit verser la fonte lentement, et en filet mince, dans les moules, afin de donner le temps à l'air contenu dans ces derniers, de s'échapper par les événements; on doit veiller également, à ce que le laitier qui se développe encore dans la poche, ne coule pas avec la fonte dans le moule, ce qui est empêché par l'un des fondeurs, qui le repousse continuellement dans la poche au moyen d'un morceau de bois; le même fondeur promène ce bois enflammé, le long des événements et des jointures du châssis, afin d'enflammer les gaz qui s'en échappent; ce soin doit être pris aussi pour les projectiles creux, principalement à la partie inférieure des arbres de noyau parce que sans cela les noyaux pourraient être brisés par la pression des gaz. Pendant le temps nécessaire pour couler trois ou quatre projectiles, la fonte de la partie inférieure du premier coulé, a déjà commencé à se figer; et comme le fer cru se contracte par le refroidissement, il se formerait inévitablement un défaut de matière à la partie supérieure sous le jet, ou sous la cheminée d'où résulterait, soit une chambre, soit une partie aplatie; pour obvier à cela, on retourne le châssis, lorsqu'on s'est assuré que le jet est suffisamment solidifié; ainsi la fonte encore liquide de la partie supérieure se porte à ces places par l'effet de la pesanteur, et produit un défaut de matière quelque part dans l'intérieur. Cependant il est très-important que ce retournement des moules se fasse à l'instant favorable; car s'il a lieu trop tôt, il n'y aura qu'une croûte mince de fonte figée au fond du châssis inférieur, et la fonte encore liquide, se portant en ce moment vers la partie opposée, formera des creux ou chambres immédiatement sous cette croûte, chambres qui seront découvertes par quelques coups de marteau, lors de la réception des projectiles. Si, au

contraire, on retourne les châssis trop tard, la fonte n'aura plus assez de fluidité, pour remplir la cavité ou l'aplatissement formé à la partie supérieure du projectile, sous le jet ou sous la cheminée.

Aussitôt qu'on voit que les premiers projectiles sont solidifiés, (ce qu'on découvre à la surface des jets, qui ont alors la teinte brun-rouge), il faut défaire les clavettes, au moyen desquelles les demi-châssis sont assemblés, afin d'enlever le demi-châssis supérieur, d'ôter les boulets de l'autre, et d'abattre le sable de leur surface. On empêche ainsi que ce dernier ne fonde par la prolongation de la chaleur, et n'adhère à la surface des projectiles. Mais avant de défaire le demi-châssis supérieur des projectiles creux, il faut ôter la clavette de la queue de l'arbre de noyau, au-dessus de la barrette *cc*, fig. 8; après cela, on ôte aussi les clavettes des chevilles d'assemblage des demi-châssis, et on soulève celui d'en haut par ses crochets, pour pouvoir abattre le sable de la surface du projectile. Ensuite, on retire l'arbre de noyau, ce qui se fait pour les petites grenades, et même pour les obus de 15 centimètres au moyen d'une tricoise. Mais pour les bombes et les obus de 15 centimètres, on se sert pour cette opération d'une verge en fer, portant à son extrémité inférieure un anneau à mortaise; la mortaise est passée sur la queue carrée de l'arbre, et on place la clavette *h*, fig. 7 et 9, de ce dernier pour le fixer au-dessus de l'anneau.

La partie supérieure de cette verge est recourbée pour servir de poignée, et au milieu de la partie verticale on a adapté un mentonnet, contre le côté inférieur duquel on donne des coups de marteau, pendant qu'on tient la poignée, afin de retirer l'arbre lorsqu'il cède.

Comme il peut se former pendant le coulage quelques inégalités ou loupes autour de l'œil, on les enlève à coups de râpe, le projectile étant encore chaud et renfermé dans le châssis inférieur, mais dépouillé de son sable. Enfin, on s'assure de l'exactitude des dimensions de l'œil, en y introduisant un allézoir en acier trempé, en forme de pyramide tronquée hexagonale, dont le cône circonscrit aurait les dimensions de l'œil; cet allézoir est fixé par sa queue carrée dans la mortaise d'une tige, dont l'extrémité est armée d'une douille transversale destinée à recevoir un manche; de sorte que l'instrument peut être employé en guise de tarière. On tourne cet allézoir dans l'œil, et s'il y entre tout-à-fait, de manière que son bord supérieur corresponde à la surface extérieure du projectile, les dimensions de l'œil sont exactes; dans le cas contraire, on fore avec l'allézoir, jusqu'à ce qu'il entre à la profondeur voulue. Chaque espèce

de projectiles creux demande donc un allézoir correspondant.

