

à 8 livres de poudre et 6 boulets, qu'il n'a plus pu résister à un second coup aussi fort, et que peut-être un coup ordinaire l'aurait fait crever. Supporte-t-il au contraire les 52 premiers coups, on est certain que le premier fort coup, ou le 51^e, ne lui a fait souffrir que peu ou pas, vu qu'il a encore pu résister à la force expansive produite par l'inflammation de la poudre au 52^e coup. Comme cependant plus tard l'expérience a appris que la fonte de plusieurs propriétaires de hauts-fourneaux a donné des canons d'épreuve qui ont soutenu plus que les 55 premiers coups, il est fixé actuellement qu'on écartera toutes les fournitures de gueuses dont les canons d'épreuve ne soutiennent pas, sans être endommagés, les 55 premiers coups.

On conserve un petit morceau de chaque gueuse dont on a coulé le canon d'épreuve afin que, si cette épreuve a eu un résultat satisfaisant, on puisse leur comparer les autres gueuses déjà livrées ou à livrer par le même entrepreneur. On peut également répéter l'épreuve à outrance si, lors d'une fourniture de gueuses subséquente, faite par un fondeur, on doutait de leur validité; mais cette épreuve est trop coûteuse et trop compliquée pour qu'on puisse s'en servir fréquemment.

C'est pour ces raisons que dans plusieurs pays on a cherché à s'assurer de la ténacité de la fonte par des épreuves non-seulement peu coûteuses, mais qui pussent aussi être répétées pour chaque bouche à feu à couler. Ces épreuves consistent à couler avec la fonte dont on veut former une bouche à feu, des *barreaux* de dimensions fixées pour cet objet, et à faire supporter à ces barreaux refroidis le poids nécessaire à leur rupture.

Il paraît que ce fut M. Gazeran qui introduisit le premier ces épreuves en 1790 à la fonderie du Creusot, près de Montcenis, en France; il en a donné une description dans les *Annales de chimie* (ee).

Les barreaux d'épreuve étaient des parallépipèdes rectangles de la longueur de 18 pouces, et dont la section droite était un carré de 3 pouces de côté (mesure française).

Pour faire l'épreuve on mettait le barreau par une de ses extrémités dans une boîte en fer assujettie solidement dans une bonne muraille. Dans la partie inférieure de cette boîte, on plaçait dans des

(ee) Voyez *Annales de Chimie*, ou *Recueil de mémoires concernant la Chimie*, etc., tome VII. *Mémoire sur les fers de fonte obtenus avec le charbon de terre désouffré ou réduit en coke, et sur leur ténacité comparée avec celle des fontes qui proviennent des forges où l'on n'emploie que le charbon de bois.*

mortaises une petite barre prismatique forgée en acier, et dont deux faces, comprenant un angle assez aigu, forment par leur intersection une arête effilée sur laquelle on faisait reposer le barreau par une de ses faces. Ensuite on passait par la partie supérieure de la même boîte, une seconde traverse des mêmes dimensions, un peu en arrière de la première, de manière que le barreau d'épreuve fût soutenu dans la position horizontale. A la face inférieure de l'autre extrémité de ce dernier, on fixait un levier en fer au moyen d'un manchon forgé, entourant l'extrémité du barreau et celle du levier, et qui par l'introduction d'un coin en fer destiné à cet effet, chassé entre le levier et le barreau, les fixait solidement l'un à l'autre, et de manière qu'ils se trouvassent tous deux dans la position horizontale et dirigés parallèlement. Enfin on adaptait à l'autre extrémité du levier un étrier muni d'un crochet pour y suspendre à telle distance voulue un plateau en bois ferré.

Quoique la description précitée de M. Gazeran ne donne pas la distance du point de suspension du plateau au premier couteau en acier, sur lequel repose le barreau d'épreuve à casser, on peut supposer, d'après quelques calculs qui ont été ajoutés par une autre personne à cette description, que cette distance était d'environ 6 pieds 9 pouces (de roi), (2^m, 192666) ou 6 pieds 11 1/2 pouces du Rhin (2^m, 1845444).

On charge ce plateau peu à peu avec des poids, avec l'attention de ne pas causer des chocs, jusqu'à ce que le barreau d'épreuve casse.

Suivant G. Monge, la fonte des canons est assez tenace lorsque le barreau d'épreuve coulé simultanément peut supporter sans casser un poids de 1,500 livres (poids de marc) (734^k 2587) placé dans le bassin (ff).

C'est avec cet appareil que M. Gazeran a éprouvé différentes espèces de fonte, provenant de réductions par le charbon de bois ou par le coke, afin de comparer leurs degrés de cohésion. Il les a de plus décomposées chimiquement et déterminé ainsi la quantité de *carbure de fer* contenue dans chacune (gg).

