



DEL ESTADO DE ORENS NEGRO
FONDO BIBLIOTECA NACIONAL

INTRODUCTION.

Il est suffisamment connu qu'une quantité médiocre de poudre, qui est renfermée dans un corps creux, exerce en s'enflammant une pression tellement grande sur les parois intérieures de ce corps, que ce dernier devra se fendre ou éclater en pièces, si le fluide élastique, développé par la combustion de la poudre, ne trouve pas une issue immédiate.

Ce phénomène est toujours observé lors de l'explosion des bombes et obus remplis de charges de guerre, quelle que soit d'ailleurs l'épaisseur de leurs parois: la fusée en bois, chassée dans l'œil du projectile, ne cède pas assez instantanément pour livrer passage aux gaz subitement produits, quelque peu comparable que soit d'ailleurs sa résistance à celle qu'offre la grande cohésion de la fonte qui compose le projectile. Le même effet se présente quelquefois avec les canons en fonte, quand le boulet est fixé dans l'âme par des coins, de manière qu'il ne puisse à l'instant livrer passage, et offre ainsi à la force expansive de la poudre enflammée, une résistance plus qu'ordinaire.

Une épreuve, faite en 1792 à München, par le comte

Rumford, nous fournit un témoignage plus remarquable de l'immense force développée par une faible quantité de poudre, qui est logée dans une cavité fermée de toutes parts. Il remplit avec 28 grains, ce qui ne fait pas tout-à-fait un gramme, un petit canon de bon fer forgé, dont le diamètre de l'âme était un quart de centimètre, l'espace intérieur d'environ $\frac{1}{10}$ de centimètre cube, et l'épaisseur du fer des parois de $1\frac{1}{4}$ centimètres; après avoir bien fermé l'ouverture supérieure, et l'avoir chargée d'un poids de 5051 livres, il enflamma la charge, en chauffant extérieurement une partie du tube; ce dernier éclata en deux morceaux (a). Ainsi, d'après des épreuves faites antérieurement par le même sur la cohésion du fer forgé, la pression exercée par les gaz fut équivalente à 412,529 livres (b). Si une charge aussi faible produit une pareille puissance, que serait-ce donc si l'on enflammait quelques livres de poudre placées dans les mêmes circonstances? D'autant plus que la force produite croît en raison plus rapide que les charges, comme le montrent clairement des épreuves postérieures faites par le même savant.

On ne connaît aucun métal, et moins encore quelque autre matière, qui pourrait résister à la force expansive de charges ainsi renfermées; aussi, dans l'emploi ordinaire des bouches à feu, on ne se sert pas de la poudre de cette manière; elle doit seulement chasser le projectile avec une certaine vitesse, dépendant du but qu'on se propose; par là les gaz produits par la charge, commencent déjà à se frayer un passage, avant même qu'ils ne soient entièrement développés.

(a) *Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde von J. H. Voigt, 1sten bandes III^{es} stück, Jena, 1798. — Über die Kraft des Schieszpulvers, vom Herrn Grafen Rumford. Phil. transact. 1797, P. II.*

(b) *Handbuch für officiere, 1sten Theil artillerie von G. Scharnhorst 1sten band Geite 167. Id. C^{te} Tabelle.*

Cependant, quoique pour ces raisons les bouches à feu ne demandent pas une si grande solidité, que dans le cas où l'on voudrait que le projectile offrît une plus grande résistance, il est certain que le métal dont on les fabriquera, devra être doué d'un haut degré de cohésion, et d'une dureté suffisante, afin qu'elles ne se fondent ou qu'elles n'éclatent par suite d'un long service, ni ne reçoivent des empreintes dans l'âme; ce métal devra d'ailleurs encore être d'un prix modéré.

Les métaux qui possèdent ces qualités à un degré plus ou moins élevé, et peuvent par conséquent être regardés comme propres à la fabrication des bouches à feu, sont:

1° *Le bronze*, qui est un alliage de cuivre pur et d'étain; autrefois on y ajoutait encore un peu de laiton, lequel lui-même n'est qu'un alliage de cuivre et de zinc;

2° *La fonte de fer*, quand elle ne contient pas des matières ou des métaux nuisibles;

3° *Le fer forgé*, qui est préparé convenablement avec la fonte (c).

