

NOTICE

Sur les usines à fer de la Silésie supérieure (1).

Par M. MANÈS, Ingénieur au Corps royal des Mines.

Le minerai de fer, répandu en grande abondance dans la Silésie supérieure, a donné lieu à l'établissement d'un grand nombre d'usines, qui sont le sujet d'un des plus grands commerces de la Prusse.

On rapporte à l'an 1365 le commencement de cette branche d'industrie. Ce fut d'abord dans des feux de loupe qu'on réduisit le minerai; en 1721, seulement, on employa à cet effet les hauts-fourneaux; mais cette méthode de fondage ne fit que de très-lents progrès, et le fer de la Silésie supérieure eut pendant long-temps une si mauvaise renommée, qu'on ne s'en servait que dans les parties mêmes de cette contrée, et que la Silésie inférieure faisait usage des fers de Suède. Vers 1780, cet art prit enfin un peu d'importance: à cette époque, l'administration royale prit la direction des usines de Malapane et de Creutzburg, et on apporta à la méthode de fondage, ainsi qu'au moulage, à l'affinage, et même à la carbonisation du combustible de grands perfectionnemens, auxquels prirent part peu-à-peu les diverses usines privées. Aujourd'hui, la

Introduction.

(1) Nous devons prévenir que nous avons puisé dans les Archives de Karsten une partie des documens qui nous ont servi à la rédaction de cette Notice et de celles qui suivent. Les mesures dont nous faisons usage ici sont celles-ci.
Le quintal de Prusse = 110 liv. de Berlin = 51,50 kil.
Le pied du Rhin = 12 pouces = 316 millimètres.
La tonne = 2 boisseaux et demi = 1750 livres.



fabrication du fer est devenue très-importante dans toute la Silésie supérieure, et il suffira pour en convaincre de nombrer les établissemens tant royaux que particuliers qui y existent.

En 1816, on comptait d'usines à fer appartenant aux particuliers 40 hauts-fourneaux, 127 feux d'affineries, 26 fenderies, 2 laminoirs et 2 tréfileries, qui occupaient 1222 ouvriers, et ont produit pour 868,650 écus de fers de toutes sortes; savoir, 181,863 quintaux de fonte, 122,890 quintaux de fer en barres, 13,354 quintaux de fer fondu, 2,089 quintaux de tôle, 251 quintaux de fer-blanc, et 110 quintaux de fil de fer.

Parmi les 40 fourneaux sus-mentionnés, il n'y en avait que deux qui allaient au coak; l'un à Antonien-hütte près Neudorf, l'autre à Hohenlohe-hütte, près Bittkow. Aujourd'hui (1822), cette dernière usine, construite sur les meilleurs principes par un machiniste anglais, contient deux hauts fourneaux, qui sont séparés par la tour de chargement, et qui sont alimentés par des soufflets cylindriques en fonte, mus par une machine à vapeur.

Les fourneaux au bois ont différentes constructions, selon le temps où ils ont été élevés. Les plus beaux de ce genre se trouvent à l'usine de Schlayentzitz, appartenant encore au prince de Hohenlohe; enfin, l'usine de Blech-hammer, appartenant au même prince, est remarquable par les affineries, fenderies et tôleries qu'elle contient. Les tréfileries existantes sont d'ailleurs très-anciennes et ne méritent aucun intérêt.

Les établissemens royaux comprenaient, dans la même année 1816, 7 hauts-fourneaux, 16 affineries et 2 tôleries; ces usines occupaient 593 ouvriers, et produisirent, dans cette année, pour

294,480 écus de fers de toutes sortes; savoir, 20,665 quintaux de fonte moulée, 39,928 quintaux de fonte en gueuse, 18,517 quintaux de fer forgé, 510 quintaux d'acier naturel, 829 quintaux de tôle et 689 quintaux de fer-blanc.

Ces établissemens royaux sont divisés en cinq districts, dont les administrations sont placées sur les usines mêmes; ces districts sont ceux de Malapane et Creutzburg, de Königs-hütte et Gleiwitz, et enfin de Rybnick.

L'administration de Malapane comprend l'usine de ce nom, située à 5 milles à l'est d'Oppeln, et les usines environnantes de Jedlitz et Dembihammer. L'usine de Malapane se compose d'un haut-fourneau et de deux affineries; la fonte s'y fait au charbon de bois et l'affinage à la méthode ancienne, ainsi que nous l'exposerons plus bas.

L'usine de Jedlitz, située au-dessous de Malapane, contient quatre feux d'affineries alimentés par un soufflet cylindrique en fonte, plus un laminoir pour la préparation de tôle qu'on étame ensuite. Enfin, l'usine de Dembihammer, sise au sud-ouest de Malapane, contient encore deux affineries.

L'administration de Creutzburg comprend l'usine de Creutzburg, distante d'un mille et au nord-est d'Oppeln, et les usines peu éloignées de Butkowitz et de Murow. Ces dernières contiennent chacune deux affineries; quant à celle de Creutzburg, elle ne consiste qu'en un haut-fourneau au bois et un feu d'acier brut; elle manque souvent d'eau et n'a rien de remarquable; elle tire son minerai des environs de Creutzburg ou des forêts voisines. C'est un fer argileux d'alluvion, et dont le dernier sur-tout est très-pauvre.

On y fait de la fonte bonne pour l'artillerie ; cette fonte, très-grise, exige d'ailleurs au feu d'acier un travail long et difficile.

L'usine de Königs-hütte, située à un mille au sud de Beuthen, fut commencée, en 1798, par le comte de Reden, dans le but d'obtenir, à l'aide du coak, pour les affineries et les fonderies, la fonte dont ces usines manquaient de plus en plus par la diminution des bois. Cette usine, placée dans le voisinage de la chaux, du minerai de fer et de la houille, devait d'ailleurs prospérer. Elle se compose aujourd'hui de quatre hauts-fourneaux placés sur une même ligne, attenants à autant de hangars bâtis dans un style gothique, et alimentés par deux machines soufflantes, mues par deux machines à vapeur. M. de Villefosse ayant donné, dans sa *Richesse minérale*, les dessins et les résultats principaux de cette usine, nous n'en dirons rien ici, d'autant mieux que tout ce que nous pourrions observer sur le fondage au coak trouvera sa place à l'article Gleiwitz.

L'usine de Gleiwitz, située à un quart de mille à l'est de la ville de ce nom, fut commencée en 1794, tant pour introduire en Silésie la méthode de fondage au coak, que pour y établir une fonderie, sans laquelle les mines de plomb et de houille ne pouvaient faire aucun progrès. Nous donnerons plus bas une description complète de ce superbe établissement, qui, chaque jour, prend de plus grands développemens.

Enfin l'usine de Rybnick, située à peu de distance de la ville de ce nom, n'est royale que depuis 1810 ; elle consiste en deux établissemens distincts, l'un destiné à affiner au bois et à la

houille, et l'autre à laminer les lopins obtenus. Cette usine fera aussi l'objet d'un chapitre particulier.

Avant de passer à la description d'aucun établissement, nous croyons devoir donner ici quelques renseignemens généraux sur les minerais et les combustibles qu'on y emploie.