On a déjà observé que les projectiles coulés, aussitôt qu'ils sont suffisamment figés, doivent être enlevés du sable des châssis, afin d'empêcher autant que possible l'adhésion de ce dernier. Mais si on fait cette opération trop tôt, ils cassent quelquefois en deux. On doit agir avec précaution aussi, pendant le démoulage du châssis qui contient les jets et événements, afin que ces derniers, qui sont déjà plus durcis que le projectile, ne se détachent pas de ce dernier en arrachant une partie du métal qui lui appartient; ceci a lieu plus facilement pour les gros projectiles que pour les petits, parce que ceux-ci se refroidissent plus vite, et qu'ils sont plus facilement enlevés de leurs châssis; tandis que les bombes et les gros obus exigent d'assez forts coups pour quitter leur châssis; ces coups sont frappés avec un marteau à main sur la surface du sable entre les jets et les événements.

Lorsque les projectiles sont suffisamment refroidis, on en abat les jets et événements; afin que ceux-ci cassent également plus haut que la surface du projectile, on a dû, lors du moulage, élargir un peu leurs petites bases contre cette surface, c'est-à-dire leur donner un peu d'empatement, afin que leur moindre diamètre, qui est ordinairement celui de la section de rupture, soit situé un peu plus haut.

Ensuite on recherche les projectiles manqués, et on les met hors de la fonderie, afin qu'ils soient refondus; ceux qui sont présumés bons, sont transportés à l'endroit où ils doivent être ébarbés et finis. On les dépouille d'abord extérieurement de tout le sable qui y est resté, en grattant ou frappant avec un marteau, ou en employant le ciseau pour celui qui s'est attaché. Quand après cela, on ne découvre pas à la surface de grandes chambres, ou des endroits détectueux, on les ébarbe, c'est-à-dire, on enlève au ciseau la couture formée par la fonte qui a pénétré entre les plans de jonction de sable correspondant à ceux des deux demi-châssis, ainsi que les empâtements des jets et événements, et les loupes qui peuvent s'être formées par l'égrenement de quelques parties du moule. Ensuite on les nettoie à l'intérieur, en enlevant, au moyen de grattoirs recourbés en fer, pl. XIII, fig. 7, le sable qui y est resté attaché (il est déjà en grande partie détaché par les chocs produits sur le projectile par le nettoyage extérieur), et on les renverse sur l'œil pour faire tomber ce dernier. On continue ainsi jusqu'à ce qu'il ne sorte plus de sable, et si enfin l'on découvrait que les bombes et les gros obus, ont encore au culot une masse de sable quelquefois mêlé de fonte, on l'enlèverait autant que possible à l'aide du ciseau à froid, fig. 8, pl. XIII.

Lorsqu'enfin les projectiles sont entièrement nettoyés et ébarbés, et qu'ils n'ont pas de défauts graves visibles, on les visite au moyen des lunettes ordinaires, afin de découvrir s'ils ne sont pas trop petits ou trop gros, ce qui, comme nous l'avons déjà remarqué, a souvent lieu pour les projectiles coulés au fourneau à réverbère; mais comme dans les deux cas, leur diamètre diffère peu de celui de la petite et de la grande lunette, on ne rebute pas ceux qui sont trop petits, parce qu'ils augmentent de diamètre, étant chauffés au rouge dans un fourneau et refroidis subitement par l'exposition à un courant d'air. Ce refroidissement subit les empêche de reprendre leur retrait et leur diamètre primitifs, et le plus grand nombre d'entre eux ne passe plus par la petite lunette. Si au contraire on les laisse lentement refroidir dans un lieu chaud, ils reprennent exactement leur diamètre primitif.

Quant aux gros projectiles, consistant principalement en boulets de fort calibre, on a inventé un moyen d'en diminuer le diamètre; il consiste à les comprimer, ou battre après les avoir chauffés au rouge; à peu près comme cela avait lieu ordinairement en France et en Allemagne par le rebattage; on y coulait à dessein les boulets plus gros qu'ils ne devaient rester définitivement, afin de les rebatte après sur une enclume au moyen d'un martinet en fonte, creusés tous deux en segment sphérique, correspondant au calibre du boulet. Le poids du martinet, et le nombre de coups étaient déterminés pour chaque calibre. Le martinet était soulevé par les cames d'une roue mue par un moteur quelconque. On n'a pas pu adapter cette machine à la fonderie de Liège; on se sert à cet effet d'un mouton en fonte, dont la partie inférieure est creusée en segment sphérique, glissant verticalement dans les coulisses des montants d'une charpente, et correspondant précisément avec son segment à celui d'une enclume placée entre les deux montants. Quand on laisse donc retomber le mouton sur un boulet placé dans le segment de l'enclume, il reçoit un coup faisant le même effet qu'un martinet; on continue à faire jouer le mouton, en tournant continuellement le boulet à l'aide d'une tenaille, jusqu'à ce qu'il soit bien sphérique et bien lisse. Quoique ce procédé soit accompagné de certains frais, ces derniers montent cependant moins haut que si on doit les refondre.