Jusqu'à présent on donne presque généralement la préférence au bronze; il possède beaucoup de ténacité; et les bouches à feu coulées de cet alliage ne sont pas sujettes à éclater, quand toutefois elles ont l'épaisseur de métal nécessaire, et que le cuivre et l'étain qui les composent sont dans la proportion convenable, et intimement mélangés. Mais ces canons reviennent à un prix très-élevé; de manière que les dépenses seraient ex-

(c) Il ne sera pas nécessaire de parler des bouches à feu, qui, à cause de leur peu de solidité, ont été immédiatement abandonnées, ou n'ont joui que d'une vogue éphémère, comme, par exemple, celles qui étaient composées d'un cylindre en fonte, entouré de barres et de cercles forgés; la bombarde décrite par Grignon (*L'Art de fabriquer le fer, de fondre et de forger les pièces d'artillerie*; Paris, 1817, in-4°, p. 456 et 457); ou bien les canons en cuir proposés par le colonel autrichien Wurmbrand, qui furent introduits dans l'armée suédoise par Gustave-Adolphe, à cause de leur légèreté, mais tombèrent bientôt dans l'oubli.

traordinairement grandes, si l'on voulait pourvoir un royaume uniquement de bouches à feu de cette espèce, tant pour les armées que pour la défense des places et l'armement de la marine; c'est pour cette raison que diverses puissances maritimes ont depuis plusieurs années adopté dans leurs marines les canons en fonte de fer; quoiqu'à cette époque on ne pût se considérer comme certain de leur aptitude au service.

Les canons en bronze ne sont cependant pas non plus regardés généralement comme sans défauts; différents artilleurs pensent que le bronze en usage n'a pas une dureté suffisante pour les pièces de gros calibre: la force expansive produite à l'inflammation des fortes charges de ces pièces, élargit l'âme à l'endroit qui reçoit la charge, à cause du peu de dureté du métal, et produit de plus une empreinte ou logement à l'endroit où est placé le boulet, empreinte qui a pour effet de faire faire par la suite au projectile des battements dans l'âme, ce qui met la pièce promptement hors de service (*d*).

(*d*) La prompte détérioration de quelques pièces de campagne, aux exercices du polygone à La Fère en France, donna lieu, en 1786, à des épreuves extraordinaires à la charge de guerre avec différentes pièces de 24, et même de plus petits calibres, qui étaient coulées massives et forées; on voulait s'assurer du nombre des coups qu'elles pouvaient tirer avant d'être entièrement hors de service. Voyez *Réflexions sur la fabrication en général des bouches à feu*, par M. le comte de la Martillière, Paris, 1817. Cette épreuve eut un résultat très-défavorable au gros calibre; les quatre pièces de 24 furent tellement vite hors de service, que les boulets y faisaient des battements après que l'une eût tiré 174 coups à la charge de guerre, une autre 110 et les deux dernières seulement 37 coups. Comme on n'avait pas remarqué une destruction aussi rapide à l'époque où les canons étaient coulés à noyau, on attribua la différence des résultats à ce que les premiers étant coulés massifs et forés après, étaient intérieurement trop peu durs pour résister à la pression des gaz; d'après cela, on proposa de réintroduire le coulage à noyau, sans avoir d'abord examiné si la dureté non suffisante de ces canons ne pouvait pas provenir d'autres causes: comme, par exemple, la proportion inexacte et l'impureté des métaux composants, la manière de couler, le temps observé, le degré de chaleur, etc. Ceci aurait été d'autant plus nécessaire à constater, qu'il est généralement reconnu, que les canons coulés à noyau ont souvent des chambres, particulièrement autour du *chapelet* (qui sert à fixer le noyau dans le moule) et que l'âme ainsi produite est le plus souvent excentrique;

L'expérience a montré cependant, tant dans ce pays-ci qu'ailleurs, qu'il est possible de fabriquer des pièces de gros calibre en bronze très-bonnes et très-durables, en déterminant convenablement la proportion des métaux composant l'alliage, et opérant leur fusion à un degré suffisant de chaleur, afin de produire un mélange ou plutôt une combinaison parfaite entre les molécules de cuivre et d'étain; de manière que dans l'alliage on ne puisse pas découvrir les moindres traces qui pourraient indiquer deux métaux différents.