1°. *Des minerais.*

Les usines de la Silésie supérieure sont alimentées par deux sortes de minerais d'âge et de qualités différens. L'un est le fer oxidé hydraté, qui, depuis plusieurs siècles, fournit à la plus grande partie de ces usines, et qui appartient à la formation du calcaire métallifère de Tarnowitz ; le second est un fer argileux carbonaté, qui se trouve en grande abondance dans un terrain argileux ayant de grands rapports avec le terrain d'alluvion. Une petite partie du même minerai carbonaté vient encore du terrain houiller ; mais celle-ci est bien moindre et n'alimente qu'un petit nombre d'usines.

Le fer oxidé du terrain calcaire se montre, comme nous l'avons indiqué ailleurs, en nids irréguliers, qui reposent sur le calcaire inférieur de Tarnowitz, et qui sont recouverts de couches argileuses et d'alluvion. Les principaux dépôts sont au sud de Tarnowitz, entre les villages de Naclo, Rudipiekar et Radzioncau : là, ils atteignent une puissance de plus de six toises. Ces dépôts se composent d'argile ferrugineuse diversément colorée, dans laquelle sont imprégnés des minerais généralement divisés et altérés ; quelquefois aussi ces minerais sont compactes, ils sont d'ailleurs souvent intimement mélangés

Des mine-
rais.

Du fer oxidé
hydraté.

de calamine et quelquefois accompagnés de galène. Les minerais de Naclo sont toujours à l'état de fer oxidé hydraté ; ils ne donnent jamais au-delà de 40 pour 100 de fonte ; ils sont réfractaires par eux-mêmes ; mais, mélangés avec les minerais argileux, ils donnent un bon fer.

Du fer argileux.

Le fer argileux du terrain d'alluvion se montre en nids arrondis isolés dans l'argile, qui lui sert de gangue, ou disposés en bancs : c'est sur-tout aux environs de Panky et de Creutzburg qu'ils abondent. Ils se trouvent ordinairement à une profondeur qui varie de 4 à 10 toises. Près de Panky, ils sont au plus à une demi ou trois quarts de toise sous la terre végétale ; à Creutzburg, ils ne sont jamais à plus de 4 toises de profondeur. Les bancs que forme ce minerai ont une allure très-irrégulière : tantôt ils sont ondulés, tantôt droits ou inclinés ; ici, ils augmentent de puissance ; là, ils s'appauvrissent ou deviennent entièrement stériles ; ici, ils s'étendent au loin ; là, ils sont interrompus tout-à-coup. Cette grande irrégularité doit, comme on le pense bien, en apporter aussi beaucoup dans les recherches. Les minerais de fer argileux sont ou compactes ou testacés ; calcinés, ils deviennent magnétiques et augmentent de pesanteur spécifique ; ils perdent au feu 33 pour 100 d'eau et d'acide carbonique, et sont une combinaison d'argile et de fer oxidulé carbonaté : ils donnent de 40 à 55 pour 100 de fonte qui a les meilleures qualités ; ils sont d'ailleurs très-fusibles.

Du fer carbonaté.

Le fer argileux du terrain houiller se trouve dans les couches supérieures de houille et dans le voisinage des plus minces ; il gît en nids isolés, ou forme des couches réglées. La plus grande

partie est un fer carbonaté argileux, une autre partie passe au fer argileux brun et jaune hydraté ; jamais il ne contient au-dessus de 30 à 35 pour 100 ; il est aussi très-fusible. Il ne se distingue du fer argileux d'alluvion que par une couleur plus claire, par un plus grand nombre de fissures, et par la présence d'un grand nombre de tiges de roseaux et impressions de plantes qui tapissent ordinairement les cavités des nids. On exploite à Catowitz, près Königs-hütte, du minerai de cette nature : ce sont, là, plusieurs couches minces de houille qui alternent avec des couches d'argile schisteuse chargée de nids de fer, dont quelques-uns sont très-lourds.

Tous ces minerais de fer de la Silésie s'exploitent, en raison du peu d'étendue et de régularité des divers gîtes, par Duckelbau, ou par un grand nombre de puits qu'on approfondit sur eux, à peu de distance les uns des autres, et du fond desquels on mène, dans tous les sens, des galeries aussi longues que possible, qu'on dirige toujours sur les points les plus riches. Souvent des éboulemens forcent d'abandonner quelques-uns de ces puits, qu'on reprend souvent plus tard et quelquefois avec succès.

La seule préparation qu'on fasse subir aux fers oxidés hydratés consiste à les séparer, à la main, des gangues qu'ils retiennent, et à les diviser en morceaux de la grosseur convenable ; on les tient d'ailleurs sous un hangar, de manière qu'ils ne prennent pas trop d'humidité, ce qui nuirait au fondage.

Les fers carbonatés argileux étant ordinairement mélangés intimement d'argile schisteuse ou compacte, dont la séparation à la main occasion-

De l'exploitation.

Du grillage.

nerait de grands frais, on les laisse long-temps exposés à l'air : alors l'argile s'exfolie et se sépare ainsi d'elle-même. Ces minerais sont d'ailleurs grillés avant d'être fondus. Ce grillage s'opère dans un four semblable à ceux qu'on emploie pour la calcination de la chaux : ces fours ont 15 pieds de hauteur, 6 pieds et demi de diamètre au gueulard, 7 et demi au ventre, et 2 pieds seulement au bas. Ils sont munis à leur base de deux ouvertures qu'on tient fermées pendant le grillage, et par lesquelles on fait ensuite sortir le minerai ; ces fours se chargent par le gueulard en couches alternatives de minerai et de petits charbons de coak et de houille ; toutes les douze heures, on retire environ la moitié de la masse, et on remplit de nouveau la cuve. Par ce grillage, on brûle environ un cinquième à un sixième de boisseau de combustible pour 3 quintaux ou 5 pieds et demi cubes de minerai.

2^o. *Des combustibles.*

Des combustibles.

Les usinés de la Silésie supérieure font usage de deux sortes de combustibles, du bois et de la houille. Le bois qui sert à la plus grande partie de ces établissemens a été employé dès l'origine, la houille n'a commencé à l'être qu'en 1794 ; d'abord le gouvernement appliqua ce combustible au traitement du minerai de fer au haut-fourneau, et déjà quelques particuliers ont suivi cet exemple ; depuis, il a introduit l'emploi de ce combustible dans l'affinage même, en sorte que chaque jour la consommation de bois devient moindre.

Du bois.

Le bois se trouve en grande quantité sur plusieurs points de la Silésie supérieure ; il forme

sur-tout des forêts considérables aux environs de Creutzburg et de Malapane ; ce sont généralement des pins et des sapins qui croissent dans ces contrées ; on les envoie en nature dans les lieux dépourvus de combustible, ou on les carbonise sur les lieux.