(ff) *Description de l'art de fabriquer les canons, etc.* Paris, an II, page 19. Dans cet ouvrage, ainsi que dans le mémoire de M. Gazeran, l'appareil pour l'épreuve des barreaux se trouve représenté sur une planche.

(gg) L'auteur ne parle pas de carbone, et paraît ainsi considérer ce dernier et le *carbure de fer* comme le même corps; mais il est probable qu'il entend parler de *carbone libre*, parce que le carbone combiné ne peut pas être déterminé avec certitude.

Le résultat de ces épreuves est consigné dans le tableau II ci-contre.

M. Gazeran en tire les conclusions suivantes :

1° Que les fontes (*voyez* l'épreuve N° 1) qui ont été employées à la fabrication de canons destinés à l'épreuve, ne pourraient pas soutenir celle-ci, parce que ces fontes ne possédaient qu'une ténacité de 1028, 1096 et 1162, et ne pouvaient par conséquent offrir assez de résistance. (*Voyez* les épreuves N° 1, 2 et 3 faites avec la fonte des canons qui avaient sauté à leur épreuve du tir.)

2° Que les fontes grises provenant des hauts-fourneaux qui n'ont été conduits qu'avec peu d'irrégularité, doivent jouir d'une moindre ténacité. L'épreuve N° 6 démontre cette vérité; ainsi une exploitation mal dirigée produira à plus forte raison ces résultats.

3° Que toutes les houilles ne sont pas de la même espèce et ne peuvent fournir du coke de qualités également propres à la réduction des minerais, vu que les différentes houilles désouffrées ou carbonisées avec le même soin et par les mêmes procédés, ont influé différemment sur la ténacité de la fonte. Les épreuves N°s 3, 11 et 12 confirment cette observation.

4° Que si l'on connaît les degrés de cohésion des espèces de fonte provenant d'une même mine ou d'un mélange de fontes, ainsi que la quantité de *carbure de fer* qu'elles contiennent, on peut espérer de pouvoir, par un calcul simple, fixer les proportions à observer pour obtenir le degré de ténacité demandé. Il n'est pas probable qu'on pourra apprendre à connaître les degrés de ténacité des différentes fontes avec assez d'exactitude pour pouvoir en faire usage dans de pareils calculs.

TABEAU II. — ÉPREUVES FAITES A LA FONDERIE ROYALE DU CREUSOT CONCERNANT LA TÉNACITÉ DE LA FONTE.

INDICATION DES ESPÈCES DE FONTE EMPLOYÉES ET DES PROPORTIONS DE LEURS MÉLANGES.	NUMÉROS DES BARREAUX DE FONTE ÉPROUVÉS.	POIDS EN LIVRES DE FRANCE QUI ONT FAIT CASSEr LES BARREAUX.	QUANTITÉS DE CARBURE DE FER TROUVÉES PAR QUANTAL DE CHAQUE ESPÈCE DE FONTE.	
			liv.	onc. gr.
Fontes au coke.	1	1162	5	5
	2	1096	4	4
	3	1328	6	6
	4	1378	8	8
	5	1028	5	5
	6	1405	3	3
Fontes au charbon de bois.	7	1578	2	2
	8	1687	2	2
	9	1416	1	8
	10	1655	1	8
Fontes au coke refondues à un haut degré de température.	11	1721	1	15
	12	1818	2	12
	13	1806	3	14
	14	2025	3	12
	15	1771	2	13

Fonte d'une nuance blanchâtre, provenue d'un canon qui a sauté lors de l'épreuve ordinaire.
 Fonte blanche.
 Fonte d'un haut-fourneau du Creusot, produite avec 2/3 de bon coke et 1/3 de coke de moindre qualité.
 Fonte anglaise, peu grise, refondu dans un fourneau à réverbère.
 Fonte provenue d'un haut-fourneau dont la fonte a été détrempée, et qui a produit des scories mauvaises.
 Fonte provenue d'un haut-fourneau dont la tige a été partiellement obstruée pendant 12 jours.
 Fonte grise du Creusot, refondu au fourneau à réverbère, avec une quantité égale de fonte de la Franche-Comté, qui a produit des canons solides.
 La même fonte mélangée avec 1/4 de fonte de la Franche-Comté.
 Fonte du Périgord, peu grise, refondu au fourneau à réverbère.
 Fonte très-grise de la Franche-Comté, refondu au fourneau à réverbère.
 Fonte grise d'un haut-fourneau du Creusot, produite avec de bon coke.
 La même fonte refondu au fourneau à réverbère.
 Fonte plus grise provenue d'un haut-fourneau du Creusot chargé avec d'excellent coke.
 La même fonte refondu au fourneau à réverbère.
 Fonte grise du Creusot, qui était employée à la fabrication de cylindres creux, de tuyaux et d'autres objets moulés.