Les bouches à feu en fonte, qui étaient déjà en usage à une époque très-reculée (*e*), sont beaucoup moins coûteuses que celles en bronze; c'est pourquoi l'on en a presque toujours armé en partie les places et les vaisseaux, quoiqu'on les regardât comme dangereuses. Il est arrivé que quelques-uns de ces canons ont éclaté pen-

en outre, on paraît ne pas avoir remarqué que ces canons, quand même à leur coulage on ne leur a pas trouvé de défauts visibles, deviennent d'eux-mêmes défectueux, après un certain nombre d'années, s'ils sont exposés à une atmosphère humide; car le chapelet étant en contact avec le bronze et l'air, est attaqué par la moindre humidité, à cause des oxydes de cuivre et de fer qui se forment; de manière qu'après un certain laps de temps, la plus grande partie de ce fer étant consommée, il se forme un creux annulaire au fond de l'âme, ce qui met la pièce hors de service. L'auteur a eu l'occasion d'observer ce défaut sur différentes pièces en bronze coulées d'après ce procédé.

(*e*) On trouve dans *a Military dictionary, explaining and describing the technical terms, etc.*, que la première grosse pièce qui fut employée par l'armée anglaise, à la bataille de Cressy en 1346, était en fer; et que la première pièce en bronze connue en Angleterre, fut exécutée par J. Owen en 1535; il paraît encore que les Maures assiégés par Alphonse à Algésiras en 1343 (d'après d'autres en 1342), auraient tiré avec une espèce de mortiers en fer. C'étaient probablement des bouches à feu d'un très-grand calibre, qu'on nommait bombardes; on en lançait d'énormes pierres.

Il n'est pas mentionné dans ces ouvrages, si les bouches à feu citées étaient coulées en fonte, ou étaient formées de barres forgées; la dernière supposition est la plus vraisemblable, car probablement on ne connut pas encore à cette époque reculée, l'art de liquéfier suffisamment la fonte de minerai pour couler. Peut-être le vieux canon en fonte qui se trouve à Bois-le-Duc, est-il une des premières bouches à feu de cette espèce; le millésime 1411 y est gravé; ce qui ne peut être que 1411 ou plus probablement 1511.



dant le tir, et ont blessé ou tué les canonniers qui les servaient; et comme pour plus de sûreté on a presque généralement donné une épaisseur plus grande aux canons en fonte qu'à ceux en bronze, et que nonobstant cela, les accidents déjà mentionnés ont eu lieu de temps en temps avec les premiers, malgré les épreuves faites avec de fortes charges lors de leur réception, il en est résulté avec raison une défiance générale contre les canons en fonte, et les artilleurs s'en sont toujours depuis servis à contre-cœur.

On croyait autrefois être assuré de la bonté des canons en fonte quand ils avaient soutenu, comme ceux en bronze, quelques forts coups d'épreuve; mais il arriva que des canons qui avaient soutenu cette épreuve, venaient à crever avec la charge de guerre ordinaire. De là on conclut avec raison, que ces canons qui ne jouissent que d'une ténacité moyenne, perdaient une partie de la cohésion de leurs molécules d'une manière invisible, par l'effet des forts coups d'épreuve, et que pour cette raison ils ne pouvaient plus supporter ultérieurement les coups à la charge de guerre ordinaire (*f*). Mais on trouva néanmoins aussi, que plusieurs canons en fonte soutenaient non-seulement ces coups d'épreuve sans être endommagés, mais qu'outre cela, ils supportaient encore beaucoup plus de coups que les canons en bronze, sans se détériorer intérieurement. Comme ces derniers, et sans produire d'altération dans la justesse de la direction des

(*f*) Outre ce qui est arrivé ailleurs de semblable, nous avons un événement qui a eu lieu dans ce pays-ci, et qui milite en faveur de l'opinion énoncée. Le ci-devant lieutenant-colonel d'artillerie O. Gerbade, fut chargé d'éprouver 20 pièces nouvellement coulées pour la compagnie des Indes orientales; toutes les pièces soutinrent les forts coups d'épreuve, comme ils étaient fixés alors; mais comme le lieutenant-colonel précité n'avait pas une entière confiance dans la bonté de ces pièces, il demanda l'autorisation de tirer encore quelques coups à boulet, à la charge ordinaire, avec les mêmes canons; le résultat fut que 19 des 20 canons crevèrent; cette circonstance fut communiquée verbalement à l'auteur par l'expérimentateur.

coups, comme c'est souvent le cas avec les canons en bronze (*g*).