Cette carbonisation se fait dans des fourneaux ou en plein air. Le premier mode ne s'emploie que lorsqu'on veut recueillir les produits de la distillation ; le second, dont on se sert communément, se pratique horizontalement ainsi qu'il suit : sur une aire horizontale, qui n'est ni trop poreuse ni trop compacte, on dispose autour d'un pieu planté dans le sol des bois verticaux ; puis, autour de ce noyau, des rangées horizontales de bois, qu'on place, par étages, les uns sur les autres ; on forme ainsi un tas de la hauteur et du diamètre que l'on désire ; on le recouvre par tout de gazon et de terre ; on enlève le pieu du milieu, et on met le feu par le canal qu'il a formé. Le charbonnier dirige ce feu au moyen de trous qu'il pratique au bas et dans le milieu du tas ; dans le commencement, il doit le mener vivement pour chasser l'humidité. Lorsque la fumée de noirâtre devient bleuâtre, la carbonisation est terminée : alors on éteint le feu, en bouchant toutes les ouvertures pendant vingt-quatre heures, puis on enlève la couverture, enfin les charbons formés. En général, la carbonisation d'un tas contenant 3000 pieds cubes dure de quatorze à seize jours, et de 100 pieds cubes de bois on retire ainsi de 48 à 52 pieds cubes de charbon ; ce charbon pèse de 8 à 12 livres le pied cube. Il est bon lorsqu'il est dur, compacte, sonore, brillant, d'un noir par-

De la carbonisation.

fait, facile à rompre, et présentant dans la cassure une surface testacée.

De la
houille.

La Silésie supérieure possédait en 1816 cinquante-quatre mines de houille, dont dix-huit en bénéfice. Ces mines sont situées dans les districts de Leobschutz, de Ratibor, et sur-tout de Gleiwitz, de Beuthen et de Plessen. Elles reposent, comme nous l'avons exposé ailleurs, dans la plaine que comprennent entre elles les Sudètes et les Carpathes; elles font suite au terrain de grauwacke de ces montagnes, et sont recouvertes d'un calcaire secondaire. Elles ont livré, en 1816, environ 2,000,000 boisseaux ou 3,000,000 quintaux d'une valeur de 140,000 écus. Le gouvernement fait exploiter deux de ces mines à ses frais : l'une est près de Sabrze, dans le district de Gleiwitz; l'autre près de Chorzwow, dans le district de Beuthen. La première a pour but de fournir à l'usine de Gleiwitz, la seconde à celle de Königs-hütte; le produit brut de ces deux mines compose d'ailleurs une grande partie du total énoncé ci-dessus.

Les houilles de la Silésie supérieure appartiennent généralement aux houilles maigres et non collantes; seulement, sur un petit nombre de couches, on en trouve de grasses comme à la mine de Königinne-Louise à Sabrze. Les houilles maigres sont grossières et schisteuses; les houilles grasses sont communément lamelleuses.

La houille grossière donne plus de gros morceaux que la schisteuse, et celle-ci plus que la lamelleuse; cette dernière donne uniquement des morceaux au-dessous du poing.

Ces houilles ont une grande teneur en matières terreuses, et comparativement moins en

bitume. La houille lamelleuse tient le plus de bitume, la schisteuse en tient moins, et la houille grossière moins encore; quant aux matières terreuses, le rapport n'est pas déterminé. Les houilles des couches qui sont traversées de veines terreuses contiennent plus de terre que celles des couches pures; celles comprises entre l'argile schisteuse en ont plus que celles entre le grès; enfin celles des bancs inférieurs et supérieurs sont moins pures que celles du milieu.

Quant à la pesanteur spécifique, on remarque que les houilles les plus pures et les plus bitumineuses sont les plus légères; tandis que les houilles terreuses et pyriteuses sont les plus pesantes. En général, on estime que la pesanteur spécifique de ces houilles est entre 1,2 et 1,4, moyenne 1,3, et qu'elles tiennent de 60 à 66 pour 100 de charbon, de 29 à 39 de bitume, et de 0,9 à 5 de terres, qui sont un composé de chaux, d'argile et de fer. Le poids du boisseau, de la capacité de 2,8 pieds cubes, est d'environ 1 q^{al},5.

Les houilles les meilleures pour donner du coak sont les houilles grossières, et après celles-ci les houilles schisteuses les moins divisées et les moins terreuses. En général, plus la couleur de la houille est foncée, plus l'éclat est gras, moins elle est fissurée, plus alors elle a coutume d'être bitumineuse, et plus elle est propre aussi à donner une vive chaleur; plus, au contraire, la couleur tire sur le gris, plus l'éclat diminue et moins elle est bitumineuse, plus alors elle donne de cendres et plus elle brûle lentement et imparfaitement.

Ayant reconnu les houilles les meilleures pour donner des coaks, le mode de carbonisation en plein air ou dans des fourneaux doit être déterminé par la nature de la houille.

La carbonisation en plein air est bonne pour les houilles maigres, dures et compactes, qui perdent le moins à ce mode, et auxquelles un trop fort coup de feu ne fait que donner plus de porosité au coak; mais ce mode ne convient point aux houilles bitumineuses grasses, qui perdent alors beaucoup et sont trop attaquées de la flamme.

La carbonisation en plein air ne convient point non plus aux houilles trop divisées, qui éteindraient le feu au lieu de l'alimenter; la carbonisation au fourneau des houilles maigres ainsi divisées donnerait des coaks en trop petit volume pour pouvoir être employés, en sorte qu'il n'y a que la partie de ces houilles qui est en gros quartiers qu'on puisse utiliser. Les houilles grasses et collantes très-divisées, calcinées dans des fourneaux, donnent au contraire des coaks dont on peut tirer parti: ces coaks se nomment back-koaks s'ils sont faits dans des fourneaux ordinaires, et theer-ofen-koaks si c'est dans des vaisseaux distillatoires.

Carbonisation en plein air.

Carbonisation en plein air. La place étant aplaniée et couverte d'une couche légère de menuë houille, on plante en ligne droite et sur une longueur d'environ 100 pieds, une suite de piquets de 2 pieds de hauteur, et à des distances de 2 pieds les uns des autres; on dispose ensuite de part et d'autre de cette ligne une suite des plus gros quartiers de houille, qu'on adosse deux à deux de manière à former un petit canal. Sur ces deux rangées de houille, on en appuie d'autres ayant des volumes de plus en plus petits, de manière à donner au tas une largeur de 5 pieds de chaque côté du canal. Dans la disposi-

tion de cette première couche de houille, on doit avoir soin que les fissures naturelles soient placées horizontalement pour pouvoir activer l'airage: alors on la recouvre de houille de plus en plus menue, qu'on y répand indistinctement jusqu'à ce qu'on ait donné au tas une hauteur de 16 à 22 pouces au milieu et de 4 à 6 pouces sur les côtés. Le tas étant ainsi préparé, on enlève les piquets, et on jette dans les trous qu'ils laissent des houilles enflammées, qui, dans l'espace de 4 à 5 heures, répandent le feu par-tout. Au bout de 36 à 48 heures, la carbonisation est achevée; on reconnaît ce moment à ce que la flamme a cessé par-tout de paraître, et à ce qu'il se montre à la surface des coaks une cendre blanche: aussitôt qu'on remarque cette cendre en un point quelconque, on s'empresse de la recouvrir de poussier de houille. Lorsque tout le tas est resté ainsi 3 ou 4 jours recouvert, le feu est ordinairement éteint et on peut retirer les coaks. Par cette méthode de carbonisation, les houilles maigres perdent environ 5 pour 100 en volume et 36 à 40 pour 100 en poids; les houilles grasses, au contraire, qui sont collantes et exfoliantes, donnent le même volume de coaks, mais perdent 50 pour 100 en poids. En général, le poids du boisseau de meiler-coak peut être estimé à 90 livres.

