

d'un étrier en fer à hampe, après avoir été enduit intérieurement d'argile, et bien séché, est placé sur la plaque de fonte de manière que la buse fixée à sa partie inférieure vienne devant la plaque, et précisément au-dessus du milieu du moule de la bouche à feu, et que l'auget lui-même soit dirigé sur l'œil du fourneau, ou vers l'endroit où le chenal doit le rejoindre.

Les chéneaux pour couler sont faits dans un amas de sable de coulée, qui doit se trouver à cet effet entre chaque fourneau et la fosse aux moules. Enfin, pour que les augets restent immobiles pendant le coulage, chacun est chargé à sa partie postérieure de deux morceaux de fer destinés à cet effet.

Quand la fonte a été écumée dans le fourneau, et brassée pour la dernière fois, on prépare dans le sable les chéneaux nécessaires, depuis l'œil jusqu'aux augets. Le sable ne doit pas être plus humide qu'il n'est absolument nécessaire pour lui donner de la consistance. On l'étend également entre le fourneau et la fosse, et on le dame; près de l'œil, la surface doit correspondre au bord supérieur du trou, et de là avoir une légère pente vers la fosse; dans le sable ainsi préparé, on coupe pour chaque bouche à feu à couler, un chenal ou une rigole, dont le fond, à l'extrémité qui correspond avec l'œil, doit être un peu plus élevé que le bord inférieur de ce dernier, et de là descendre suivant un plan incliné jusqu'au fond de l'auget.

Le fond de ces chéneaux a ordinairement une largeur de 0^m,10 à 0^m,15; et les côtés ont une pente vers l'extérieur, de manière que l'ouverture supérieure est au moins de 0^m,20.

Quand on veut couler d'un fourneau deux bouches à feu, ou de deux, trois, ces chéneaux ne sont pas continués jusqu'aux œils, mais ils sont réunis par un large chenal transversal ou de réunion, ou bien par une espèce de cuvette de rassemblement, qu'on a préparée d'avance en argile mêlée de foin hâché, et bien séchée; dans cette cuvette on rassemble la fonte qui s'y rend par des chéneaux préparés dès qu'on pique le fourneau; on ne la laisse pas encore couler dans les moules, mais on ferme la cuvette avec des pales en fer, couvertes d'argile et bien séchées.

Chacun de ces chéneaux communique avec son auget au moyen d'un tuyau en tôle, d'environ 0^m,10 de diamètre et 0,25 de longueur au moins, et qui est garni à l'intérieur d'une couche d'argile cuite; on pose ce tuyau de manière qu'une extrémité repose sur le fond de l'auget, et l'autre sur le sable; de plus, il doit avoir une pente du côté de l'auget, et la concavité inférieure de l'extrémité opposée doit

correspondre au fond du chenal. On bouche ensuite l'ouverture de l'auget tout autour de ce tuyau avec du sable de coulée qu'on y comprime fortement, et le tuyau lui-même doit être entouré de sable sur les côtés et en haut, afin que la fonte ne puisse pas déborder le long de sa surface extérieure; on couvre ensuite cette partie avec un plateau de pierre; on comprime avec une truelle les faces latérales des chéneaux, et on les saupoudre et frotte de poussière de charbon de bois, pour prévenir l'adhérence de la fonte au sable.

Comme l'humidité des chéneaux en sable refroidit la première partie de la fonte qui y passe, surtout pendant l'hiver, et vu que cette fonte tombe dans la partie inférieure du moule, ce qui, comme nous l'avons dit plus haut, communique à cette partie une cohésion moindre que celle dont jouit la fonte coulée plus chaude, on a adopté actuellement pour cet usage des chéneaux en argile bien séchés, qu'on assujettit suivant la pente requise dans des sillons coupés dans le sable; ou bien, ce qui vaut encore mieux, lorsqu'on doit faire une série de coulées consécutives du même fourneau, on fait des chéneaux et une cuvette de rassemblement en briques réfractaires; c'est-à-dire de chaque fourneau un chenal jusqu'à la cuvette, et de celle-ci (quand on ne peut pas la placer près des augets) un chenal pour chaque pièce à couler; la cuvette doit donc contenir les ouvertures nécessaires pour cet objet, et elle doit avoir son fond situé un peu plus bas que celui des chéneaux, afin que la fonte sortie la première du fourneau remplisse la partie inférieure, et que celle qui suit coule par-dessus pour se rendre dans les moules, à mesure qu'on soulève les pales en fer mentionnées plus haut. Quand la coulée a eu lieu on laisse écouler la fonte qui est au fond de la cuvette, par une ouverture pratiquée à cet effet dans ses parois, mais qui avait été bouchée avec du sable; on la reçoit dans une rigole préparée ou bien dans une poche, pour l'employer à d'autres fins, ou bien pour la verser dans le moule dont la masselotte ne serait pas complète. Avant de couler on passe sur les chéneaux en sable ainsi que sur ceux en argile et sur la cuvette, l'enduit fort déjà mentionné, et on les chauffe autant que possible au moyen de charbons de bois ardents; et comme ces chéneaux seraient endommagés si le laitier sortant le dernier du fourneau pouvait y entrer, on a laissé entre eux et le côté extérieur de l'œil une ouverture de la largeur de 0^m,20, où la paroi du chenal en argile ou en briques est continuée en sable; quand le laitier se présente, on intercepte l'ouverture du canal en briques ou en argile,