(*g*) John Muller dit, dans l'introduction de la deuxième édition de son *Treatise of Artillery, etc.* London, 1768, que les canons en bronze au siège de Belle-Isle, furent bientôt hors de service; de sorte qu'on dut se servir de canons de marine en fer pour finir le siège. Il dit encore que plusieurs officiers lui ont assuré que les Anglais, dans tous les sièges de la dernière guerre, furent forcés de se servir de canons en fonte, parce que les canons en bronze ne purent soutenir un feu nourri, quoiqu'ils pesassent 400 livres de plus que ceux en fer. *Böhms Magazin für Ingenieure und Artilleristen 5^{ter} Theil. Geite 295 u 296.* Une preuve plus récente de la bonté des canons en fonte, nous est fournie par l'usage qu'en fit l'artillerie anglaise en Espagne, aux sièges de Ciudad-Rodrigo, Badajoz et Saint-Sébastien, en 1812 et 1813. Quoiqu'on ne puisse pas déduire exactement le nombre de coups tirés avec chaque pièce en fonte, du récit du lieutenant-colonel d'artillerie anglais Jean May (*A few observations on the mode of attacks, etc.*, qui a paru en 1822 à Dresde, traduit en allemand, sous le titre: *Betrachtungen über den beschleunigten Festungsangriff, etc.*), l'auteur sus-nommé conclut cependant, qu'aux deux sièges de Saint-Sébastien par les Anglais, il fut tiré au moins 1200 à 1500 coups, se suivant de près, de chaque pièce en fonte de 24, sans que l'âme de ces pièces ait par là été endommagée d'une manière remarquable, excepté une légère empreinte de $\frac{2}{10}$ de ligne de profondeur, qu'on a observée dans l'une d'elles, à l'endroit où se trouve la charge. Leurs lumières, au contraire, étaient très-évasées; mais on mit plus tard à ces canons un grain en cuivre, ce qui les rendit de nouveau propres au service.

La solidité des canons en fonte a été, dans ce pays-ci, encore mieux constatée, par les épreuves extraordinaires qu'on a faites à Liège avec deux canons en fonte, l'un de douze et l'autre de 6, coulés à la fonderie de l'État. Le premier soutint 2411 coups à la charge ordinaire de guerre, de quatre livres d'Amsterdam, un boulet et deux bouchons, outre les quatre coups d'épreuve à six livres de poudre, deux boulets et deux bouchons; la pièce fut d'abord éprouvée par deux de ces derniers coups; après avoir tiré 1500 coups, on y mit un grain et on l'éprouva de nouveau, avec les deux autres coups d'épreuve. De ces 1500 coups, 900 furent tirés par la plus grande chaleur, et plus tard 500 par le froid le plus vif, avec des intervalles de trois minutes. Mais les coups qui en furent tirés après qu'on eut mis le grain, se suivaient à $2\frac{1}{2}$, 2 et même $1\frac{1}{2}$ minutes d'intervalle. Il est très-probable que si ce canon n'avait été chargé qu'avec un bouchon, au lieu de deux, et si le feu eut été plus lent et accompagné des refroidissements convenables, il aurait supporté beaucoup plus de coups. Avec le canon de 6 en fonte, qui fut immédiatement muni d'un grain en cuivre, on tira deux coups d'épreuve à trois livres de poudre et deux boulets, et puis 1221 coups à boulet ordinaires, après quoi il fallut mettre un nouveau grain. Alors on tira encore 760 coups de guerre ordinaires, dont le dernier cependant le fit crever. D'après l'examen des morceaux, il parut qu'il se trouvait trois raies coupées dans la surface de l'âme, lesquelles augmentaient de profondeur en se dirigeant suivant l'axe du côté de la bouche, et étaient arrêtées toutes les trois à la même hauteur, et à l'endroit de leur plus grande profondeur. De là on conclut, que ce canon sauta par l'effet d'une force extraordinaire dirigée contre la surface de l'âme. Apparemment ceci provint d'un second boulet de mauvaise fonte, qu'on y aura mis

Comme le fer bien forgé est très-tenace, jouit d'une cohésion bien supérieure à celle du bronze, et outre cela coûte beaucoup moins que celui-ci, on a déjà dans les temps les plus reculés, et aussi plus récemment plusieurs fois essayé de confectionner des canons en fer forgé, en soudant de fortes barres de fer entourées de cercles; mais comme le soudage et la réunion exacte de pareilles barres, comme il en faudrait pour les grands canons, offre beaucoup de difficultés, et peut-être est inexécutable, on n'a fait jusqu'ici que des canons de petit calibre en fer forgé.