Carbonisation dans des fourneaux. A Sabrze, ces fourneaux sont des soles rectangulaires fermées, qui sont surmontées d'une voûte aussi surbaissée que possible, et qui ne présentent qu'une ouverture pour l'introduction de la houille et le dégagement de la flamme. Ces soles ont ordinairement une surface telle qu'elles puissent contenir 10 à 12 pieds cubes de combustible sur

Carbonisation dans des fourneaux.

une hauteur d'environ 6 pouces. Après les avoir chargées, on met le feu au combustible, qui brûle un temps plus ou moins long suivant sa nature. Lorsqu'il ne se dégage plus ni flamme ni fumée, qu'il se montre une cendre blanche sur les coaks, la carbonisation est terminée; on refroidit le feu avec de l'eau, on retire les coaks, et on achève de les éteindre en les aspergeant. Par ce mode de carbonisation, il se fait une grande perte en carbone; on retire généralement le même volume, quelquefois même il y a augmentation. Le poids du boisseau de back-koak est d'environ 80 livres.

A Gleiwitz, où l'on a pour but de retirer les produits qui se dégagent pendant la carbonisation, on la fait dans des fourneaux circulaires d'environ 6 pieds de diamètre et 8 pieds de hauteur, qui se rétrécissent vers le haut et peuvent contenir 250 à 300 pieds cubes de houille. Ces fourneaux ont à leur base une grille pour activer le courant d'air; ils sont fermés au haut par une plaque de fer, au-dessous de laquelle se trouve un canal qui conduit les vapeurs dans un récipient: ils sont d'ailleurs munis sur leur hauteur de plusieurs tuyaux d'air ou registres, par le moyen desquels on conduit le feu. Cette carbonisation dure quarante-huit heures environ, et donne en volume 78 pour 100 d'un coak dont le boisseau pèse environ 100 livres.

Si on compare ces différens coaks entre eux, on voit que les back-koaks sont moins compactes et moins lourds que ceux faits en plein air, qu'ils sont aussi moins purs; aussi ne peut-on les employer que mélangés avec ces derniers et jamais dans une proportion plus grande que le quart. Les theer-ofen-koaks sont, à leur tour, plus

compactes et plus lourds que les coaks faits en plein air, ou meiler-koaks; on ne les emploie pas au fourneau de Gleiwitz, parce qu'ils exigeraient plus de vent que la machine soufflante ne peut en donner; ils ont d'ailleurs plus d'effet, mais coûtent beaucoup plus à obtenir.

Le choix des coaks à employer dépend du volume qu'ils ont et de la quantité de cendres qu'ils laissent après la combustion. Leur volume doit être au moins de 2 pouces cubes, et la teneur en cendres ne pas aller au-delà de 3,5 pour 100. En général, les caractères d'un bon coak sont d'avoir un fort éclat métallique, un aspect poreux et celluleux, et de donner un son par la percussion.

3°. De la fonte au bois à Malapane.

L'établissement de Malapane consiste en deux usines séparées par le cours d'eau qui les alimente. Dans l'une de ces usines est un haut-fourneau, avec sa machine soufflante à droite, et sa tour de chargement à gauche; dans l'autre sont deux affineries et les marteaux nécessaires. Toutes ces machines sont mises en activité par le moyen de quatre roues hydrauliques à auges, qui sont placées au même niveau, et entre lesquelles se partage l'eau dont on peut disposer, ainsi que le représente la *fig. 1^{re}* de la Pl. V.

On traite à Malapane un minerai de fer oxidé hydraté venant de Gros-strehlitz, qui est plus pauvre, plus impur, mais de même formation que celui de Tarnowitz, et dont la fonte produite n'est bonne que pour le moulage; ou un fer argileux de Creutzburg, qui est de meilleure qualité, et donne une fonte bonne pour faire soit du fer forgé, soit de l'acier naturel. Ces minerais

Consistance
de l'usine de
Malapane.

se fondent séparément au charbon de bois avec addition de castine. Les bois qu'on emploie viennent des forêts voisines; ce sont des pins et des sapins, qu'on carbonise sur les lieux ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Du haut-
fourneau.

Le haut-fourneau de Malapane a une construction qui ne diffère pas de ceux connus. Son massif a une forme conique extérieure, dans laquelle on ménage au bas trois ouvertures, dont deux pour le vent et une pour le travail. La forme intérieure est celle de deux prismes carrés, séparés par un cône tronqué, ainsi qu'on le voit, *fig. 2*. Ce massif est traversé de canaux pour le dégagement de l'humidité, et retenu par des cercles de fer.

La partie supérieure forme la bataille : dans la partie intermédiaire, dite la cuve, on revêt la partie intérieure du massif d'une muraille de briques réfractaires, dite chemise, et entre les deux on met une couche de débris de briques pour maintenir la chaleur dans le fourneau. La chemise s'élève en même temps que le massif.

Dans la partie inférieure du fourneau, on construit, séparément des deux parties précédentes, et seulement lorsqu'on veut fondre, l'ouvrage, qui se compose du creuset de l'ouvrage proprement dit et des étalages. Le creuset et l'ouvrage, se forment de pierres de grès taillées convenablement, et qu'on change à chaque fondage. On place d'abord les pierres *a* du sol dans un position parfaitement horizontale; sur celles-ci on met la pierre *b* de la rustine et les deux côtières *c*, ensuite la pierre *d* et les pierres du vent *e, e*; enfin, sur ces dernières on place les pierres communes *g, j*, jusqu'à la hauteur à la-

quelle l'ouvrage doit s'élever. Vers la partie antérieure du creuset, et lorsqu'on est parvenu à la hauteur de la tuyère, on place la pierre de la tympe *m* et les pierres communes *n, p*, la barre *r* et les plaques *s* et *t* en même temps qu'on construit les côtés en murailles de briques *i*, que l'on revêt aussi de plaques de fer *k, k*; enfin, on réunit l'ouvrage à la cuve par des murs en briques réfractaires, dits étalages. (V. les *fig. 5, 6, 7* et *8*.)

Le haut-fourneau de Malapane a 30 pieds de hauteur du sol au gueulard; le diamètre de ce gueulard est de 4 pieds; le creuset a 16 pouces de largeur, 16 pouces de hauteur, et 5 pieds de longueur de la rustine à la dame. L'ouvrage a 4 pieds 8 pouces de hauteur, 24 pouces en carré au haut; enfin, les étalages ont 4 pieds de hauteur et 60° d'inclinaison; là où ils atteignent la chemise est le ventre du fourneau, qui a 10 pieds de diamètre et qui est à 10 pieds du sol.

La machine soufflante du fourneau de Malapane, qui fournit aussi aux deux affineries, consiste en deux soufflets cylindriques mus par une roue hydraulique. Cette roue est à auge; elle a 16 pieds de diamètre et 4 pieds de largeur en œuvre: elle reçoit aux deux tiers de son diamètre l'eau qui la fait mouvoir. Sur l'arbre de cette roue est une roue dentée de 5 pieds de diamètre, qui engrène avec une roue dentée de même diamètre, à laquelle elle communique par suite la même vitesse. A l'arbre de cette dernière sont appliqués de part et d'autre deux disques de 4 pieds de diamètre, auxquels sont liées deux bielles qui communiquent un mouvement alternatif à deux balanciers, qui transmettent ce même

De la ma-
chine souf-
flante.

mouvement aux tiges des pistons de deux cylindres, ainsi que le représente la *fig. 2*. Ces tiges sont d'ailleurs maintenues dans la direction verticale par un secteur et une roue de friction.