NUMÉROS DES ÉPREUVES.	QUANTITÉ DES ESPÈCES DE FONTE CHARGÉES DANS LE FOURNEAU À RÉVERBÈRE (EN LIVRES D'ALSACIEN).	ORDRES QUI ONT ÉTÉ DONNÉS DE LA MÊME FONTE.	TEMPS DE LA PROBATION.		POIDS EN LIVRES D'ALSACIEN QUI PLACÉ SUR LE PLATEAU A ÉTÉ CASSÉ LE BARREAU.
			h.	m.	
1	Livres. 2222 du haut-fourneau de St-Aubin. 2275 des hauts-fourneaux de Vaux et Bourvignies. 4287 d'un vieux canon de Suède. 45 d'un canon de M. Anand; éprouvé à outrance et qui a sauté au 5 ^e coup. 6129	Un canon de 12 n° 3; une partie de poids, etc. La fonte était modérément chaude à la coule.	4	20	Le 1 ^{er} barreau avec 1500 2 ^e 1400
2	4604 du haut-fourneau de St-Roch. 4401 du haut-fourneau de St-Aubin. 4029 des hauts-fourneaux de Vaux et Bourvignies. 4005 d'un vieux canon de Suède. 4227 Masselotte et surplus d'une coulée précédente. 5352	Un canon de 8, modèle français, qui, éprouvé à outrance, sauta au 6 ^e coup. La fonte était très-chaude à la coule. Un canon de 12 n° 30, et autres menus objets; la fonte avait été liquéfiée plus promptement que d'ordinaire; et était très-chaude à la coule.	4	15	Le 1 ^{er} barreau avec 1530 2 ^e 1460
3	4401 du haut-fourneau de St-Aubin. 4029 des hauts-fourneaux de Vaux et Bourvignies. 4005 d'un vieux canon de Suède. 4227 Masselotte et surplus d'une coulée précédente. 5352	Deux flasques pour affût de mortier de 29 centimètres, avec d'autres objets; la fonte était très-chaude à la coule.	3	45	Le 1 ^{er} barreau avec 2056 2 ^e 1840
4	5588 du haut-fourneau de St-Aubin. 6024 des hauts-fourneaux de Vaux, de Bourvignies et de Moncat. 3007 du haut-fourneau de St-Roch. 2205 d'un vieux canon de Suède. 810 une masselotte. 6022	Deux flasques pour affût de mortier de 29 centimètres, avec d'autres petits objets; la fonte était très-chaude.	4	45	Le 1 ^{er} barreau avec 2121 2 ^e 2329 Le 1 ^{er} barreau avec 1678 La rupture du 2 ^e manqua
5	3007 du haut-fourneau de St-Roch. 2205 d'un vieux canon de Suède. 810 une masselotte. 6022	Un canon de 12, n° 36, et d'autres petits objets; la fonte était très-chaude.	4	45	Le 1 ^{er} barreau avec 1600 2 ^e 1845
6	2518 du haut-fourneau de St-Aubin. 2319 vieux canon de Suède. 795 une masselotte et surplus d'une coulée précédente. 5632	Un canon de 12, n° 38, etc.; la fonte était très-chaude.	5	"	Le 1 ^{er} barreau avec 2278 2 ^e 1760
7	2518 du haut-fourneau de St-Aubin. 2319 vieux canon de Suède. 795 une masselotte et surplus d'une coulée précédente. 5632	Deux flasques pour mortiers de 29 centimètres, et divers autres objets; la fonte était à une température moyenne au commencement de la coule, mais s'est un peu refroidie vers la fin.	4	10	Le 1 ^{er} barreau avec 1808 2 ^e 1766
8	7220 du haut-fourneau de Vaux. 5737 du haut-fourneau de St-Aubin; de la 1 ^{re} fourniture et du deuxième contrain.	Un canon de 8, modèle français pour l'épreuve à outrance; il creva au 6 ^e coup; la fonte était très-chaude à la coule.	4	30	Le 1 ^{er} barreau avec 1691 2 ^e 1613

TABLEAU III. — ÉPREUVES FAITES À LA FONDERIE DE L'ÉTAT À LIÈGE, RELATIVEMENT À LA TÉNACITÉ DE LA FONTE.

