

vue, très-fondées; et l'expérience a suffisamment démontré que les canons en fonte doivent posséder un très-haut degré de ténacité et une dureté moyenne, pour résister à la force développée par l'inflammation de la poudre. Le résultat a fait voir aussi que les canons en fonte, coulés d'après le précepte de M. Maritz, ne remplissent pas leur but, beaucoup d'entre eux ayant sauté à l'épreuve, et différents autres, qui avaient résisté à l'épreuve, ayant crevé dans leur service sur les vaisseaux de guerre (m).

Quoique, par le coulage massif des canons en fonte, on eût fait un pas réel vers leur amélioration, on était cependant encore loin de la perfection nécessaire pour qu'on fût sûr de pouvoir toujours couler des pièces en fonte bonnes et durables, et qu'on pût employer sans danger; car on coulait encore les bouches à feu, avec la fonte de première fusion, c'est-à-dire celle qui provenait immédiatement de la conversion des minerais. Même à

(m) Voyez : *Böhms Magazin für Ingenieure und Artilleristen*, VII, Band, *Abhandlung über die Gefährlichkeit und Unzulänglichkeit, der bei den eisernen Kanonen gebräuchlichen Proben*, u. s. w. s. 309, etc.

On connaît généralement que la fonte à cassure grise est plus douce, et par conséquent plus facile à travailler que celle blanchâtre, et cela paraîtra plus clairement dans la suite de cet ouvrage; mais cette douceur à un trop haut degré la rend impropre au coulage des bouches à feu; c'est ce qui est confirmé davantage par ce qui suit :

Le gouvernement anglais ne coule pas de pièces en fonte pour son compte. Elles sont fournies par Carron et Comp<sup>e</sup>, ainsi que par Walkers et Comp<sup>e</sup>, pour un prix fixe (de 18 à 20 livres sterling les 2000 livres ordinaires anglaises).

Tous les frais relatifs à la fabrication, sont ainsi au compte des fournisseurs. Ces pièces sont non-seulement forées, mais aussi tournées extérieurement, et on peut supposer qu'ils emploieront de préférence une fonte grise et par conséquent douce et tendre, vu qu'elle peut être travaillée plus facilement, et par conséquent avec beaucoup moins de frais. Pour prévenir l'influence nuisible que cette circonstance aurait pu avoir sur la qualité des bouches à feu, ce gouvernement demanda, depuis 1797, de très-fortes épreuves de réception. Avant la fixation de ces fortes épreuves, pendant la guerre d'Amérique, une grande quantité de pièces de celles livrées par Carron avait sauté; pour cette raison on avait exclu pendant quelque temps ces fondeurs des fournitures à l'État. Ils ont probablement, dans le choix de leur fonte, recherché plus la facilité du travail que la solidité des pièces, et ont choisi une fonte très-grise et très-tendre.

l'époque où Monge publia sa *Description de l'art de fabriquer les canons* (an II de la république française (1794), voyez page 79), les pièces de gros calibre étaient encore coulées en partie au moyen d'un haut-fourneau et d'un ou plusieurs fourneaux à réverbère: nous concluons de là, que jusqu'alors on ne vit point que la fonte fondue dans un fourneau à réverbère, ou de 2<sup>e</sup> fusion, a plus de cohésion que la même fonte lorsqu'elle provient directement du minerai; il en résulte de plus, que jusqu'à cette époque on regardait encore la fusion de la fonte dans un fourneau à réverbère, uniquement comme un moyen accessoire, destiné à compléter la quantité de matière nécessaire pour un fort canon, quantité que le haut-fourneau ne pouvait fournir.

Il est donc certain que ce fut seulement en 1794 qu'on abandonna en France le mode de couler les bouches à feu en fonte au moyen des hauts-fourneaux; et l'on introduisit en même temps la fusion de la fonte dans les fourneaux à réverbère, pour servir à ce but. Par là on ne dépend pas du plus ou moins de réussite dans la conversion des minerais, mais on choisit les meilleures fontes provenant de cette opération; on peut y fondre ces dernières avec le degré de chaleur nécessaire, non-seulement à leur liquéfaction, mais aussi à leur purification; car il se dégage encore de la fonte, pendant cette fusion, une partie de laitier, dont la présence dans le métal en diminue la cohésion. L'emploi de ces fourneaux à réverbère fut, en vérité, un grand pas vers l'amélioration des pièces en fonte de gros calibre, amélioration à laquelle contribuèrent aussi puissamment les découvertes chimiques qui se répandirent plus tard, et qui jetèrent de plus en plus de lumière sur la nature jusqu'alors inconnue de la fonte et des minerais.

Le moulage en sable des bouches à feu en fonte peut

être regardé, si non comme une amélioration, du moins comme un procédé très-avantageux, surtout quand on doit couler une grande quantité de bouches à feu de la même espèce et du même calibre; car, une fois les modèles et châssis nécessaires confectionnés, on est en mesure de couler un nombre donné de bouches à feu, à peu de frais, et dans un espace de temps beaucoup plus court qu'il n'est possible par le moulage en terre. De plus, les pièces coulées dans des moules en terre offrent une surface très-raboteuse, et doivent la plupart du temps être tournées, ce qui n'a pas lieu pour celles coulées en sable.