au moyen d'une pale en fer, et on le fait écouler par les côtés, ce qu'on obtient en renversant la paroi en sable.

Enfin les pales en fer précitées (qui sont munies de manches à leur partie supérieure) sont chassées transversalement dans le sable des chéneaux, entre le canal transversal ou la cuvette et les augets, jusqu'à la distance de 0^m,01 du fond, afin de laisser écouler la fonte par-dessous, soit pour diminuer l'affluence trop considérable de celle-ci vers le moule, soit pour arrêter les laitiers flottant à sa surface; c'est pourquoi l'on met encore une petite botte de foin mouillé contre ces pales du côté du fourneau.

Quand on ne coule qu'une bouche à feu sans bassin de rassemblement, il est nécessaire, pour le même motif, d'enfoncer une pale au milieu du chenal, et de placer devant elle une petite botte de foin humide. Quand on coulera plus d'une bouche à feu au moyen d'une cuvette de rassemblement, elles devront l'être l'une après l'autre, et il faut alors intercepter tous les chéneaux, excepté celui de la bouche à feu par laquelle on veut commencer; pour exécuter cette interception, on place près de chacune des autres pales une personne avec une pale plus petite, afin de tenir cette dernière contre l'ouverture sous la grande, pour que la fonte ne puisse pas percer, et quand le moule de la première pièce est rempli jusqu'à la hauteur requise de la masselotte, on arrête de suite l'écoulement vers ce moule en enfonçant jusqu'au fond la grande pale correspondante, par un coup donné sur son bord supérieur. Cela fait, la personne qui tient la petite pale dans le chenal de la bouche à feu qu'on veut couler ensuite, enlève cet obstacle, afin de laisser couler la fonte par-dessous la grande pale vers le moule, et l'on continue à faire comme il a été dit pour la première bouche à feu.

En enfonçant les grands pales, il est nécessaire de veiller à ce qu'il ne se forme pas de crevasse dans les bords latéraux du *chenal*, parce que la fonte liquide, en y pénétrant, pourrait, par le contact du sable humide, bouillonner, jaillir et blesser les ouvriers.

Comme il peut arriver qu'il reste un peu de fonte après le coulage, on fait toujours dans le sable à côté du chenal ou de la cuvette, une rigole qui est damée au fond et sur les côtés de même que les chéneaux, et qu'on saupoudre de charbon de bois pour y laisser écouler le restant de la fonte. Cette rigole peut encore devenir utile dans le cas où, en débouchant l'œil, on l'aurait trop ouvert, ce qui produirait une affluence de fonte trop considérable; alors on laisse écouler le métal superflu dans cette rigole, à travers un petit canal et en

soulevant une pale par laquelle il est retenu; ou bien encore, en perçant seulement au moyen d'un ringard à pointe rougie, la paroi de sable qui se trouve entre la rigole et le chenal. Quand maintenant, à cause de cette abduction de la fonte dans la rigole, le dernier moule n'est pas rempli entièrement, on puise dans cette rigole avec des poches pour verser dans le moule non rempli.

Enfin on tient prêtes, pour chaque bouche à feu, deux petites palettes en fer forgé à manche recourbé, couvertes sur les deux faces d'une couche d'argile séchée, qui doivent servir à retenir les laitiers et quelquefois la fonte.

Tout étant préparé de la manière prescrite, et la fonte étant bien fondue dans le fourneau, on peut passer au coulage.

A cette fin on fait avec précaution, dans le sable avec lequel l'œil est bouché, une ouverture circulaire au moyen d'un ringard; cette ouverture doit avoir environ 5 à 6 centimètres de diamètre, mais ne doit pas traverser toute l'épaisseur du sable; elle doit s'arrêter à la croûte de ce dernier, cuite par la chaleur intérieure du fourneau; cette croûte est percée au moyen d'un ringard à pointe rougie, de manière que la fonte ne puisse y passer qu'en filet mince pour se rendre dans le chenal. Quand cependant on doit couler avec deux fourneaux, on enlève aussi le sable de l'œil du second fourneau jusque sur la croûte, avant de percer entièrement le premier; parce que l'écoulement de la fonte doit être amené à peu près en même temps dans les deux fourneaux.