RÉCEPTION DES PROJECTILES.

On place le projectile à vérifier sur le banc, fig. 1 ou 3, pl. XIII,

dans l'excavation y destinée, afin d'examiner s'il est entièrement débarrassé de son sable de moulage, cet examen est surtout nécessaire pour les projectiles creux; il se fait au moyen des grattoirs, fig. 7, et du ciseau à froid, fig. 8, lorsqu'on découvre des croûtes dures intérieures. Ensuite on voit s'il n'y a pas à la surface extérieure ou intérieure des chambres ayant plus que les 0^m,004 de profondeur tolérés. On les mesure aussi exactement que possible, à l'aide des sondes, fig. 6, 9 et 10; les deux dernières qui sont recourbées, servent à chercher les soufflures dans l'intérieur au culot et latéralement; on examine ensuite la surface intérieure autour de l'œil; à cet effet on introduit un doigt dans ce dernier; si on ne sent que de petites saillies ou loupes, provenant de ce qu'il s'est détaché quelques grains de sable du noyau, on ne rebute pas le projectile, parce que ces loupes ne nuisent pas, à moins qu'elles ne soient situées dans l'œil même. Quand la surface extérieure, aux environs d'une soufflure, a l'aspect graveleux et spongieux, on frappe quelques coups modérés à cette place, avec le côté arrondi du marteau, fig. 5, afin de découvrir au son si la chambre s'étend latéralement dans l'épaisseur du métal; dans ce cas on cherche à casser avec la pointe du marteau la croûte mince qui la couvre; si réellement elle se brise, on rebute le projectile. On répète cet examen sur les autres points qui sont suspects, soit par leur position, soit par un son creux qu'ils rendent étant frappés. Mais on ne doit frapper avec la pointe du marteau que lorsque l'on croit être certain qu'il existe une chambre très-près de la surface; car sans cela on gâterait inutilement le poli des bons projectiles.

Comme on ne peut presque pas couler de projectiles sans chambre ou cavité intérieure (à cause du retrait que prend la fonte après le coulage), on a fixé une limite à la grandeur de ces cavités, en déterminant un minimum de poids pour les projectiles, savoir :

Pour les boulets de	{	24 liv.	11,241 kilogrammes.
		18	8,276 »
		12	5,558 »
		6	2,717 »
Les bombes de	29 centimètres.	55,832	»
Les obus de	{	20	17,650 »
		15	7,417 »

Les grenades de	{	16 ou 13 centim.	4,850	»
		6	1,733	»
		3	0,685	» (13)

Il faut remarquer ici, que comme les projectiles peuvent différer légèrement en diamètre, les petits pèseront naturellement moins que les gros, quand ils n'ont pas de soufflures ni les uns ni les autres, ou que celles qu'ils ont sont équivalentes; mais il peut encore arriver que le projectile du diamètre supérieur pèse moins qu'un autre moins gros, d'où l'on conclut que le premier renferme une somme de soufflures de capacité supérieure à celle du dernier.

On n'a pas fixé de maximum de poids, parce que la supériorité du poids doit être considérée comme avantageuse pourvu que le projectile passe dans la grande lunette.

Quand on trouve à la surface des soufflures bouchées avec l'une ou l'autre matière, ou quand les deux moitiés du projectile se débordent à la couture, on le rebute sans autre examen.