Du cylindre. La machine soufflante se compose d'un cylindre de fonte, dans lequel joue un piston plein, et auquel sont adaptés quatre cols avec clapets pour l'aspiration et l'expulsion de l'air. Les cylindres sont coulés creux et égalisés à Gleiwitz, comme nous le dirons plus loin. Ces cols sont adaptés aux parois du cylindre, ou à sa base et à son couvercle; ils contiennent des soupapes, auxquelles on donne une position inclinée, pour qu'elles puissent fermer par leur propre poids. Ces soupapes sont de bois léger, garnies de feutre; elles frappent contre des parois de bois également recouverts de feutre. Il est indifférent que les cols soient adaptés aux parois du cylindre ou à sa base et à son couvercle; seulement, comme on doit toujours faire en sorte que l'espace perdu soit le moins grand possible, on fait ces cols aussi courts que possible, et lorsqu'ils sont appliqués aux parois du cylindre, on fait saillir dans l'intérieur du cylindre la base et le couvercle jusqu'au point le plus bas de ces cols.

Des pistons. Les pistons qui sont coulés à Gleiwitz ont la forme d'un disque avec un rebord, et sont munis de trous à vis à 8 ou 12 pouces de distance les uns des autres; ils portent d'ailleurs au milieu une ouverture, par laquelle passe la tige de fer forgé, qu'on y assujettit au moyen d'un coin de fer qui la traverse. La garniture de ces pistons se fait avec un cuir fort, qu'on dispose autour du rebord et qu'on retient avec des vis de fer; entre ce cuir et le fer, on bourre de la laine

aussi fortement que possible; on recouvre ensuite ce cuir d'un anneau en bois de chêne, qui est percé d'autant de trous à vis que le piston même, et qu'on y unit par ce moyen; enfin, sur cet anneau de bois, on en place un nouveau de plomb, qui sert à mieux le retenir par les vis. Le diamètre du piston et des anneaux de bois et de plomb est ordinairement d'un quart à trois huitièmes de pouce plus petit que celui du cylindre, tandis que le cuir saille d'autant.

L'air que produit la machine soufflante se rend dans un régulateur à eau, dont le bassin est construit en maçonnerie, tandis que le réservoir d'air est formé de fortes plaques de tôle assemblées à vis les unes sur les autres, et dont on a soin de bien calfater tous les joints. On fixe d'ailleurs ce réservoir aux parois du bassin par des crampons de fer et des étrépillons. On donne ordinairement la même surface au réservoir d'air et au bassin intermédiaire; la surface du réservoir doit être, de plus, très-grande par rapport à la capacité de la machine soufflante: L'air est ordinairement pressé dans le régulateur de Malapane par une colonne d'eau de 2 pieds ou par un poids de 0^{liv}.91 par pouce carré de surface; cette pression est, comme on sait, déterminée par la nature du combustible.

Du régulateur l'air se rend d'une part au haut-fourneau, et de l'autre aux affineries par des tuyaux de fonte. Sachant que la roue hydraulique fait dix tours par minute, que la levée des pistons est de 4 pieds et le diamètre des cylindres aussi de 4 pieds, il est facile de calculer la quantité d'air produite par la machine soufflante de Malapane; cette quantité d'air, à la pression at-

Du régulateur.

Calcul de l'air lancé.

mosphérique, est donnée en effet par la formule :

$$M = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot 20 \left\{ H - h \left(\frac{h'}{h''} - 1 \right) \right\},$$

dans laquelle

d = le diamètre des cylindres = 4 pieds.

H = la hauteur de la course du piston = 4 pieds aussi.

h = la hauteur de l'espace dans lequel le piston n'arrive pas, ou qui, dans le cas où le piston va toucher les deux bases des cylindres, peut représenter la hauteur de la colonne d'air retenue dans les cols : nous la supposons ici de 4''; ce qui est un maximum.

h' = la hauteur de la colonne d'eau faisant équilibre à l'air du régulateur = 34'.

h'' = la hauteur de la colonne d'eau faisant équilibre à la pression de l'atmosphère = 32'.

Substituant ces valeurs dans la formule, on trouve que $M = 1999$ pieds cubes : on peut donc admettre que la machine de Malapane livre par minute environ 2000 pieds cubes d'air à la pression atmosphérique, ou 1882 pieds cubes d'air comprimé du régulateur, sur lequel presse, comme nous l'avons dit, le poids de 0^{liv.}91 par pouce carré de surface.

Quant à la quantité de cet air qui arrive au haut-fourneau, il se déduit aisément lorsqu'on sait qu'il lui arrive par deux buses de 2 pouces et demi de diamètre. En effet, cette quantité est représentée par la formule $\frac{\pi d^2}{4} v$, dans laquelle d est le diamètre de la buse et v la vitesse de l'air.

Quant à cette dernière, elle est donnée par cette autre formule :

$$v = 2 \sqrt{gh \Delta \left(\frac{P}{P+p} \right)},$$

où h représente la hauteur de la colonne d'eau faisant équilibre à la pression du vent, qui est ici de 2 pieds par pouce carré, Δ le rapport de la pesanteur de l'eau à celle de l'air = 800, P la pression ordinaire de l'atmosphère = 14^{l.}5, p la pression à laquelle est soumise l'air = 0^{l.}91 ici; enfin g l'espace parcouru par les corps graves dans la première seconde = 15^{l.}6; mettant ces valeurs dans la formule, on en déduit $V = 306$,

qui, reporté dans la formule $\frac{\pi d^2}{4} v$, donne, pour la masse d'air comprimé lancé, $M = 1154$ pieds cubes, qui équivalent à 1226 pieds cubes à la pression atmosphérique.

Dans la tour à gauche du gueulard est le mécanisme propre à élever le minerai et les combustibles au niveau de celui-ci. Ce mécanisme consiste en une roue hydraulique, qui, par un système simple d'engrenage (qu'on voit représenté sur les fig. 2 et 4), communique son mouvement de rotation à un tambour autour duquel s'enroule une corde sans fin, qui passe sur deux poulies, et aux deux extrémités de laquelle sont liés deux plateaux, qui portent les chars de chargement. ces chars, construits de fortes plaques de tôle, reposent sur quatre roues peu élevées, et portent à leur fond deux battans mobiles; lorsqu'ils ont été élevés au niveau de la plate-forme, on les fait rouler sur des chemins de fer jusqu'au-

De la tour
du charge-
ment.

dessus du gueulard, où on les décharge en abaissant les portes.

Du travail.

Tout étant disposé pour une fusion, on bouche la tuyère avec de l'argile, on fait devant le creuset un feu de bois, qu'on en approche de plus en plus; le creuset étant ainsi séché, on introduit les charbons embrasés, qu'on y maintient deux à trois jours, puis on le remplit de charbons nouveaux, et on en jette par le gueulard aussitôt que ceux-ci sont enflammés, jusqu'à ce que la cuve soit pleine: alors on commence à charger en minerai, en ne mettant d'abord que le quart de la charge; quand les premières scories paraissent dans le creuset, on nettoie ce dernier, on pose la dame et la buse, puis on donne un faible vent, qu'on augmente peu-à-peu avec les charges. Au bout de huit jours, la marche du fourneau devient ordinairement uniforme.