Quand la première fonte écoulee a échauffé les chéneaux, etc., et qu'elle est parvenue jusqu'à l'auget en fer, on agrandit un peu l'ouverture de la croûte de sable de l'œil, de manière que le filet de fonte ait un diamètre seulement de deux centimètres, parce qu'autrement l'affluence du métal étant trop considérable, non-seulement contrarierait le coulage convenable de la bouche à feu, mais aussi pourrait causer un débordement de fonte par-dessus les parois des chéneaux.

Avant de commencer à couler, les deux petites palettes, mentionnées plus haut sont tenues chacune par un ouvrier transversalement dans l'auget en fer, en partie pour empêcher que des laitiers ne viennent jusqu'à la buse verticale, et ne tombent dans le moule, et en partie pour modérer, lorsque cela est nécessaire, l'écoulement trop copieux de la fonte, et donner le temps d'enfoncer un peu plus profondément la grande pale, pour ralentir le coulage.

Quel que soit le degré de fluidité de la fonte, et à quelque point qu'il

ait dû favoriser le développement du laitier pendant l'opération de la fusion, il est certain qu'il s'en sépare encore pendant la chute de la fonte dans le moule, lequel se rassemble à la surface du métal dans ce dernier. C'est pour cette raison qu'il faut couler la bouche à feu lentement et par filets minces, afin que le laitier, encore contenu dans la fonte, s'en sépare pendant la chute, et d'un autre côté, s'il y a encore des parties humides dans le moule, pour leur donner le temps de se décomposer dans leurs éléments gazeux qui s'échappent par les bridures des châssis, et sont enflammés par un homme placé dans la fosse, et tenant en main une perche munie à son extrémité d'un paquet enflammé de planures de bois, ou de paille. Par là on prévient l'introduction de bulles gazeuses dans la fonte et par conséquent la formation de chambres.

Quand le niveau de la fonte est parvenu jusqu'à la hauteur des tourillons ou de toute autre partie saillante de l'objet à couler (ce que peut voir le fondeur qui est placé avec la petite palette près du moule), on doit avec les palettes mentionnées retenir la fonte de manière qu'elle ne coule plus que par un filet très-mince dans le moule, jusqu'à ce que la surface du métal soit parvenue à hauteur de la moitié des tourillons ou de toute autre saillie de l'objet à couler; alors on lève les palettes pour faire tomber subitement la fonte dans le moule et produire ainsi une forte secousse à la surface du liquide, afin de ramener au centre le laitier flottant à la surface dans les tourillons ou la saillie quelconque; sans cette précaution ce dernier adhérerait aux surfaces de ces moules en saillie, et y produirait des parties poreuses. Mais en soulevant ainsi les palettes, les personnes qui font cette opération doivent soigneusement éviter de laisser en même temps écouler le laitier flottant dans l'auge.

Immédiatement après avoir produit cette secousse, on recommence à couler comme précédemment jusqu'à ce que le moule de la bouche à feu avec la masselotte soit rempli aussi loin qu'on le croit nécessaire, et alors on enfonce la grande pale dans le chenal assez profondément pour qu'il ne puisse plus passer de fonte et par conséquent de laitier; et quand après le coulage de toutes les bouches à feu il reste encore de la fonte, on la laisse écouler dans le sillon préparé d'avance dans ce but.

Si, après que la fonte a coulé hors du fourneau, les laitiers obstruaient l'œil, on les retirerait à l'aide d'un crochet en fer ou croard, après avoir totalement enfoncé la croûte sablonneuse. La sole du fourneau étant ainsi entièrement déchargée et le fourneau vidé, on le

laisse lentement refroidir sans ouvrir aucune portière, afin d'empêcher que l'air extérieur ne s'y précipite et ne fasse crever les briques réfractaires.

Les bouches à feu coulées sont abandonnées dans la fosse après avoir couvert la surface de la fonte sur la masselotte d'une couche de charbon de bois, afin de l'empêcher de se figer trop promptement; car ces charbons en s'enflammant entretiennent la chaleur dans la fonte qui continue ainsi pendant plus longtemps à peser sur celle qui est dans la partie inférieure du moule, et produit une plus grande densité dans cette dernière.