La visite du calibre et de la sphéricité se fait à l'aide de grandes et de petites lunettes qui font partie du matériel d'artillerie, et de cylindres en bronze ou en fonte, bien allézés, dont le diamètre est le même ou un peu plus grand que celui de la grande lunette du calibre à vérifier. Comme on sait que jusqu'aujourd'hui, pas un ouvrier n'a été capable de tourner une sphère parfaite, il n'y a pas lieu de s'étonner qu'on puisse encore bien moins couler des projectiles sphériques, et même seulement d'égale grandeur. On peut s'en expliquer suffisamment la raison, en se rappelant toutes les difficultés qui en accompagnent le moulage et le coulage, et les causes compliquées occasionnant un retrait inégal lors du refroidissement; voilà pourquoi on ne peut pas fixer une mesure unique pour les dia-

(13) D'après le *Mémorial Belge*, Bruxelles, 1835, les poids minima de réception des projectiles sont actuellement les suivants :

Boulets de	{	30 liv.	14,500	Bombes de	{	12 pouces	84,500
		24 »	11,590			10 »	50,500
		18 »	8,470			8 »	24,900
		12 »	5,660			60 cent ^m .	455,000
		6 »	2,710			29 »	57,000
Obus et Grenades de	{	20 cent ^m .	18,210	Obus et Grenades de	{	15 »	7,417
		13 »	4,850			13 »	4,850
		6 liv.	1,733			6 liv.	1,733
		3 »	0,685			3 »	0,685 (T.)

mètres des diverses espèces; mais pour prévenir les variations trop grandes qui sont trop nuisibles dans la pratique, on a cru nécessaire de déterminer les limites entre lesquelles les diamètres des projectiles à recevoir peuvent varier; ces limites sont celles d'après lesquelles les grandes et les petites lunettes, déjà citées, sont construites, et dont le diamètre pour les projectiles neufs à recevoir dans notre artillerie, est fixé comme suit :

	GRANDE LUNETTE.	PETITE LUNETTE.		
	mètres.	mètres.		
Boulets de	{	24 liv.	0,1488	0,1466
		18	0,1346	0,1324
		12	0,1172	0,1150
		6	0,0934	0,0912
Bombes de	29 centimètres.	0,2893	0,2860	
Obus de	{	20	0,1984	0,1962
		15	0,1488	0,1466
Grenades de	{	16 liv.	0,1297	0,1275
		6	0,0934	0,0912
		3	0,0738	0,0716 (14)

On voit par là que les deux lunettes diffèrent de 2, 2 millimètres pour chaque calibre, excepté pour les bombes de 29 centimètres dont les lunettes diffèrent de 3, 3 millimètres. Les projectiles ne doivent passer dans la petite lunette suivant aucune direction, et dans tous les sens par la grande; on peut donc regarder la moyenne arithmétique des deux limites comme le calibre exact du projectile. Or, comme le plus grand projectile qui passe dans la grande lunette suivant tous ses grands cercles, doit avoir au moins 0,2 millimètres de jeu dans cette dernière, à cause des petites inégalités de la surface, il peut avoir un diamètre moindre que celui de la grande lu-

(14)

	GRANDE LUNETTE.	PETITE LUNETTE.		
Bombes de	{	12 pouces	0,3215	0,3192
		10 »	0,2718	0,2699
		8 »	0,2211	0,2195
		60 cent ^m .	0,5950	0,5900
Boulets de 30 liv.	0,1585	0,1563		

Mémorial Belge, Bruxelles, 1835. (T.)

nette de 0,4 millimètres; et comme on peut admettre que le plus petit projectile reste sur la petite lunette par un excès de 0,2 millimètres, et aura donc un diamètre de 0,4 millimètres plus grand que celui de la lunette, il en résulte que les projectiles ne peuvent différer de la moyenne arithmétique des diamètres des deux lunettes, ou du calibre exact, de plus de 0,7 millimètres, mais comme on a pris ici le plus grand et le plus petit projectile satisfaisant aux lunettes, les diamètres de ceux qui se trouvent entre ces limites différeront moins, et quelques-uns très-peu de la moyenne arithmétique en question ou du calibre exact. Mais on ne peut pas admettre qu'ils soient entièrement sphériques; car ils diffèrent toujours plus ou moins de cette forme; on est donc obligé de se contenter d'une sphéricité approchée.

Afin de voir si les boulets jouissent d'une sphéricité suffisamment approchée pour la pratique, on emploie des cylindres creux allézés avec autant de précision que possible; on les pose avec l'une de leurs extrémités, d'environ 0^m,05 plus haut que l'autre, leur axe faisant par conséquent un petit angle avec l'horizon. On présente les boulets à l'ouverture supérieure de ce cylindre, qu'ils doivent traverser en roulant, sans s'arrêter quelque part ni glisser; car dans ce dernier cas, si c'est un boulet, on conclut que sa surface a plus d'un point commun avec une ou plusieurs des génératrices rectilignes du cylindre; d'où résulte qu'il aurait des parties cylindriques ou planes, ou bien des irrégularités encore plus graves.