Il paraît que le marquis de Montalembert a été le premier qui ait introduit ce dernier mode de moulage; car il dit, dans le mémoire déjà cité, que depuis peu il avait fait un essai pour couler en sable des canons en fonte, et qu'il avait ainsi obtenu plus de 200 pièces qui, d'après leur aspect, paraissaient avoir été tournées extérieurement (n).

Quoique déjà depuis nombre d'années on eût coulé en sable des objets en fonte de peu d'épaisseur, tels que des plaques, des pots, des poêles, etc., on coula cependant les boulets jusqu'en 1790, à peu près comme les balles de plomb, dans des moules de fer ou coquilles, tant dans les provinces méridionales des Pays-Bas, que probablement dans d'autres pays; quoique les boulets coulés de cette manière devinssent ordinairement très-durs et très-cassants, à cause du contact du fer des moules. C'est pour cela aussi qu'il devenait très-difficile, et quelquefois impossible, de couper la couture qui se formait à la surface du projectile, à l'endroit où les deux parties du moule se réunissent. C'est probablement cette difficulté qui donna lieu à l'opération nommée battage des boulets, qui consiste à les porter, aussitôt qu'ils sont suf-

(n) *Böhms Magazin für Ingenieure und Artilleristen*, VII Band, page 324.

fisamment durcis, mais encore rouges, sur une enclume creusée en segment sphérique de même rayon que le boulet, où ils sont battus sur toute leur surface par un martinet pesant, mû par l'eau, et dont la panne est creuse de la même manière que l'enclume; il va sans dire que, pendant l'opération, le boulet doit être continuellement tourné en tout sens. En France, les boulets sont encore coulés et battus de cette manière; mais en Angleterre et en Russie, on les coule avec une fonte très-douce, dans les moules ou coquilles en question, sans les soumettre au battage. Les bombes et les obus étaient autrefois coulés aussi en coquilles; ces projectiles sont reconnaissables en ce que la couture, provenant de la réunion des deux parties du moule, passe par le centre de l'œil. On en moulait aussi en terre, ce qui exigeait cependant beaucoup plus de temps et de travail que pour le moulage en sable. D'ailleurs la surface des projectiles coulés en terre n'est pas à beaucoup près aussi lisse qu'elle l'est à ceux coulés en sable.

Actuellement, les projectiles creux sont moulés généralement en sable; mais leurs noyaux sont encore préparés en terre, comme anciennement, dans la plupart des fonderies étrangères, quoiqu'on puisse les préparer en sable plus promptement et à meilleur compte.

Dans la fonderie de l'État, à Liège, tous les projectiles, sans distinction, sont moulés en sable mélangé de poussière de charbon, faite avec de la houille brûlée, et les noyaux de tous les projectiles sont préparés uniquement avec le sable de moulage qui y est destiné. Les boulets obtenus par ce mode de moulage sont plus solides et généralement plus lisses que ceux qu'on coulait autrefois en coquilles; de manière qu'on peut les employer sans les soumettre au battage, à cause de leur surface lisse, même dans les canons en bronze, sans craindre une dété-

rioration trop prompt des parois de l'âme. Le moulage en sable des bombes et des obus se fait aussi d'une manière non-seulement plus expéditive, mais encore plus sûre; car, à l'aide des châssis dont on se sert dans ce procédé, on ne rencontre pas de difficulté pour placer les noyaux au centre, ou dans quelque position qu'ils doivent occuper relativement au moule, d'où résulte que ces projectiles ont partout la même épaisseur (sauf de légères différences provenant de l'inégalité du retrait du noyau), avantages qui résultaient rarement de l'ancien mode de moulage en terre. Enfin les noyaux en sable ont sur ceux en terre le précieux avantage d'être retirés très-facilement du creux du projectile, sans qu'il en reste des parties attachées aux parois intérieures, inconvénient qui est inhérent aux noyaux en terre; car on trouve, dans la plupart des vieilles bombes et des anciens obus cassés, des croûtes de terre glaise cuite qui leur adhèrent, et qui ont une épaisseur de 5 à 6 millimètres et plus; circonstance qui probablement a plus d'une fois occasionné des désastres pendant le chargement de ces projectiles.

De ce coup d'œil jeté sur la fabrication ancienne et celle d'aujourd'hui des canons en fonte et des projectiles, il résulte qu'on a fait de grands progrès dans l'art, et qu'on peut avec une sécurité suffisante se servir des bouches à feu coulées actuellement; mais comme outre le mode de coulage, la fonte employée a aussi une influence considérable sur la solidité des produits, et que le plus ou moins de bonté de la fonte même dépend non-seulement de la qualité des minerais, mais encore de l'opération de leur réduction, il paraît nécessaire, avant de décrire les méthodes de moulage et de coulage des bouches à feu, de donner une esquisse succincte des différents minerais de fer que la nature nous offre, ainsi

que de la manière d'en extraire la fonte, et enfin des différentes espèces principales de fonte obtenues par la conversion des minerais, selon que le haut-fourneau est mené convenablement ou négligemment.