Le chargement se fait alors environ toutes les heures, la percée toutes les douze heures. Le travail ne consiste qu'à nettoyer le creuset et la tuyère, à faire couler les laitiers et à préparer les moules pour la percée; ici, les laitiers n'étant point aussi réfractaires que dans la fonte au coak, leur enlèvement n'est pas difficile.

On charge d'ailleurs à Malapane, dans le traitement du minerai de fer argileux, une mesure de charbon de 28 pieds cubes, puis une mesure de minerai et castine contenant 5 quintaux de minerai et un quintal de castine. On passe en général vingt-huit charges par 24 heures, et chaque percée de 12 heures donne environ 25 quintaux d'une fonte grise de bonne qualité. Trois ouvriers; savoir, un fondeur et deux chargeurs, sont occupés par poste de 12 heures.

Lorsque le fourneau va bien, les laitiers sont coulans; ils se laissent tirer en longs filets; sont compactes, vitreux, demi-transparens et d'une couleur gris clair. La fonte coule alors également bien à une chaleur rouge blanc; elle a un éclat matte et non métallique, lance de faibles étincelles, se fige lentement, et est grise dans la cassure.

Le fourneau chauffant trop peu, le laitier devient de plus en plus noirâtre, de moins en moins vitreux; il perd son éclat, devient matte et bulleux: la fonte, dans ce cas, coule à une chaleur rouge; elle a une surface éclatante, ne lance point d'étincelles, se refroidit promptement et est blanche dans sa cassure: alors il est nécessaire de nettoyer souvent le creuset et d'augmenter aussi vite que possible la chaleur du fourneau par des charges légères en minerai.

Le fourneau chauffant trop, les laitiers sont clairs, non plus vitreux, mais d'apparence pierreuse et compacte; la fonte est très-fluide et se fige difficilement: alors on doit augmenter la charge en minerai, pour que la cuve du fourneau ne soit pas trop vivement attaquée, et qu'il ne se produise pas d'engorgemens.

En général, dans le traitement à Malapane du minerai de fer argileux de Creutzburg, sur une charge en charbon de 28 pieds cubes, on passe, ainsi que nous l'avons dit plus haut, 5 quintaux de minerai et un quintal de castine, et on en retire moyennement 198 livres de fonte. Le quintal de minerai rend donc 39,60 ou environ 36 pour 100. Le rapport du calcaire employé au minerai est celui de 1 à 5; enfin, pour obtenir un quintal de 110 livres de fonte, il faut 24,77 de

Résultats
généraux.

minerai, 0,55 de castine et 15,55 pieds cubes de charbon = 1^{re} 35.

4°. De l'affinage au bois à Malapane.

Affinage à Malapane.

Il y a à Malapane, comme nous l'avons dit plus haut, deux feux d'affineries ; ils reçoivent leur vent de la machine soufflante cylindrique, et ils étaient servis avant 1822 par deux ordons à drôme, qu'on remplaçait alors par le marteau en fonte qu'on voit représenté sur les *fig. 9, 10 et 11.*

Du foyer.

A Malapane, le foyer d'affinerie est formé de cinq plaques de fonte ; il a l'apparence d'une cuve quadrangulaire allongée ; sa longueur de la face du chio à celle de la rustine est de 32 pouces, sa largeur de la face du vent à celle du contre-vent ou de la charge est de 26 pouces. La sole est horizontale, les faces de la rustine et du contrevent sont un peu inclinées en dehors, et celle du vent légèrement inclinée en dedans. La profondeur du foyer est de 10 pouces et demi, dont 9 pouces du sol à la tuyère : celle-ci, faite de cuivre, avance de 3 pouces dans le creuset ; elle s'incline de 10 degrés environ, et est à 9 pouces de la rustine.

Du vent.

Le vent est reçu par une buse de . . . diamètre, qui reste de 2 pouces et demi en arrière de la tuyère. Pour un bon travail, on doit ordinairement pendant la fusion de la gueuse lancer 150 pieds cubes d'air par minute, pendant l'affinage de 200 à 250, et pendant l'attachement 300.

Du marteau.

Le système du marteau se compose de deux piliers en fonte *aa*, qui forment les jambes de l'ordon, et dans lesquels se placent les boîtes qui servent de coussinets à l'hurasse, et d'un

pilier *d*, portant avec les piliers *aa* le ressort *i*, contre lequel vient frapper le marteau. Ces piliers sont posés sur des chantiers, sur lesquels ils sont fortement serrés par des madriers et des boulons. Ils sont retenus dans le milieu de leur longueur par des pièces de bois sur lesquelles posent le ressort *i* et la pièce supérieure *o* ; on voit d'ailleurs en *f* l'enclume et son billot *g*, en *e* le marteau avec son manche *b* et sa hurasse *c* ; enfin en *q* l'arbre de la roue hydraulique et ses mentonnets *p*.

L'affinage allemand consiste, comme on sait, à fondre la gueuse pour en obtenir un gâteau, que l'on refond pour en avoir un gâteau demi-affiné, qui, refondu de même, donne enfin une loupe.

De l'affinage.

Le creuset étant nettoyé, la sole et les parois recouverts de petits charbons, on fait arriver la gueuse, par le côté opposé au vent, peu à peu dans le creuset, jusqu'à 6 pouces de la tuyère ; on donne alors le vent, et on maintient ainsi la gueuse jusqu'à ce qu'on en ait fondu la quantité nécessaire à la formation d'une loupe. Pendant ce travail, l'ouvrier doit avoir soin de faire écouler les scories et de tâter continuellement avec le ringard pour détacher les parties qui s'attachent aux parois et les rassembler au centre ; à la fin de la fusion, il doit examiner si le bain est convenablement affiné : s'il résiste trop au ringard qu'on y plonge, c'est une preuve qu'il est trop affiné, alors il faut augmenter le vent ; si le ringard le traverse au contraire facilement, et permet d'atteindre jusqu'à la sole, c'est qu'il ne l'est pas assez : alors on doit soulever les diverses parties et les présenter au vent pour les

affiner davantage, jusqu'à ce que le bain devienne pâteux, auquel cas il est convenable.

La fusion de la gueuse étant opérée, on découvre le gâteau, qui se divise en trois ou quatre parties, que l'on soulève au moyen du ringard et qu'on retourne sur les charbons, de manière que les parties qui étaient à la surface du contrevent soient alors sous celle du vent, et réciproquement. On fait fondre de nouveau cette masse, qui est alors passée toute une fois devant la tuyère; si le nouveau bain qu'on obtient a une couleur blanche jaunâtre, que le vent lance des étincelles blanc-d'argent, le fer est à demi affiné, et on peut procéder à la dernière fusion: autrement, on doit faire un nouveau retournement.

La masse étant à demi affinée, on l'élève encore au-dessus de la tuyère, et on la fond à l'aide d'un fort vent, qui l'amène à un état presque fluide et la sépare au mieux du carbone et des scories qu'elle retient encore. Aussitôt que l'ouvrier remarque que le bain commence à bouillonner, il forme dessous la tuyère une poche, où va s'assembler la matière affinée, d'où il la retire par attachement à l'aide d'un ringard qu'il y plonge. Dès qu'il s'est ainsi amassé environ vingt livres de matière au ringard, il les porte cingler sous le marteau et continue avec un nouveau ringard: en général, un bon ouvrier enlève ainsi d'un à deux quintaux de fer par attachement, ou de 5 à 10 lopins de vingt livres; le reste est réuni en une loupe, qu'on porte cingler sous le marteau, où on la divise en 4 lopins, qui sont forgés pendant le feu suivant.