Les cylindres employés à cette vérification ont ordinairement une longueur de cinq calibres, et sont chez nous en fonte; on les préserve continuellement de l'oxydation, en les frottant de mine de plomb; en France on se sert de cylindres en bronze, qui ont cependant l'inconvénient de s'user par un long service, quoique les boulets français soient rebattus et lissés, et d'exiger par conséquent un renouvellement périodique, qui devrait être encore beaucoup plus fréquent avec les boulets non rebattus coulés en sable. D'un autre côté, les cylindres en fonte sont exposés, par l'action d'une atmosphère humide, aux taches de rouille, ce qu'on doit prévenir par le frottement ci-dessus mentionné, qu'on répète de temps en temps, lors même qu'on ne s'en sert pas. Pour ces raisons, et à cause de la lissité moins parfaite des boulets coulés en sable, on fore ces cylindres à un calibre plus grand de 0,3 millimètres que celui de la grande lunette.

Les boulets qui satisfont à cette épreuve et qui n'ont pas d'autres

défauts, sont reçus comme étant suffisamment sphériques pour la pratique.

Enfin, lors d'un usage fréquent et prolongé des lunettes, il est nécessaire de les vérifier de temps en temps elles-mêmes, à l'aide des mesures en acier, fig. 18, et de réformer celles qui sont usées.

Les obus et grenades n'ayant pas d'anses, pourraient être soumises à de semblables épreuves au cylindre, mais pas dans tous les sens; car s'ils venaient à poser sur l'œil, ils pourraient glisser ou s'arrêter au lieu de rouler; mais si on les place dans l'ouverture du cylindre l'œil tourné de côté, ils le traversent comme les boulets. Peut-être cette épreuve se fait-elle dans l'artillerie française, où l'on doit actuellement vérifier aussi la sphéricité des obus et grenades; mais quand on pense que les aplatissements ou autres défauts de sphéricité de la surface de ces projectiles se trouvent principalement à la partie précisément opposée à l'œil, l'épreuve au cylindre paraît illusoire, parce qu'on ne peut pas faire rouler suivant les grands cercles passant par l'œil; et pour les bombes cette épreuve est impraticable à cause de leurs anses.

Pour découvrir cependant le défaut de sphéricité des bombes et des obus, et la grandeur de ses variations, on se sert de la grande lunette destinée à cet effet, et qui porte un curseur (voyez fig. 12 et son explication).

Afin de découvrir, à l'aide de cette lunette, la différence entre les rayons du projectile, il est nécessaire (vu que plusieurs de ces derniers diffèrent encore de 0^m,0015 de la grande lunette lorsqu'ils ont satisfait à la visite des deux) de chercher le diamètre maximum du projectile en le faisant tourner dans cette lunette à curseur, et en pressant le curseur *aa* contre la surface, afin de voir dans la coulisse *b*, de combien ce diamètre est moindre que celui de la grande lunette; on cherche ensuite de la même manière le diamètre minimum; la différence entre les deux sera le plus grand aplatissement ou la plus grande défiguration du projectile. Il faut cependant observer ici, qu'il est difficile de découvrir le maximum et le minimum entre les diamètres du projectile à l'aide de cette lunette; c'est pour cela qu'on emploie encore une troisième lunette dont le diamètre est moyen arithmétique entre ceux de la grande et de la petite, et qui présente d'une manière plus facile à saisir pour l'œil les défauts de sphéricité, ainsi que les maxima et les minima; on marque les points correspondants à la surface du projectile, et on mesure les grandeurs des différences, à l'aide de la lunette à curseur, fig. 12.

Comme il est impossible de prévenir entièrement le défaut de sphéricité des projectiles lors du coulage, on a déterminé que leur diamètre minimum ne devait différer du maximum pour les boulets, les obus de 15 centimètres et les grenades, de plus de $0^m,001$, et pour les obus de 20 centimètres et les bombes de 29 centimètres, de plus de $0^m,0015$.

L'épaisseur des anses et leur position à l'égard de l'œil, sont vérifiées au moyen de l'arc fig. 11; comme il est dit dans l'explication de la planche XIII, relativement à cette figure. On tolère une déviation de $0^m,004$ de la véritable direction.