5^o Enfin que l'usage des fourneaux à réverbère, quant à la température qu'on peut y porter de 13000 à 14000 degrés du thermomètre de Réaumur (*hh*), non-seulement contribue à purifier la fonte, mais encore à l'affiner, et lui communique plus de ténacité en l'amenant à un état plus métallique.

D'autres observations faites par M. Gazeran dans son mémoire, n'appartenant pas à notre cercle de recherches, nous les omettons; cependant j'ajouterai encore qu'il considère la fonte comme suffisamment tenace pour servir à la fabrication des bouches à feu, quand elle fournit des barreaux d'épreuve cassant par le poids de 1,578 livres, et cela parce que divers canons coulés avec de la fonte pareille ont soutenu leurs épreuves de réception.

À la fonderie de l'État à Liège on a également fait à différentes époques de l'année 1817 de pareilles épreuves, tant avec la fonte fournie en gueuses par quelques hauts-fourneaux, qu'avec des barreaux coulés de la fonte provenant de charges de fourneau mélangées, afin de pouvoir comparer leurs ténacités à celles des fontes mentionnées ci-dessus; pour cela on chercha à rendre identiques toutes les circonstances et les moyens de ces épreuves, tant pour ce qui concerne les dimensions et la disposition du levier, que la distance du point de suspension du plateau.

Pour effectuer ces essais on a toujours deux barreaux égaux coulés simultanément dans le même châssis par le même jet et avec la même cuillerée de fonte. De plus, le moule a dû être parfaitement séché, afin que ces deux barreaux offrent autant d'identité que possible dans toutes leurs parties. — Les résultats de ces épreuves sont relatés au tableau III ci-contre.

Il en résulte que les deux barreaux de l'épreuve N° 1 sont cassés

(*hh*) M. Gazeran dit avoir trouvé que le pyromètre de Wedgwood a indiqué 185 degrés dans plusieurs épreuves, où la fonte a été refondue dans un fourneau à réverbère. Il est probable qu'il n'indiquait que 158 degrés, parce que cette chaleur s'approche plus de celle donnée par d'autres auteurs. Le docteur Karsten dit dans son *Handbuch der Eisenhüttenkunde*, 1^{er} Th. S. 94. « Le fer affiné demande un tel degré de chaleur pour la fusion complète, qu'on l'a regardé longtemps comme infusible. » Il dit ensuite que l'acier fond plus ou moins difficilement, suivant qu'il est plus ou moins dur et cassant. Il croit qu'on a besoin pour cela d'un degré de chaleur indiqué par 19000° à 20000° de Fahrenheit, ou bien 150° à 155° de Wedgwood; tandis que la fonte se liquéfie déjà à 17500° à 18000° de Fahrenheit, ou 125° à 130° de Wedgwood; cependant elle demande plus ou moins de chaleur suivant sa nature.

sous le moindre poids; mais il faut que l'on considère que le poids d'Amsterdam employé est plus fort que le poids français (poids de marc), et que de plus, la distance du point de suspension du plateau au point d'appui du barreau à casser, avait été prise par mégarde plus grande qu'elle ne devait l'être, d'où est résulté que le barreau a cassé avec un poids moindre que si le point d'application avait été plus rapproché du point d'appui. Il en résulte, en allouant quelque chose pour ces deux circonstances qui ont influencé défavorablement le résultat de l'épreuve, que la fonte dont on a coulé ce canon a plus que la ténacité fixée par Monge comme nécessaire à la fabrication de bons canons de fonte.

Il est d'ailleurs très-probable que la cohésion de ces barreaux aurait été plus grande si le fourneau à réverbère avait été porté à un plus haut degré de chaleur avant la coulée; car, par là, une partie du carbone excédant eût été brûlée et la fonte mieux purifiée, ce qui aurait également contribué à la ténacité des barreaux d'épreuve.

Les barreaux de la 3^e, de la 4^e et de la 5^e épreuve ont eu au contraire un degré de cohésion beaucoup supérieur à ceux de l'épreuve qui ait le mieux réussi au Creusot, bien entendu si on fait la réduction des livres d'Amsterdam en livres françaises.

Quoique de ces épreuves comparées à celles du Creusot on puisse conclure que les bouches à feu coulées à la fonderie de Liège jouissent d'une ténacité suffisante pour qu'on puisse s'y fier pendant leur service, il est certain que ce mode d'essai n'est pas satisfaisant; pour qu'il le fût, les barreaux jumeaux, moulés et coulés à la fois, n'auraient pas dû casser par des poids d'une différence aussi considérable. En outre, l'épreuve N^o 2 aurait dû donner un meilleur résultat, car le canon qui est résulté de la même coulée, ayant été soumis à l'épreuve à outrance, ne sauta qu'au 59^e coup, c'est-à-dire au quatrième coup à la charge de 16 livres de poudre, 13 boulets et 2 valets. L'épreuve N^o 5, au contraire, a eu un résultat plus favorable, tandis que le canon qui y est relatif sauta au 52^e coup, c'est-à-dire au 2^e à charge de 8 livres de poudre, 6 boulets et 2 valets.