Après que les bouches à feu coulées sont suffisamment solidifiées et refroidies, ce qui a lieu dans l'espace d'un, de deux ou de trois jours, suivant leur épaisseur, et le froid plus ou moins considérable de l'atmosphère, on les soulève hors de la fosse avec leurs châssis au moyen de la grue, et on les couche sur deux supports en bois placés sur le sol de la fonderie, de manière que les deux rebords longitudinaux au moyen desquels les deux châssis sont réunis viennent dans la position horizontale, afin qu'on puisse facilement démouler. Pour cela on défait les clavettes qui fixent la bridure du châssis de bouton et carré à celle du châssis de culasse, ainsi que celles qui assemblent les bridures des châssis de culasse et de premier renfort. Ensuite on détache le sable autour du carré au moyen d'une tige en fer pointue, et on enfonce deux ou plusieurs coins en fer entre les bridures détachées afin de séparer les châssis et détacher le sable de moulage de manière qu'on puisse enlever les premiers.

Ensuite on défait les clavettes des boulons qui assemblent les rebords des demi-châssis, et on soulève la moitié supérieure de ces derniers encore réunis en fixant la chaîne de la grue à la poignée du milieu, et on les place à terre près de la bouche à feu. La partie ainsi découverte du moule en sable est ensuite cassée au moyen d'une masse en fer et enlevée; on retourne la bouche à feu, on ôte l'autre moitié des châssis comme on a déjà fait, et on démoule le reste de la surface de la bouche à feu.

Enfin les bouches à feu arrivées à ce point de leur fabrication, sont conduites hors de la fonderie sur un chemin de fer, au moyen d'un chariot à roues en fonte destiné à cet objet; elles passent ainsi à la forerie, où elles sont placées sur un chantier et dépouillées du sable qui adhère encore à leur surface; on abat ce dernier au moyen de ciseaux à froid, ainsi que les petites inégalités qu'on y trouve sou-

vent aux places qui ont correspondu aux joints des bridures des châssis de leurs différentes divisions.

Pour couler des bouches à feu en terre, comme cela se fait ordinairement dans les fonderies de bronze, la fosse aux moules a une autre disposition. A Liège on a creusé pour cet objet dans le sol un puits circulaire revêtu en maçonnerie, et dans lequel on ne peut mettre qu'un moule. La profondeur de ce puits dépend de la longueur de la bouche à feu qu'on doit y couler, et son diamètre doit être tel, que les travailleurs puissent s'y mouvoir pour damer la terre autour du moule.

La terre servant pour cet objet ne doit pas être trop grasse, et n'avoir que peu de consistance étant comprimée, de même qu'on a prescrit à l'égard du sable de moulage des bouches à feu qui peut lui-même servir dans ce cas-ci. Cette terre ne doit pas contenir de grumeaux ni de pierres; il faut même au contraire pulvériser avec soin; et surtout, elle ne doit pas contenir plus d'eau que son peu de consistance n'en exige, afin qu'elle ne communique pas d'humidité au moule en terre.

Le puits doit être creusé plus profond de deux centimètres que la longueur totale du moule de la bouche à feu, y compris celles du carré et de la masselotte; ensuite le fond en doit être fortement damé et nivelé horizontalement, pour recevoir une grosse plaque en fonte; sur cette dernière on étend et on dame la première couche de terre. Après cela on descend doucement, au moyen de la grue, le moule de la bouche à feu encore dépourvu de celui de la masselotte, et ayant encore les ouvertures des tourillons découvertes, et on le fait reposer par l'extrémité du moule du carré sur la première couche de terre ou de sable, et par la culasse, sur quatre piles de briques également hautes; en même temps, on le tient dans la position verticale, au moyen de cordages fixés à cet effet au moule et à la grue, jusqu'à ce qu'il soit suffisamment assujéti par le damage.

Quand on n'a pas pourvu le moule de ferrures, comme cela s'est fait pour ceux des mortiers de marine en fonte, coulés à Liège, (quoiqu'ils pesassent largement 7500 kilogrammes avec leur masselotte), on l'entoure d'une large courroie ou bretelle en cuir, à laquelle on fixe les câbles pour le soulever et le descendre dans la fosse.

Aussitôt que le moule est placé verticalement dans le puits, on étale tout à l'entour, entre les piles de briques, une couche de terre égale, qui est damée aussi fortement que possible par quelques hommes placés dans le puits; sur cette couche on en met une seconde,