Il y a aux affineries de Malapane quatre ou-

Résultats
généraux.

vriers à chaque feu; ils travaillent deux à deux, et sont aidés en outre d'un garçon. Les feux vont du lundi au samedi; on y fond à-la-fois, et en 6 heures de temps, dont 3 pour la fusion et 3 pour l'affinage, 4 quintaux de fonte donnant $2\frac{7}{8}$ quintaux de fer forgé avec une dépense en charbon de 64 pieds cubes = $5\frac{1}{2}$ quint. environ.

5°. *De la fonte au coak à Gleiwitz.*

L'usine de Gleiwitz, l'un des établissemens les plus importans de la Silésie supérieure, a une position très-favorable par rapport aux matières premières et aux débouchés. La plus grande partie du minerai de fer qu'elle emploie est le fer oxidé et hydraté des environs de Tarnowitz, dont l'éloignement n'est pas de plus de 2,5 milles; elle use aussi une petite quantité de fer carbonaté de la formation houillère, et celui-ci est encore plus rapproché. Le combustible lui est amené de la mine de Sabrze, distante d'un mille, à la place de carbonisation, par un des bras du canal de Clodnitz; tandis qu'une autre branche du même canal, qui communique au magasin général, sert à envoyer jusqu'à l'Oder, vers Kosel, les fers ouvrés de cet établissement.

L'usine de Gleiwitz se compose de quatre ateliers particuliers. Dans le premier, destiné à la fonte et au moulage à découvert, se trouvent un haut-fourneau, deux fourneaux à réverbère, deux fours à manche et trois chambres de séchage.

Le deuxième, destiné au moulage au sable, contient deux fours à manche, alimentés par une machine soufflante cylindrique à double effet, qui est mise en mouvement par une ma-

Consistance
de l'usine.

chine à vapeur de 15 pouces. Dans ce même atelier sont plusieurs divisions pour le moulage des médailles, la sculpture et les essais.

Dans le troisième atelier, destiné particulièrement au moulage en terre, se trouvent quatre fourneaux à réverbère, plusieurs excavations et chambres de séchage.

Dans le quatrième, sont toutes les machines nécessaires au forage et à l'allésage, lesquelles sont mises en mouvement par une roue hydraulique.

Outre cela, on trouve encore à l'usine de Gleiwitz plusieurs emplacements pour les modélistes et les fondeurs en métaux, pour le poli et l'émaillage des ouvrages; enfin on l'augmentait encore, en 1822, d'un grand atelier de fourneaux à réverbère pour le coulage des canons.

Du haut-
fourneau.

On distingue dans le haut-fourneau de Gleiwitz, comme dans tous les hauts-fourneaux, le massif, la chemise et l'ouvrage. (Pl. VI, *fig.* 1 et 2.)

Le massif, construit de pierres ordinaires, est traversé de canaux pour le dégagement de l'humidité, et retenu par des barres ou des cercles de fer; ce massif offre d'ailleurs trois parties différentes quant à la forme : 1°. la partie inférieure, qui s'élève jusqu'à 15 pieds au-dessus du sol, a pour forme intérieure et extérieure celle de prismes carrés, dont les côtés des bases ont 40 pieds et 10 pieds 6 pouces de longueur : c'est dans cette partie que se construit l'ouvrage; on y ménage trois ouvertures, dont deux pour le vent et une pour le travail; on donne à chacune pour largeur le tiers de la base et pour hauteur celle de 15 pieds; on les lie au massif, en diminuant peu-à-peu leur largeur et leur hauteur, et on soutient leurs voûtes par une

suite de barres de fer dites marâtres; 2°. la partie intermédiaire, ou la cuve qui part de la hauteur des ouvertures et va jusqu'au gueulard, a intérieurement et extérieurement la forme de cônes tronqués, dont les diamètres des bases inférieures sont de 40 pieds et de 10 pieds 6 pouces et dont la hauteur est de 25 pieds; 3°. enfin, la partie supérieure au gueulard, dite bataille, a la forme intérieure d'un prisme carré et celle extérieure d'un cône tronqué, dont la hauteur commune est de 16 pieds.

La paroi intérieure du fourneau, dite chemise, se compose de trois murailles de briques réfractaires, qu'on élève en même temps que la partie du massif formant la cuve. On les sépare entre elles et du massif par des intervalles de 6 pouces, qu'on remplit de débris de briques réfractaires pour maintenir la chaleur dans le fourneau.

L'ouvrage, qui se construit séparément des deux parties précédentes, et seulement lorsqu'on veut fondre, se compose du creuset, de l'ouvrage proprement dit et des étalages.

Le creuset et l'ouvrage se forment d'une masse particulière; les étalages sont au contraire formés de briques réfractaires.

Le creuset est prismatique : il a 2 pieds de hauteur, 1 pied 8 pouces de largeur et 6 pieds 3 pouces de longueur jusqu'à la dame. L'ouvrage est un cône tronqué, qui a 4 pieds 8 pouces de hauteur, 2 pieds de diamètre inférieur et 2 pieds 9 pouces de diamètre supérieur; enfin les étalages, qui lient l'ouvrage à la chemise du fourneau, ont aussi la forme d'un cône tronqué; ils ont 8 pieds 4 pouces de hauteur, 2 pieds 9

pouces de base inférieure et 10 pieds 6 pouces de diamètre à la base supérieure, qui est aussi le ventre du fourneau.

Construc-
tion de
l'ouvrage.

La construction du massif et de la chemise ne présentent aucune difficulté; celle de l'ouvrage exige au contraire beaucoup de soin dans les parties du creuset et de l'ouvrage proprement dit. Ces parties se bâtissaient autrefois en grès; depuis, on a vu qu'il y avait beaucoup d'avantage à employer à cette construction une masse formée d'un mélange d'argile blanche réfractaire et de débris de briques aussi réfractaires: par là, en effet, on rend l'ouvrage plus résistant, et on peut laisser le fourneau en feu plus longtemps; cette préparation, beaucoup moins chère, est d'ailleurs plus expéditive; le fourneau est moins refroidi, il se remet plus tôt en bonne marche: ces avantages ont fait, depuis quelques années, adopter cette méthode tant à Gleiwitz qu'à Königs-hütte.

Pour préparer la masse, on crible et on réduit en poussière fine l'argile blanche réfractaire, ainsi que les débris de briques réfractaires; on mélange ces deux matières à égale proportion pour faire le creuset, tandis que pour l'ouvrage on n'emploie qu'un tiers d'argile sur deux tiers d'anciennes briques. Le mélange se fait toujours sur un petit nombre de brouettées, que l'on tourne et retourne plusieurs fois ensemble à l'aide d'une pelle. On étend alors la masse, et on l'arrose jusqu'à ce que, pressée dans la main, elle puisse s'agglutiner, puis on la rassemble, et on la remue de nouveau; enfin, on la laisse reposer 12 à 24 heures avant de l'employer, afin que l'humidité pénètre toutes les parties, et qu'on puisse préa-

blement encore la passer à travers un crible.