La plus légère inégalité dans le séchage du moule des barreaux peut, à cause de leur faible épaisseur, avoir une influence considérable sur leur ténacité, et causer ainsi une anomalie dans les épreuves; la plus petite quantité de laitier mêlé à la fonte et coulé dans l'un des barreaux, peut produire encore une grande différence dans cette ténacité, et réellement quelques-uns de ceux qui avaient offert moins de résistance que leurs jumeaux, ayant été soigneusement examinés,

ou découvrit à leurs surfaces de rupture des défauts presque imperceptibles.

Enfin, comme il est impossible de poser toujours les poids sur le plateau dans le même temps et sans le faire mouvoir une fois plus que l'autre, l'un des barreaux souffre ainsi souvent plus par sa charge comparativement faible, que l'autre avec une charge supérieure, quand ce dernier a pu recevoir la sienne plus vite et accompagnée de moins de chocs; car on a observé dans ces épreuves que des barreaux, après avoir soutenu pendant quelques instants l'action d'un certain poids, cassaient alors subitement sans addition de poids et sans avoir été touchés; d'où résulterait que le temps employé à charger le plateau, a encore de l'influence sur la résistance du barreau.

Cette inégalité dans le temps employé pour charger, est cependant difficile à éviter; car il est nécessaire que les travailleurs n'approchent pas trop près du plateau pour le charger, mais qu'ils placent les poids sur le plateau au moyen de tiges de fer, et avec beaucoup de précautions, pour ne pas causer des chocs; car sans cela, à cause de la rupture toujours imminente du barreau, ils pourraient être blessés par la chute du levier en fer forgé qui pèse plus de 200 livres.

DE L'ARGILE ET DU SABLE NÉCESSAIRE POUR MOULER.

Les objets qui doivent être coulés en bronze, en cuivre ou en fonte, sont moulés en terre humectée ou en sable; mais toutes les sortes de terre et de sable ne sont pas également propres à cet usage. La première doit avoir la qualité de ne pas se contracter beaucoup par la chaleur; car sans cela les moules qu'on en ferait se fendilleraient et perdraient l'exactitude de leurs dimensions. Quant au sable, il doit posséder assez de corps, c'est-à-dire de cohérence, pour conserver parfaitement, après l'enlèvement du modèle, l'empreinte que celui-ci y a laissée; de plus, on doit pouvoir sécher le moule quand cela est nécessaire, sans que pour cela la forme de l'objet moulé s'altère. Ces deux matières à mouler ne doivent pas, par le contact du métal liquéfié, se fondre ni devenir collantes, parce que, dans ce cas, elles adhéreraient à la surface des objets coulés. On les trouve cependant rarement dans un état tel, qu'elles répondent entièrement à toutes ces conditions, leurs propriétés dépendant des éléments dont elles se composent.

Les composants de la terre à mouler sont l'*alumine*, qui lui communique sa cohérence et sa viscosité (*ii*), et la *silice*, qui empêche le grand retrait de la première (*kk*). Cependant l'argile se trouve rarement dans cet état de pureté, car elle contient le plus souvent une ou plusieurs des matières suivantes, savoir :

1° Un peu d'oxyde de fer qui colore l'argile en jaune, et lui communique par la cuisson une couleur rouge plus ou moins foncée ou brune.

2° Du carbonate de chaux.

3° Du sulfate d'alumine.

4° Du chlorure de Sodium.

5° Un peu de magnésie, mais rarement, et

6° Enfin presque toujours un mélange de parties végétales et quelques pour cent d'eau.

Selon que l'alumine et la silice contiennent l'un ou l'autre ou plusieurs des corps ci-dessus, elles forment différentes espèces d'argile, qui ne peuvent pas être employées au même but, mais sont pourtant utilisables pour divers objets; comme par exemple : pour la confection des briques, tuiles, pots, tuyaux, de la poterie de Cologne et d'Angleterre, de la faïence, etc. (*ll*).