Quand on se rappelle que la lame mince de fer, avec laquelle on forge le canon d'un fusil d'infanterie, doit être chauffée plus de 80 fois au foyer d'une forge ordinaire, pour souder les bords sur toute la longueur, on comprend facilement, qu'il doit être extrêmement difficile d'exécuter cette même opération sur les différentes grosses barres qui seraient nécessaires pour composer un canon, et l'on ne pourrait même jamais s'assurer si le soudage de ces barres aurait été fait convenablement.

Quand même, un jour, on surmonterait toutes les difficultés que présente cette opération, un pareil canon coûterait encore beaucoup en main-d'œuvre. Et comme le meilleur fer forgé (qui probablement devrait être em-

par mégarde, et qui se sera cassé par le choc violent du bon boulet qui se trouvait derrière lui, et qui devra s'être introduit en même temps entre les morceaux, et en avançant les avoir enfoncés de plus en plus avec leurs angles tranchants dans le métal de la pièce. La partie la plus profonde, où s'arrêtaient les trois érafflements, est loin en avant du logement du boulet, et là, les pressions agissant en trois endroits différents, sur le même bras de levier (compté depuis le fond de l'âme jusqu'à la partie la plus profonde de l'érafflement) sont devenues si puissantes, qu'elles ont non-seulement fait éclater la pièce à leur point d'application, mais encore fendu la paroi du premier renfort en trois longues bandes arrachées de la culasse.

Dans les surfaces de rupture on ne trouva ni chambres, ni la moindre trace d'un défaut quelconque; au contraire, la fonte avait l'aspect qui indique une grande force de cohésion. On ne trouva pas non plus de défauts (sauf les trois incisions déjà citées) ni empreintes de la charge ou du boulet dans l'âme de la pièce; ce qu'on n'avait pas trouvé non plus dans la pièce de 12 ci-dessus mentionnée.

ployé dans ce cas-ci) est très-ductile, mou, et par-là sujet aux empreintes, il est probable, que de pareils canons de gros calibre seraient trop peu durs pour résister à la force expansive de la poudre enflammée, et recevraient dans l'âme des enfoncements et des empreintes considérables provenant des battements du boulet (*h*), tandis que la même chose n'est pas à craindre pour les canons des armes portatives, comme des carabines et des fusils d'infanterie, forgés en fer tenace, et cela par la raison qu'on n'y met que de faibles charges de poudre et qu'on se sert de balles de plomb.

La fonte est ainsi le seul corps connu, avec lequel on puisse fabriquer à peu de frais de bonnes pièces de gros calibre, si l'on peut prévenir les défauts qui ont autrefois fait éclater ces bouches à feu. Il ne sera donc pas inutile d'examiner ce sujet un peu plus attentivement.

Il existait deux causes, qui empêchèrent jadis les bouches à feu en fonte de répondre constamment au but; la première gisait dans le mode de moulage et de coulage alors employé, et la seconde était le défaut de connaissances suffisantes quant à la qualité de fonte que demande la fabrication des canons. Anciennement on coulait à noyau les canons en fonte comme ceux en bronze; pour cela, on se servait d'un long cylindre, préparé en partie

(*h*) Le sieur Rouvroy dit dans ses *Vorlesungen über die Artillerie*, 1^{re} part., p. 374, que le fer forgé possède parmi tous les métaux le plus de dureté et d'élasticité, mais il n'y a pas le moindre doute que la fonte ne soit bien plus dure que le fer quand on n'a pas cimenté ce dernier; car le bon fer forgé non cimenté reçoit facilement des empreintes; le marteau y laisse des marques profondes, ce qui n'a pas lieu avec la fonte. De plus, le fer forgé peut être tourné facilement et donne de longs filets continus de tournure, ce qui n'a pas lieu même avec la fonte la plus douce. Comme d'après la note (*g*), il paraît que les pièces anglaises de 24 reçoivent des empreintes dans l'âme, par la puissance expansive du fluide élastique produit par l'inflammation de la poudre, combien plutôt cela n'aurait-il pas lieu avec des canons de fer forgé, plus mous encore; à moins qu'on ne trouve en même temps un moyen de cimenter l'âme de pareilles pièces après leur alléage, et que toutefois cette cimentation puisse résister à la chaleur produite par le tir.

avec de l'argile, nommé noyau; on le plaçait, autant que possible, au milieu du moule, également en terre, en en faisant entrer l'extrémité inférieure dans l'ouverture circulaire du chapelet, destinée à cet effet; ce dernier était assujéti au moule au moyen de ses trois pointes.