Pour vérifier la largeur de l'œil, on se sert d'un vérificateur de l'œil, correspondant au calibre; il consiste en un cône tronqué, fig. 13, qui est suffisamment décrit dans l'explication de la figure pour en faire connaître l'usage; les marques pour la tolérance y sont calculées, de manière que la variation ne peut être que de $0,00075$; cet instrument fait découvrir également si l'œil est parfaitement circulaire et bien lissé; après on visite aussi la surface intérieure de l'œil, et l'on cherche à découvrir à l'aide d'un fil de fer s'il n'a pas des soufflures, afin de rebuter les projectiles conformément aux contrats.

Comme enfin ces cônes vérificateurs s'usent par un emploi répété, on les examine de temps en temps en les rapportant à la plaque, c'est-à-dire le rapporteur en acier contenant les calibres, fig. 14.

L'épaisseur de la paroi des projectiles creux autour de l'œil, se vérifie à l'aide d'un gabari en acier, fig. 15, destiné au calibre, de la manière détaillée dans l'explication de la planche. La tolérance accordée sur cette épaisseur est pour les bombes de $0^m,0025$ et pour les obus et grenades $0^m,0015$. L'épaisseur sur le pourtour est vérifiée à l'aide d'un compas courbe répétiteur, représenté fig. 16, et décrit dans l'explication y relative, et dont les tolérances, marquées sur l'instrument, sont pour les bombes $0^m,002$, et pour les obus et grenades $0^m,0015$.

Pour se servir de ce compas à la vérification de l'épaisseur, on place le projectile l'œil en haut sur le banc, fig. 1, et l'on glisse la branche mobile *ie* en arrière, afin d'introduire la branche fixe *ad* dans l'œil, de manière que l'arc *lm* du mentonnet couvre la surface du projectile, et que la pointe *d* de la branche fixe, repose contre la surface intérieure de la paroi; la partie supérieure de cette branche près de *a*, devant en même temps se trouver, autant que possible, au centre de l'œil. Ensuite on glisse la branche mobile *ie* en avant, jusqu'à ce que la pointe *e* touche la surface du projectile; alors la dis-

tance *de* sera égale à l'épaisseur du métal au point mesuré. Pour voir maintenant si cette épaisseur correspond aux dimensions fixées, ou reste entre les limites des tolérances, on trouve sur la verge droite du compas une ligne transversale suivant toute la largeur de cette dernière, contre laquelle, dans le premier cas, la partie antérieure de la coulisse *g* doit venir; si cette dernière vient jusque contre une petite ligne *h* devant la première, l'épaisseur des parois est la moindre admissible; mais si le bord antérieur de la coulisse vient contre une petite ligne marquée derrière la grande à la même distance que celle qui correspond au minimum d'épaisseur, et qui est en avant de cette dernière, l'épaisseur du métal est la plus grande tolérée (cette dernière ligne est invisible dans la figure). Cette vérification se fait en quatre points, placés aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires. Par là, on trouvera non-seulement la vraie épaisseur de la fonte en ces points, mais on découvrira également, si l'espace intérieur est concentrique ou non avec la surface extérieure du projectile; dans le premier cas les quatre épaisseurs devant être égales quand toutefois le projectile est sphérique; le second cas aura lieu si les épaisseurs aux points opposés sont inégales.

Pour pouvoir vérifier la position des pointes *d* et *e* de l'instrument, on a tracé sur la verge droite les lignes *b* et *c*, perpendiculaires à sa direction; la distance comprise entre ces lignes étant égale à l'épaisseur des parois fixée par les tables de construction. Les pointes *d* et *e* doivent donc se trouver sur les prolongements de ces lignes, lorsque la coulisse *g* est amenée contre la grande ligne qui correspond à l'épaisseur exacte.

Si par suite d'un usage prolongé, cet instrument ne satisfaisait plus à ces conditions, soit que les branches en fussent faussées, ou les pointes *d* et *e* émoussées, il faudrait le réparer de manière qu'il répondit à la vérification que nous venons de donner. Il est bon aussi pendant qu'on s'en sert, de vérifier de temps en temps la distance entre les points *d* et *e* à l'aide du contrôleur en acier, fig. 17, comme cela est indiqué à l'explication de cette figure.

Pour vérifier l'épaisseur des culots des bombes de 29 centimètres en usage dans notre artillerie, et des obus de 20 centimètres, on se sert du vérificateur du culot, fig. 19, (dont le mécanisme est décrit à l'explication de cette figure). On place le projectile sur le banc, fig. 1, la lumière tournée horizontalement vers la personne qui doit faire la vérification, et l'on opère comme suit: si c'est une bombe de 29 centimètres, par exemple, qu'on vérifie, on dévisse le globule *b* de