Il serait difficile de faire la distinction et la description de toutes les argiles diverses fournies par le globe terrestre, à cause de la multiplicité et de la légèreté des différences entre les quantités de leurs

(*ii*) L'alumine pure est incolore et insipide, happe sur la langue et est douce et visqueuse au toucher. Étant chauffée, elle dégage de la vapeur d'eau, devient, quand on l'a tenue longtemps à la chaleur rouge, dure et ne se ramollit plus par l'eau; elle est infusible et étant humide absorbe de l'oxygène. Voyez *Hermstädt exper. Chim. 3^e auflage, II Th. page 98*. Elle a de plus la propriété de se contracter de plus en plus par la chaleur croissante; c'est pour cette raison qu'on en a fait les cylindres pour le pyromètre de Wedgwood.

(*kk*) La silice pure est incolore, inodore et insipide, dure au toucher, craque entre les dents, insoluble dans l'eau, perd des parties aqueuses par la calcination, et est infusible par elle-même, mais le devient par l'addition de potasse, de nitrate de potasse, de carbonate de chaux, de cendres de bois, de borate de soude, de l'arsenic et de l'oxyde de manganèse; unie à la chaux et à la magnésie, elle forme le quartz; avec l'alumine et un peu de chaux, le cristal de roche; avec l'alumine et un peu d'oxyde de fer, le silex. *Hermstädt exp. Chim. 3^e aufl. II Th. page 117*.

(*ll*) On trouve sur les diverses espèces d'argile et leur emploi, beaucoup de choses utiles dans le *Traité élémentaire de Minéralogie*, par Brogniart, tome I, pag. 512 et suiv., et dans le *Dictionnaire technologique*, ou *Nouveau Dictionnaire Universel des arts et métiers*, Paris, 1822, tome II, page 155, etc., article *argile*.

principes composants; quelques naturalistes cependant les ont classées en quatre espèces principales, savoir :

1° Argiles infusibles (apyres). Elles résistent à la plus haute chaleur des fours à porcelaine, chaleur qui correspond environ au 140^{me} degré du pyromètre de Wedgwood.

2° Argiles fusibles.

3° Argiles effervescentes (par les acides).

4° Argiles ocreuses. Quand cette argile n'a qu'une couleur jaune-clair on la nomme limon. Elle a aussi sous quelques rapports les propriétés de celle de la deuxième espèce, lorsqu'on l'expose à une chaleur plus que nécessaire pour en cuire des briques, lesquelles sont confectionnées avec cette espèce.

L'argile infusible, avec laquelle on peut ranger la terre de pipe pure, est celle qui sert à la fabrication de quelques poteries, de creusets et de briques réfractaires. Elle serait propre aussi au moulage, mais comme elle n'est pas très-commune, et que les moules ne sont pas exposés à une température aussi élevée que les briques réfractaires, on se sert de préférence de l'argile jaune-clair, rangée dans la 4^e espèce, et qu'on trouve presque partout.

Souvent cette espèce d'argile contient trop d'alumine, d'où résulte que les moules se fendent par la dessiccation. Alors on y ajoute de la silice, du quartz ou du silex ou bien encore de la brique, pulvérisés; mais si le contraire avait lieu, ce qui arrive rarement, on pourrait la mélanger avec un peu de terre de pipe.

Quelle que soit l'espèce d'argile ou quel que soit l'objet auquel elle doit être employée, il est toujours nécessaire qu'après son extraction du sol, elle soit exposée pendant un temps considérable à l'action de l'air, à l'abri de la pluie et de la neige; et cela après qu'elle a été séparée des pierres et autres matières étrangères qu'elle contient, et bien pétrie. Cette dernière opération doit se faire plusieurs fois, parce qu'elle acquiert par là plus d'homogénéité, devient plus maniable et plus collante, et perd en même temps partiellement sa propriété nuisible du retrait.

Le sable propre au moulage comprend souvent les mêmes éléments que l'argile ordinaire, mais en proportions tout autres. Il doit contenir peu d'alumine, mais beaucoup de silice, ou, ce qui vaut encore mieux, du quartz ou du silex en poudre. Ce sable ne doit en outre contenir que peu de chaux, de soude et d'oxyde de fer; parce qu'autrement ces derniers corps, par la haute température de la fonte avec laquelle ils viendraient en contact, se liquéfieraient avec

une partie de la silice, et adhèreraient à la surface des objets coulés.

On se sert pour le moulage de deux espèces de sable, savoir : du *sable gras* et du *sable maigre*, lesquels diffèrent uniquement en ce que la première espèce contient plus d'argile que la seconde.

Le premier de ces sables est employé au moulage des objets de fortes dimensions, tels que les bouches à feu, ou d'autres masses considérables, dont les moules doivent être fortement séchés; car sans cela, on ne pourrait pas convenablement manier ces moules, sans détruire leur surface lisse intérieure, par l'arrachement de petites parties qui tomberaient au moindre choc. Cependant ce sable ne doit pas contenir plus d'argile qu'il n'est absolument nécessaire, pour prévenir les dégradations précitées; parce que, quand on moule des bouches à feu en sable trop gras, il se forme, lors du coulage, des sillons circulaires ou anneaux à leur surface, anneaux qui proviennent du damage imparfait que les couches de sable ont subi, et qui rendent les bouches à feu moins belles que celles moulées en sable plus maigre.