La fonte en fusion ne pouvait alors, à cause du noyau, se mouvoir assez librement pour faire remonter à la surface le laitier qui se produit encore pendant le coulage, et qui remonte fort bien quand on coule en masses. De là résultaient parfois des chambres, ou au moins des parties affaiblies par des matières hétérogènes, qui s'arrêtaient au milieu de la fonte, pure et saine. De plus, tous les métaux se refroidissent et se figent d'autant plus vite, que les objets qu'on en coule ont moins d'épaisseur, et qu'ils offrent plus de leur surface en contact avec des corps étrangers qui ne possèdent qu'un degré de chaleur inférieur; or cela a lieu dans le cas du noyau, et contribue donc encore plus puissamment à empêcher le dégagement et la répulsion des matières étrangères que renferme encore la fonte. La masselote n'exerce pas non plus, aux bouches à feu coulées à noyau, une pression aussi forte, ni aussi prolongée, qu'à celles coulées massives. De là résulte que la densité, et par conséquent la cohésion, est moindre dans les premières que dans les dernières.

Quand le noyau, après avoir été séché, conservait dans quelqu'une de ses parties la moindre humidité, ou qu'il en avait absorbé de l'atmosphère par un temps pluvieux, il arrivait, au coulage, qu'il se formait une espèce de bouillonnement en cet endroit; aussi par la grande chaleur de la fonte, la vapeur d'eau se décomposait en ses deux éléments, l'oxygène et l'hydrogène; le premier ayant plus d'affinité pour le carbone à cette température, que pour l'hydrogène ou le fer, s'emparait du carbone de la fonte, tandis que l'hydrogène y restait sous forme de

bulles gazeuses, et causait ainsi des chambres. A tous ces inconvénients s'ajoutait encore, qu'on coulait les bouches à feu directement, avec le minerai réduit dans les hauts-fourneaux; ainsi on n'était pas certain d'obtenir toujours, du même fourneau avec le même minerai, de la fonte de même qualité; car la moindre négligence dans la conduite régulière du fourneau, commise de jour ou de nuit, (soit dans le chargement, soit dans la direction des machines soufflantes) peut occasionner la plus grande différence entre les produits. Ceci est tellement vrai, qu'un haut-fourneau qui fournit d'excellente fonte, peut quelquefois avec le même minerai en produire de la mauvaise, qui ne jouit pas d'une assez grande ténacité pour pouvoir fournir de bonnes bouches à feu. Et comme les maîtres de fourneaux se reposaient entièrement sur leur fondeur, quant à la réduction des minerais (cas qui se présente même encore aujourd'hui), et qu'il était de l'intérêt de ce dernier, de passer sous silence les effets de sa négligence dans la direction du fourneau, il arrivait qu'on coulait la bouche à feu avec cette fonte mal digérée.

Il arrivait encore quelquefois que des morceaux de minerai, tombés du fourneau dans le creuset sans être fondus, coulaient dans le moule avec la fonte en fusion, et restaient dans l'épaisseur de la pièce, entourés de petites chambres ou soufflures. On a trouvé ce défaut dans divers canons coulés à noyau, qu'on cassait pour les résoudre; on a remarqué aussi que l'âme de la plupart ne correspondait pas à l'axe, mais en déviait parfois considérablement, d'où résultait que le canon avait d'un côté trop peu, et de l'autre trop d'épaisseur de métal. Il n'est donc pas étonnant, que des canons qui présentaient un ou plusieurs des défauts que nous avons mentionnés, ne pussent résister à leurs coups d'épreuve, ou crevassent plus tard, par suite d'un emploi régulier.

Comme la plupart des hauts-fourneaux en usage, ne fournissent pas beaucoup plus de 1000 kilogrammes de fonte en une fois, il fallait dans l'origine la réunion de deux ou plusieurs de ces fourneaux pour le coulage de grosses pièces. Plus tard, cependant on se servit également à cet effet d'un ou plusieurs petits fourneaux à réverbère, dans lesquels on faisait fondre de la fonte déjà précédemment coulée en gueuses (*i*); et cette fonte servait simultanément avec celle de première fusion des hauts-fourneaux, au coulage de grosses pièces. Mais comme les fourneaux à réverbère fournissent de la fonte de deuxième fusion, qui diffère à plusieurs égards de celle qui provient directement du minerai, et que de plus il est très difficile, si pas impossible, d'obtenir de ces différents fourneaux au moment de la coulée des fontes au même degré de chaleur et de fluidité, il devait en résulter souvent une grande inégalité dans la qualité de la matière dont les différentes parties du canon étaient formées; surtout quand la fonte ne coulait pas simultanément de tous les