puis une troisième, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on soit parvenu sous les tourillons; alors on ôte une à une les briques des piles, et on remplit les trous qui en résultent, en y enfonçant des couches de sable bien damées, jusque contre le dessous du moule, où elles ne doivent pas être damées fortement, mais comprimées. Cela fait, le fondeur descend avec précaution dans le moule pour vérifier s'il n'a pas éprouvé des dégradations, et y remédier si cela est nécessaire; c'est à cette fin qu'on a laissé les extrémités des tourillons ouvertes, ainsi que pour pouvoir facilement exécuter les réparations à ces derniers, s'ils avaient souffert quelque part. Après cet examen on ferme le moule aux extrémités des tourillons, en bouchant chaque ouverture au moyen d'un disque en terre, qu'on enduit de glaise humectée, et qu'on fixe avec des liens de chanvre en croix, après avoir d'abord bouché les joints entre ces disques et le moule avec de l'argile et des étoupes. On passe maintenant de nouveau au damage de couches de terre; mais il faut observer que ce damage doit se faire obliquement autour du moule, à l'aide de petites battes et à coups légers, afin que ce dernier ne soit pas bosselé; mais il faut malgré cela que la terre y soit fortement comprimée, et autant que possible uniformément distribuée. Sur cette couche on en étend une autre, qu'on dame encore comme la précédente fortement autour du moule, et l'on continue ainsi, en observant toutefois d'apporter la plus grande attention à damer très-doucement la première couche (et plusieurs des suivantes) au-dessus des tourillons, afin de ne pas les endommager.

Lorsque le damage des terres est assez avancé, pour que le moule reste immobile dans sa position, on défait la bretelle, au moyen de laquelle on a soulevé le moule, et on continue ensuite de la manière précitée au damage des couches de terre jusqu'à peu près au haut du moule; alors, une personne entre encore dans ce dernier pour le visiter et réparer les dommages qu'il pourrait avoir éprouvés par le damage. Ensuite on place le moule de masselotte verticalement sur celui du mortier, de manière qu'ils joignent bien, et après avoir bouché la jointure avec de l'argile et des étoupes, on continue à damer des couches de sable jusqu'au bord supérieur du moule de masselotte.

Pendant le damage il est nécessaire de couvrir le moule du mortier jusqu'à ce que celui de la masselotte lui soit superposé; ce dernier doit alors être couvert de même jusqu'à ce qu'on coule, afin d'empêcher qu'il n'y tombe de la terre ou tout autre objet quelconque.

La préparation des chéneaux et le coulage de ces mortiers se font de la même manière que nous avons déjà expliquée pour les bouches à feu, moulées dans des châssis en fonte; mais comme le puits pour l'enterrement de ces moules se trouve à côté de la grande fosse, et ainsi n'est pas vis-à-vis des fourneaux, et que la fonte nécessaire pour couler un pareil mortier devrait être fondue dans trois fourneaux, les distances de ces trois fourneaux au moule ont été très-différentes; c'est pourquoi l'on a préparé à peu près devant le fourneau du milieu un grand bassin de rassemblement cylindrique, avec de l'argile mêlée de foin haché. Ce bassin avait à sa partie inférieure les ouvertures nécessaires pour recevoir par les chéneaux la fonte venant des fourneaux, et la transmettre par un autre canal à l'auget qui la conduisait dans le moule. On observe pendant ces opérations tout ce que nous avons dit plus haut relativement aux pales en fer.

Enfin l'on doit encore observer qu'en général on doit mettre dans les cuvettes ou bassins de rassemblement, quelque temps avant la coulée, une quantité de charbons de bois ardents, non-seulement afin de les tenir chauds, mais aussi pour garantir du contact de l'air froid la surface de la fonte; ces charbons, quand ils entrent dans le moule, remontent à la surface et surnagent à cause de leur faible pesanteur spécifique.

DISPOSITIONS MÉCANIQUES EN USAGE POUR LE FORAGE DES BOUCHES A FEU,
ET MANIÈRE DONT LE FORAGE EST EXÉCUTÉ.

Pour le forage des bouches à feu on emploie deux procédés mécaniques différant essentiellement; savoir : 1° le forage vertical, et 2° le forage horizontal.

Pour le premier genre de forage, la pièce, suspendue verticalement la bouche en bas, et de manière qu'elle ne puisse recevoir qu'un mouvement vertical, est forée au moyen de la rotation communiquée à une tige de foret qui agit par-dessous. Par la deuxième méthode la pièce est forée, son axe et la tige étant dans la situation horizontale; la tige n'a que le mouvement horizontal dans le sens de l'axe de la bouche à feu, et cette dernière reçoit celui de rotation.

Les bancs de forage vertical ont été les premiers en usage. Leur disposition exige que le canon, après que la masselotte en est retranchée, soit assujéti à un cadre ou coulisseau en bois, qui peut être mu verticalement dans deux coulisses pratiquées à cette fin dans deux jumelles verticales d'une charpente y destinée.