Les moules en sable maigre ne sont pas séchés; et à mesure que les objets à couler sont plus petits, on peut employer du sable de moulage plus maigre; quand on n'en a pas d'assez maigre pour cet objet, on mêle à celui qu'on a, du quartz ou du silex pulvérisé, ou encore du sable de moulage dans lequel on a déjà coulé, et dont les particules d'argile ont par là été cuites; ce dernier, étant humecté, n'est plus collant. Quand au contraire le sable de moulage contient trop peu d'argile, on l'humecte d'une eau très-légèrement chargée de cette matière ou, ce qui vaut mieux, de terre de pipe, parce que cette dernière ne contient ordinairement pas de chaux ni d'oxyde de fer en quantité importante. On voit par là, qu'à défaut de sable de moulage, on peut le préparer, en mélangeant de la silice (sable fin) ou bien du quartz ou du silex pulvérisé, en proportion convenable avec l'eau argileuse ou chargée de terre de pipe, déjà mentionnée.

Le sable de moulage nécessaire à la fonderie de Liège, se trouve dans les environs de cette ville, dans plusieurs endroits sur les montagnes, en couches situées à quelques pieds sous terre. Il a, en général, une couleur plus ou moins jaunâtre tirant sur l'orangé; mais toutes ces couches sablonneuses ne sont pas également bonnes; quelquefois leur sable comprend trop ou trop peu d'argile, ou trop d'oxyde de fer, ce qui est indiqué par la couleur jaune prononcée, ou bien trop de chaux, car ces deux derniers corps rendent le sable

fusible. L'expérience doit donc enseigner si les sables des couches qu'on rencontre sont bons ou mauvais, ou bien, dans le cas où ils ne conviendraient pas, jusqu'à quel point on peut les rendre utilisables par les additions dont nous avons parlé plus haut.

Du sable extrait, on sépare toutes les pierres, et s'il contient des corps étrangers, on l'en purifie; ensuite on l'étend par couches sur les carreaux de pierre, ou les plaques de fonte formant l'aire d'un séchoir voûté, et on l'y dessèche fortement au moyen d'un ou de deux foyers.

Après le séchage on pile le sable et on le fait passer par des tamis en fil de fer ou de laiton. Mais actuellement, on emploie à la fonderie de Liège un moulin pour la pulvérisation du sable; ce moulin se compose de deux cylindres en fonte tournant sur une semelle de pierre couverte d'une plaque également en fonte, et pulvérisant ainsi le sable étendu sur cette dernière. A ce moulin est joint un blutoir composé d'un cylindre à trois compartiments en toile de laiton de trois degrés de finesse; ce blutoir fournit ainsi trois espèces de sable plus ou moins fines. Le moulin pulvérisateur et le blutoir sont mis en mouvement par l'axe du volant d'une machine à vapeur, laquelle communique en même temps leur mouvement de rotation à trois bouches à feu placées sur leurs bancs de forage respectifs.

Enfin les trois espèces de sable sont étendues séparément par couches minces dans un bâtiment à ce destiné (le hangar aux sables), et humectées d'un peu d'eau, au moyen d'un arrosoir ordinaire. Sur chacune de ces couches on en étend une nouvelle de la même espèce de sable, qui est humectée également; et l'on continue ainsi jusqu'à ce qu'on ait entassé les diverses espèces de sable pour leur emploi ultérieur.

Pendant quelque temps on ne touche pas à ces tas, afin que l'humidité pénètre bien le sable sec de chaque couche, et amollisse les particules d'argile, ce qui communique à la masse la cohérence nécessaire au moulage. Après que ces sables ont reposé quelque temps, on les retourne, afin qu'ils soient partout à peu près également humides. Quelquefois, par les grandes chaleurs, il est nécessaire de les arroser une seconde fois, pendant cette opération.

Le sable de moulage devient d'autant meilleur qu'il reste plus longtemps dans cet état, parce que les parties argileuses qu'il contient, s'amollissent par là de plus en plus, et se distribuent plus uniformément dans la masse des grains de sable, ce qui ôte à celui-ci l'inconvénient de l'inégalité du retrait, lors du séchage des moules.

La préparation du sable, très-antérieure à son emploi, présente encore cet avantage, qu'il acquiert avec une moindre quantité d'argile, le degré de cohérence nécessaire; car cette dernière n'aurait peut-être pas été suffisante, si l'on avait dû employer le même sable récemment extrait et préparé.