(*i*) Primitivement, la manière de refondre la fonte dans un fourneau à réverbère, était inconnue, suivant ce que M. de Réaumur dit dans son ouvrage intitulé : *L'Art de convertir le fer forgé en acier et l'art d'adoucir le fer fondu, etc.* Paris, 1722, in-4°, page 414; on peut même voir qu'elle n'était pas encore connue en 1762, d'après les écrits corrigés qu'a laissés le même auteur, et qui furent publiés par l'Académie des sciences, en grand in-folio avec une introduction de M. Duhamel du Monceau, sous le titre : *Nouvel art d'adoucir le fer fondu, etc.*, par M. de Réaumur, suite de la troisième section sur le fer, 1762; où l'auteur, parlant de la seconde fusion de la fonte, s'exprime comme suit :

« Je ne sais pas s'il sera possible de réussir dans un fourneau à réverbère, tel que
 » ceux où l'on fond le cuivre, pour le coulage de grands objets, tels que des cloches,
 » des canons et des statues. Je n'ai fait qu'un seul essai, qui fut infructueux : la
 » fonte la plus fusible resta exposée dans un de ces fourneaux à l'action du feu pen-
 » dant un temps considérable, sans fondre. Cette épreuve apprend au moins que
 » les fourneaux à réverbère, exactement conformes à ceux qui servent actuellement
 » à la fusion du cuivre, n'agissent pas assez puissamment sur la fonte. »

Dans ces fourneaux, on peut ordinairement fondre de 15 à 25 mille kilogrammes de métal; et ils n'ont pas de cheminées pour favoriser le tirage, comme ceux qui servent actuellement à fondre la fonte.

fourneaux dans le moule, mais successivement (*k*); la seconde cause pour laquelle on ne coulait jadis que de mauvaises bouches à feu en fonte, consistait, comme il a été dit, dans le défaut de connaissances des fondeurs d'alors, relativement à la nature des différents minerais, ainsi que de la fonte même; c'est pourquoi ils ne pouvaient faire dans les premiers de choix fondé sur des principes, et se procurer ainsi constamment une fonte possédant une cohésion suffisante pour convenir à la fabrication de canons qui résistassent à la puissance expansive des gaz. Mais quand ils rencontraient les espèces de minerais propres à la fabrication des bouches à feu, et qu'ils les fondaient convenablement, ils produisaient des canons qui non-seulement supportaient les coups d'épreuve, mais étaient encore propres à un service prolongé.

Comme les connaissances chimiques, à cette époque, n'étaient pas encore en état de faire connaître la véritable nature des éléments des différentes espèces de minerais, on coulait des canons en fonte, presque partout où la nature offrait des minerais de fer suffisamment riches.

Arrivait-il que ces minerais eussent les qualités nécessaires pour cet usage, comme c'était le cas pour beaucoup de mines de fer de la Suède et de l'Espagne, ainsi que de

(*k*) Quand on coulait d'après ce dernier mode, et qu'on ne prenait soin, qu'après l'épuisement d'un fourneau, la fonte du suivant coulait immédiatement dans le moule, il pouvait arriver, surtout pour les canons coulés à noyau, que la surface promptement figée de la partie coulée ne se liât plus convenablement avec la partie ajoutée postérieurement.

On a trouvé ici un pareil endroit non complètement uni, dans un vieux canon de fonte qu'on cassait; et le tir l'aurait fait casser probablement au même endroit. Afin d'éviter cette inégalité dans le coulage, le comte de Buffon proposa au ministre de France, d'introduire des fourneaux dans lesquels on pût couler une pièce de 24 en une fois; on construisit de ces fourneaux à Ruelle en Angoumois, et les résultats en furent favorables. Voyez Buffon, *Histoire naturelle, supplément, tome 3, p. 128, in-8°, édit. de Paris, 1776.* Cet exemple pourtant, pour autant que je sache, n'est suivi nulle part, probablement par défaut de la quantité d'eau nécessaire, pour augmenter la force des soufflets, dans la proportion de l'accroissement du fourneau, ce qui en demande plus que la plupart des ruisseaux n'en fournissent.

quelques-unes en Angleterre, en France et dans les Pays-Bas, on obtenait des bouches à feu qui pouvaient résister aux effets du tir; quand toutefois, comme nous avons déjà observé, la fusion et le coulage avaient eu un résultat heureux. Lorsqu'au contraire les minerais donnaient une fonte jouissant de peu de cohésion, les canons qu'on en coulait, surtout ceux de fort calibre, étaient très-mauvais; ils crevaient souvent à l'épreuve, ou, ayant à peine soutenu celle-ci, éclataient pendant leur service ordinaire.