Le canon est fixé au coulisseau, la culasse en haut de manière que son axe soit vertical, et la tige de foret également verticale est placée précisément dans le prolongement de l'axe du premier, son extrémité inférieure portant un tourillon logé dans une crapaudine en bronze, qui est fixée sur une base en maçonnerie. A cette tige de foret est fixé à la hauteur requise et à angle droit, un levier ou timon en fer, auquel on attelle les chevaux qui doivent communiquer le mouvement de rotation, afin de couper, par le moyen de couteaux de forage fixés à l'extrémité supérieure de la tige, les inégalités de la surface de l'âme du canon coulé à noyau, et le mettre au calibre; ou bien de forer l'âme suivant l'axe dans les canons coulés massifs.

Par suite de cette disposition, le canon, comme nous l'avons déjà dit, n'éprouve pas de mouvement de rotation, mais presse sur l'extrémité de la tige de foret, ou sur les couteaux ou forets qu'elle porte; et à mesure que ceux-ci coupent le métal de l'âme il descend par suite de son propre poids. Mais comme la pression des bouches à feu sur le foret (surtout si elles sont de fort calibre) serait trop forte, pour permettre de communiquer à la tige le mouvement de rotation nécessaire sans casser les forets, on la diminue en appliquant un contre-poids à chaque côté du châssis, au moyen d'une corde passée sur une poulie. Mais comme le contre-poids à employer pour des canons de gros calibre serait trop considérable, on a fixé à la partie supérieure du châssis, et précisément au-dessus de ce dernier, au sommier du bâtiment, ou à la traverse de la charpente de la machine, deux paires de moufles qui sont équipés avec leurs câbles de la même manière que les artilleurs font pour la chèvre. L'extrémité de chacun de ces câbles est enroulée sur un treuil correspondant, muni des rouages nécessaires pour les faire tourner, tendre les câbles, lever la bouche à feu, ou bien la laisser descendre (uu).

Des bancs de forage vertical, pareils ou analogues, étaient autrefois employés dans toutes les fonderies de canons, lorsqu'on coulait encore les bouches à feu à noyau; et cela parce qu'on ne devait forer qu'une faible épaisseur de métal autour de l'âme; mais ce mode de forage continua encore à être en usage lorsqu'on commença à couler

(uu) On trouve une description plus étendue d'un pareil banc de forage, dans la *Description de l'art de fabriquer les canons*, par G. Monge, page 153, etc. On trouve également dans le même ouvrage, page 156, etc., la description d'un nouveau banc de forage vertical sur lequel les bouches à feu tournent, mais qui, à ce que nous croyons, n'a été adopté nulle part, parce qu'il paraît que le placement de la tige de forage et la pression qu'elle éprouve, sont sujets à divers inconvénients.

les bouches à feu pleines ou massives, et même on l'employait encore récemment en Autriche, et on l'y considérait comme le meilleur. Cependant on ne peut reconnaître au forage vertical qu'un seul avantage réel sur le forage horizontal; et cet avantage consiste en ce que les buchilles ou copeaux de forage tombent d'elles-mêmes hors de la bouche à feu, sans qu'il soit nécessaire de les retirer de l'âme au moyen d'un grattoir, ou de retirer la tige de foret, comme cela doit avoir lieu de temps en temps dans le forage horizontal. Mais si l'on examine attentivement le procédé de forage vertical, on s'apercevra facilement qu'il ne présente pas peu de difficultés d'exécution; en voici quelques-unes :

1° Il faut beaucoup de travail et de temps pour lever les canons, et les placer de manière que l'axe de la tige du foret se trouve exactement sur le prolongement de celui de la bouche à feu, ce qui cependant est absolument nécessaire pour ne pas forer une âme excentrique. Il est difficile de voir si la condition ci-dessus est remplie, parce que la bouche à feu placée dans le coulisseau ne peut pas tourner, ce qui forcerait en quelque sorte le foret à rentrer dans l'axe de rotation, quand la pointe en eût été mal placée; et ceci a lieu sur les bancs de forage horizontal.

2° La tige de foret verticale n'a pas une position solide, parce qu'elle ne peut être soutenue d'aucun côté, et repose uniquement par son tourillon dans la crapaudine, dans laquelle elle doit nécessairement avoir un peu de jeu afin de ne pas y éprouver trop de frottement; d'où résulte que ce tourillon ne peut pas empêcher la tige de dévier de la position verticale, lorsque la bouche à feu exerce seulement une faible force latérale sur le foret; cet effet doit avoir lieu principalement pour les bouches à feu en fonte, quand il se trouve, à l'endroit où le foret travaille, des points durs produits par les bulles gazeuses, qui sont cause que la fonte offre plus de résistance au foret d'un côté que de l'autre; de là une pression latérale sur la pointe du foret, celui-ci dévie, coupe dans la partie la plus douce, et entraîne la tige hors de la verticale.