Plus les objets à couler sont grands, plus les moules doivent avoir d'épaisseur; ceux-ci demandent par conséquent un sable de moulage plus gras, qui puisse donner la solidité nécessaire à leur plus grande masse de matière et prévenir ainsi les dégradations qui pourraient résulter de leur déplacement. Il est bon aussi d'employer dans ce cas du sable plus gros, parce qu'il en résulte des pores plus grands, qui permettent à l'humidité des grosses parois de ces moules de se dégager plus promptement pendant la dessiccation, et à la chaleur de les pénétrer plus aisément.

Le sable de moulage qu'on veut employer, ne doit contenir que l'humidité absolument nécessaire à la cohérence; on l'essaie en en prenant une poignée qu'on comprime fortement, et qui doit, quand on rouvre la main, conserver la forme imprimée, sans avoir communiqué d'humidité à la peau, ni laissé de parties adhérentes à celle-ci.

On coulait autrefois en moules de sable maigre non séchés, différents objets, exigeant moins de solidité que les bouches à feu; mais comme leurs surfaces, par le contact à leur haute température avec ces moules humides et froids, devenaient blanches et dures, on a aujourd'hui, afin d'éviter autant que possible cet inconvénient, adopté la méthode de mêler au sable maigre $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{4}$ de charbons calcinés, pulvérisés et tamisés; ce mélange bien remué quoiqu'un peu plus sec, est encore suffisamment cohérent, pour conserver la forme de l'objet moulé, si l'on opère avec prudence.

Il y a encore un autre avantage important attaché à cette méthode; il consiste en ce que le coke étant mauvais conducteur du calorique, les moules faits comme nous venons de dire n'enlèveront pas aussi promptement le calorique de la fonte que les moules en sable humide. Voilà pourquoi les objets moulés d'après ce procédé ont des surfaces plus douces et plus grises que ceux qui ont été moulés en sable humide. De plus, le sable ainsi mélangé ne s'attache que peu ou point aux surfaces de la fonte coulée, tandis que cela arrive presque toujours quand il ne contient pas de charbon. Comme cependant les objets de fortes dimensions sont moins sujets à un refroidissement subit que les produits minces, on coule ces derniers en

sable contenant une quantité de poussière de coke d'autant plus considérable que leurs épaisseurs sont moindres.

C'est en pareil sable qu'on coule actuellement à la fonderie de Liège, non-seulement tous les projectiles, mais aussi les roulettes pour affûts de côte et de place, les crapaudines pour caronades, les chantiers des bouches à feu, les râteliers d'armes, les flasques pour affûts de mortiers de 20 centimètres, etc.; mais comme ce sable mélangé de charbon, une fois employé, ne possède plus la cohérence nécessaire pour servir à un second moulage, on lui rend cette dernière en l'humectant d'une lessive d'argile ou de terre de pipe.

MODÈLES ET CHASSIS NÉCESSAIRES POUR LE MOULAGE EN SABLE DES
BOUCHES A FEU.

Le moulage en sable diffère entièrement du moulage en terre qui est encore employé par la plupart des fondeurs.

Suivant ce dernier procédé, chaque bouche à feu à couler exige la formation d'un nouveau modèle en argile qu'on doit casser ensuite en morceaux pour le retirer avec précaution du moule qu'il a servi à former; le moulage en sable, au contraire, n'exige qu'un seul modèle qu'on peut démonter en plusieurs parties, et qui est confectionné en laiton ou en fonte.

A la fonderie de Liège, on a introduit l'usage de la dernière espèce, parce que non-seulement ils sont plus durs que ceux en laiton, et par conséquent ne sont pas aussi susceptibles que ces derniers de recevoir pendant les manipulations des empreintes et des érafflements, mais encore sont d'un prix beaucoup moins élevé.

Il faut seulement enduire différentes fois les modèles neufs de plombagine humide, et bien les frotter quand ils sont séchés; ce corps remplit les pores de la fonte, empêche le sable de s'y introduire, et rend la surface du modèle très-lisse, ce qui en favorise le dépouillement, en ce que les parties sablonneuses n'adhèrent pas à la surface du modèle. Par le même motif, ainsi que pour éviter l'oxydation, on doit de temps en temps renouveler l'enduit (ou la *dépouille*) des modèles et bien les frotter.

Comme il est impossible de mouler d'une seule fois une bouche à feu avec un modèle composé d'une pièce, et de retirer ce dernier sans détruire le moule, il a été nécessaire de diviser le modèle total en parties telles, que chacune puisse être retirée sans endommager