Une multitude de ces canons furent coulés autrefois, pour le commerce, dans le voisinage de Liège, avec les minerais de fer qui existent sur les lieux, et qui fournissaient une fonte douce mais pas suffisamment tenace pour la fabrication des bouches à feu.

Environ vers le milieu du siècle précédent, on commença cependant à introduire des améliorations dans le coulage des canons en fonte. Le marquis de Montalembert fut probablement le premier qui commença à le faire en France; il essaya avec succès dans sa fonderie à Périgord, de couler massifs les canons en fonte, et de les forer ensuite. Pour cela il se servit de forets triangulaires, se terminant en pointe, probablement tels que ceux servant encore aujourd'hui au forage des canons en fonte. Car la fonte, surtout celle fournie par les hauts-fourneaux de Périgord, est trop dure pour qu'on puisse forer les canons qui en sont composés, au moyen des ciseaux ou couteaux qu'on emploie pour le forage des canons en bronze.

Le sieur Maritz, qui en 1755 fut nommé inspecteur général de la fonderie des bouches à feu de la marine, introduisit pour les canons en fonte, la machine et le mode de forage qu'il avait inventés pour les canons en bronze; mais il demanda que les canons fussent coulés avec une fonte grise très-douce, non-seulement pour fa-

ciliter le forage, mais aussi parce qu'il pensait que cette espèce de fonte possédait une certaine ténacité, d'après le préjugé de cette époque où l'on croyait que tous les métaux mous étaient tenaces, et ne pouvaient par conséquent pas facilement être cassés (1).

Dans l'année 1758, le marquis de Montalembert dit dans un travail, ainsi que dans un mémoire qu'il lut à l'Académie des sciences à Paris en 1764: que l'opinion de M. Maritz concernant la ténacité de la fonte douce, n'était pas fondée; qu'une enclume, coulée en pareille fonte, ne pourrait pas soutenir, sans casser, les coups d'un martinet ordinaire pesant mille livres; on peut ajouter que les cylindres en fonte employés pour laminier le fer, n'auraient pas la solidité nécessaire pour exercer la force exigée par cette opération, s'ils étaient coulés avec la fonte en question.

Comme les forces à exercer dans ces opérations ont beaucoup d'analogie avec la pression produite sur les bouches à feu par l'inflammation de la poudre, les observations de M. de Montalembert sont, sous ce point de

(1) Dans ces circonstances, M. Maritz se donna beaucoup de peine pour se procurer de la fonte douce, telle qu'il croyait être propre au coulage des canons en fonte, afin de pouvoir les forer comme ceux en bronze; mais les épreuves qu'il fit à ce sujet en 1765, dans les fonderies à Nouée en Bretagne, furent défavorables: car quelque proportion qu'on établit entre les différents minerais qui s'y trouvaient, on obtenait toujours une fonte trop dure pour pouvoir être forée suivant le projet de M. Maritz. Voyez *Histoire naturelle, etc.; Supplément, tome 3, page 134, etc.*

C'est probablement à cause des difficultés qui se présentaient pour forer les canons en fonte forte, qu'on a encore longtemps après cela cherché à les couler à noyau; ainsi paraît-il d'après ce que Hassenfratz dit à ce sujet, dans la deuxième partie de sa *Sidérotechnie, etc., page 323*: savoir, que le coulage à noyau des canons fut essayé à différentes reprises dans diverses fonderies, sans donner de bons résultats: ces pièces devenant toujours défectueuses, ne soutenant pas l'épreuve, ou étant pleines de chambres. Il est dit encore, qu'en 1783 il a assisté avec les inspecteurs des mines, Lefèvre et Houtz, à une coulée de canons, qu'on avait entrepris de fabriquer à Couvin pour la marine hollandaise; et que des trente pièces il s'en trouva à peine trois qui réussirent; sur quoi l'on abandonna aussi dans cette fonderie comme dans les autres ce mode vicieux de fabrication.