3° Il est difficile de laisser constamment presser le canon sur le foret ou sur le couteau de forage supérieur, pour les canons coulés massifs, avec la force uniforme nécessaire; sans compter que lorsqu'on laisse descendre un canon de gros calibre, il peut en résulter une secousse dans le châssis en bois, qui glisse dans les deux coulisses des jumelles du système, ce qui peut encore causer un petit déplacement ou une déviation de la tige.

4° Enfin, on perd par cette méthode de forage l'avantage important pour les canons qui doivent être tournés extérieurement, de tourner et de forer sur le même axe de rotation, ce qui rend toujours certain que la surface extérieure est concentrique avec celle de l'âme. Lorsqu'au contraire on veut tourner un canon qui a été foré verticalement, on doit chercher avec beaucoup d'attention l'axe de l'âme, afin de le placer sur le tour de manière que cet axe serve encore d'axe de rotation; or cela demande une opération qui exige beaucoup d'attention et de précision, pour qu'il n'en résulte pas un canon foré obliquement.

Quand on tourne les bouches à feu avant de les fixer sur le banc de forage vertical, on peut immédiatement marquer sur la bouche et sur le carré ou le bouton les centres qui correspondent à l'axe, mais alors le placement exact de la tige, cité sous 1°, devient encore plus indispensable; parce que quand on fore une bouche à feu tournée, la position du foret ne permet pas la moindre inexactitude, vu que le défaut qui en résulterait serait irréparable, tandis qu'une légère excentricité de l'âme dans un canon non encore tourné peut être corrigée sur le tour.

Comme on ne peut pas scier la masselotte d'une pièce en fonte, mais qu'elle doit être coupée au tour au moyen d'un ciseau mince destiné à cet objet, opération qui se fait facilement sur un banc horizontal, mais qui ne peut avoir lieu sur un banc à forage vertical, on doit encore préférer le premier sous ce point de vue.

Pour ces raisons et peut-être pour d'autres encore, on a presque généralement abandonné le forage vertical des bouches à feu, et on a adopté les bancs de forage horizontal, où les bouches à feu, placées avec leurs axes dans le plan horizontal, tournent autour de ces axes, tandis que les forets sont pressés dans le sens de ces derniers avec une force uniforme qu'on peut régler à volonté.

Pour autant qu'il soit connu, ce fut un certain Maritz qui inventa à Genève le premier bon banc de forage horizontal, et qui l'introduisit en France en même temps que le coulage massif des canons en bronze, environ vers le milieu du siècle précédent; exemple qu'on suivit plus tard dans la plupart des pays (vv).

(vv) Cependant le coulage massif a déjà été employé au commencement du siècle précédent, par le fondeur de canons Keller, à Cassel; mais les canons ainsi coulés étaient forés dans la position verticale, au moyen de forets particulièrement disposés pour cet objet: Voyez *Beschreibung einer kleinen Bohrmaschine zu massiv gegossenen Kanonen*, von Gerard Meyer, Ober-Director bei der königl. Stückgiesserei, etc.,

Dans la fonderie de l'État à Liège, les bancs de forage sont horizontaux, et correspondent au fond avec ceux précédemment cités que M. Maritz introduisit en France pour le forage des canons en bronze; excepté que dans l'établissement en question, les bancs sont joints trois à trois, de manière qu'un seul moteur fasse tourner les trois canons qui y sont placés. Ce moteur consiste en une machine à vapeur située hors de la forerie; il agit par l'intermédiaire d'un grand arbre ferré (entrant par une ouverture carrée de la muraille dans la forerie), garni à son extrémité d'un pignon en fer, et faisant

dans la troisième partie des nouveaux traités de l'Académie royale suédoise des sciences, traduit en allemand, Leipzig, 1785. M. Meyer, qui dans ce traité a probablement donné la première description d'un banc de forage horizontal (au fond la même que celle de M. Maritz), dit à propos du forage vertical de Cassel :

« Ce mécanisme était cependant très-coûteux, autant à cause du foret que du re-
 » tranchement de la masselote; les forets étaient très-sujets à casser, et il fallait
 » beaucoup de temps pour forer un canon; c'est pourquoi ce procédé avec de pareils
 » forets ne fut pas généralement adopté; mais on se servait de forets pointus qui
 » tournaient par l'action de l'eau ou des chevaux, ce qui était plus expéditif, mais
 » avait pour résultat que le foret déviait, quelque soin qu'on prît, ce qui rendit
 » une grande quantité de canons impropres au service.

« Quand l'heureux essai fut connu, plusieurs mécaniciens pensèrent à inventer
 » une machine d'un effet plus certain. Personne ne paraît avoir mieux réussi à cela
 » que M. Maritz, avec un banc de forage horizontal, sur lequel le canon est tourné
 » au moyen d'une roue hydraulique, et le foret avancé uniformément. Ce dernier a
 » à l'un des bouts la forme d'un demi-cylindre, et le mouvement de rotation du
 » canon maintient le foret au centre; quand l'axe du canon est tenu exactement
 » horizontal, l'âme vient précisément au centre. On a fait ici, il y a trente ans, des
 » épreuves avec des canons tant coulés massifs qu'à noyau et chapelet, qu'on es-
 » sayait de toute manière et qu'on fit enfin sauter par ordre, pour pouvoir les exa-
 » miner soigneusement, et découvrir si le métal contenait des chambres. On trouva
 » que ceux qui étaient coulés massifs étaient sous tous les rapports meilleurs et gé-
 » néralement sans chambres; ceux qui étaient coulés à noyau avaient, il est vrai,
 » l'âme assez nette, mais contenaient des chambres dans l'épaisseur du métal, et en
 » crevant se rompaient particulièrement près du chapelet, où la culasse se séparait
 » du reste. L'autorité fixa alors que, dans toutes les fonderies du royaume (Suède),
 » on établirait des bancs de forerie horizontaux. On en établit donc aux fonderies de
 » Stockholm, lesquels étaient mus par les chevaux; et deux autres aux grandes fa-
 » briques de fer, lesquels étaient mis en mouvement par l'eau. Ces machines sont
 » maintenant en activité depuis 15 à 20 ans, et ont fait voir qu'elles ont la perfec-
 » tion et la solidité nécessaires. »

Malgré cette conviction, d'après le même auteur, on a encore construit plus tard des bancs verticaux en Suède, probablement à cause des frais moins considérables, mais cela eut en général des résultats plus défavorables qu'on n'avait supposé, car différents canons furent impropres au service, parce que l'âme en était forée de travers.

tourner trois grandes roues dentées en fer dont les axes communiquent leur mouvement de rotation à autant de bouches à feu qui y sont fixées. Voyez les planches VI, VII et VIII, et leur explication (*ww*).

Avant de mettre la bouche à feu sur le banc de forage, il est nécessaire de glisser les traverses mobiles *u* et *t* à la distance requise de l'axe de la roue, afin de pouvoir placer la première dans les colliers destinés à la recevoir, et de manière que le carré du bouton vienne près de la partie carrée de l'axe *i* de la roue *h*, et que, si c'est un canon, le collet du bouton et celui du bourrelet viennent poser dans les colliers qui y sont destinés, après qu'on s'est assuré que ces derniers correspondent bien aux dimensions du canon, de manière que celui-ci y joigne parfaitement, et à l'endroit par lequel la pièce doit y reposer pendant sa rotation. On fixe ensuite solidement ces traverses sur le banc, au moyen de coins en bois. On vérifie si les deux colliers sont placés dans leurs coussinets, de manière que l'axe de la bouche à feu à y placer se trouve dans le prolongement de celui *i* de la roue, vérification qui se fait comme suit. On passe dans l'ouverture circulaire *z* de la petite boîte *y'* du chariot de foret un cylindre en bois qui y joigne exactement; ce cylindre porte suivant son axe une ouverture cylindrique, par laquelle on a passé une ficelle mince; cette dernière est tendue fortement jusque contre le centre de l'extrémité carrée de l'axe de la roue, afin de vérifier si elle passe précisément par l'axe des deux demi-surfaces de révolution que présentent les deux colliers, c'est-à-dire si la ficelle passe au niveau des bords supérieurs des derniers et au milieu de la distance de ces bords; car si l'une de ces deux conditions n'était pas remplie, l'axe de la bouche à feu ne viendrait pas exactement dans la direction de la ficelle, et ainsi non plus du prolongement de l'axe

(*ww*) On peut encore réunir plus de bancs de forage, et les faire fonctionner par le même moteur. A Liège se trouvaient d'abord encore deux machines à vapeur faisant marcher chacune quatre bancs réunis; mais comme ils avaient divers défauts et étaient en mauvais état, on n'en a pas fait usage.

Il va sans dire que ces bancs de forage sont mus le plus avantageusement par l'eau, lorsqu'il y a un ruisseau qui en fournit assez; à défaut de cela, et là où les combustibles sont trop chers pour l'emploi de machines à vapeur, on se sert de chevaux pour faire tourner les bouches à feu sur de pareils bancs; comme en France, à Indret, département de la Loire Inférieure, où neuf bouches à feu sont forées simultanément, par la rotation d'un axe, produite par une grande roue, mue par des chevaux.