La masse étant préparée, quand on veut construire l'ouvrage, on place sur le devant de la sole, entre les deux costières, une pierre de grès *a*, fig. 3 et 4; on la dispose horizontalement, en la faisant saillir de 6 à 7 pouces hors du creuset, pour pouvoir y sceller les plaques de fer des côtés: cette pierre, outre ce but, a encore celui de retenir la masse qui doit former la sole du creuset. Lorsqu'on l'a posée, on remplit l'intervalle qui reste entre elle et la maçonnerie du haut-fourneau, puis on bat sur la sole du fourneau la masse préparée; quatre hommes, armés de pilons de fer, la battent par couches de 3 à 4 pouces, jusqu'à ce qu'elle soit assez ferme pour ne plus pouvoir être déprimée: alors on pique sa surface avec le côté aigu du pilon, et on y fait naître des inégalités, qui la lient à la nouvelle couche, qu'on étend dessus et qu'on bat de même; on continue de la sorte, jusqu'à ce que la masse atteigne le niveau de la pierre de grès; on égalise bien cette sole, et on trace, dessus, le point milieu de l'ouvrage et les lignes qui doivent terminer le creuset sous la forme et sur les côtés.

Pour former les parois du creuset, on place verticalement, suivant ces lignes, et sur la pierre de grès *a* de devant, deux nouvelles pierres de grès *bb* d'environ 15 à 18 pouces de longueur et de la hauteur du creuset; on les muraille ensuite dans leur partie antérieure, afin qu'elles ne soient pas reculées pendant le battage de la masse. Ces pierres servent à retenir la masse qui doit former les parois, et sur-tout à la préserver de toute avarie pendant la percée et le travail.

Cela fait, on place sur la sole la caisse de bois *cc*,

modèle du creuset autour duquel on doit battre la masse. Cette caisse se compose d'un côté arrondi et de deux côtés droits, entre lesquels on met des liteaux pour les empêcher de se rapprocher. Lorsqu'on a introduit cette caisse entre les pierres de grès verticales, on bat tout autour la masse par couches de 5 à 4 pouces jusqu'à ce qu'on ait rempli l'intervalle, qui a 24 à 28 pouces de hauteur et 12 pouces d'épaisseur.

On place alors la deuxième partie de la caisse *d*, fig. 5 et 6, qui, à partir de ce niveau, prend une forme conique; cette caisse est formée de deux parties jointes par des clavettes intérieures. On y élève de chaque côté, et aux extrémités d'un même diamètre, les modèles de formes qui vont d'ailleurs reposer sur la muraille; enfin, on place sur la partie antérieure du creuset deux plaques de fer *ff*, qui reposent de quelques pouces sur les côtés, et servent à soutenir la masse qui doit former la tympe, et en même temps on construit les murailles latérales I, après avoir disposé les plaques latérales *ll*.

Lorsque les murs latéraux I sont assez élevés, on repose dessus la barre de fer de 4 pouces carrés, saillant de 6 à 7 pouces sur les côtés; puis la plaque de fer *m*, qu'on assujettit aux murs *i* par de petits coins de fer; pendant que deux hommes font le muraillement de *j*, quatre ouvriers battent la masse autour de la caisse conique et sur les plaques *ff*.

Lorsqu'on a posé sur la deuxième caisse une troisième *o*, qu'on a battu la masse autour de cette dernière, et atteint ainsi la hauteur de la plaque de fer *m*, qui est de 24 pouces, on place sur celle-ci une nouvelle plaque *n*, qui est plus

large, qui saille de 5 à 6 pouces sur les côtés et s'appuie au haut sur les barres de fer dites marâtres; près de cette plaque *n*, et intérieurement, on continue le muraillement jusqu'à ce tout soit fermé, et, pendant ce dernier travail, on place le quatrième corps *p*, qu'on bat de même.

L'ouvrage est alors terminé; on passe aux étalages, qu'on construit avec des briques réfractaires de 18 pouces de longueur, et taillées suivant l'angle voulu, qui est de 65 à 66°; on lie ainsi l'ouvrage à la chemise du fourneau: alors on enlève tous les modèles par le gueulard et par parties; on nettoie le creuset et on le sèche, ce qui est promptement fait et exige peu de combustible.

La machine soufflante qui alimente le haut-fourneau de Gleiwitz est analogue à celle de Malapane; elle consiste, comme dans ce dernier lieu (voyez Pl. VII), en deux cylindres en fonte avec clapets, dans lesquels se lèvent et s'abaissent des pistons pleins, dont les tiges sont liées à deux balanciers qui sont mus par des bielles, liées elles-mêmes à deux disques placés sur l'arbre d'une roue hydraulique qui leur donne le mouvement. La tige du piston est maintenue dans la verticale au moyen de la disposition suivante: à la moitié *b* de la longueur du balancier est liée une tige *ab*, qui, fixée au point *a*, dirige le balancier *ac*, à l'extrémité duquel se trouve la tige du piston. Le pilier *cl* du balancier a un mouvement de la verticale vers le cylindre, et le point *a*, lié au point solide *d*, a un léger mouvement pour empêcher les pièces *abc* de rompre. La roue à chute moyenne a 16 pieds de dia-

De la
machine
soufflante.

mètre ; elle fait 10 tours par minute. Les cylindres ont 4 pieds de diamètre ; la course des pistons est de 4 pieds , leur vitesse de 20 pulsations par minute. L'air fourni par cette machine est rendu dans un réservoir à eau , où il éprouve une pression de $1 \frac{1}{2}$ liv. par pouce carré , et d'où il est distribué au haut-fourneau par deux buses de $2 \frac{1}{4}$ pouces de diamètre. La formule $\pi \frac{d^2}{4} V$.

donne dans ce cas, pour la quantité d'air envoyée par minute au haut - fourneau , 1522 pieds cubes à la pression du régulateur , ou 1679^{p.c.},5 à la pression atmosphérique.

Calcul de
l'effet pro-
duit.

Si on veut trouver l'effet produit par la machine hydraulique de Gleiwitz, il faut , outre la puissance et la résistance , considérer encore la vitesse du point d'application de l'une et l'autre force , et ce sera la comparaison de leurs momens mécaniques qui fera connaître l'effet utile de la machine.

I. La puissance qui agit sur la roue dépend de la quantité d'eau qu'elle reçoit et celle-ci de l'eau fournie par le canal. Cette dernière est donnée par la formule :

$$M = 0,89. a. b. \sqrt{2gh},$$

le coefficient constant 0,89 est relatif à la contraction de la veine sur les côtés de l'orifice ;

a représente la largeur de la pelle du réservoir = 4'59 ;

b , la hauteur de cette pelle = 0',469 ;

g , la vitesse que la gravité imprime aux corps en une seconde = 35,63 ;

h , la hauteur de l'eau dans le réservoir = 3'.

Ces valeurs substituées donnent $M = 26^{\text{p.c.}}, 78$;

mais cette quantité n'agit pas toute sur la roue ; on doit en retrancher ce qui se perd entre la roue et le coursier. Soit Q cette quantité, on a :

$$Q = BA c, \text{ où}$$

B est la largeur de la roue dans œuvre = 4'85 ;

A l'épaisseur du rayon liquide perdu = 0'112 ;

C la longueur du même rayon ou la vitesse moyenne dans le coursier = 12'46.

Portant ces valeurs dans la formule ci-dessus , on en tire $Q = 6^{\text{m}}, 78$: de sorte que la quantité M' d'eau qui agit véritablement sur la roue est

$$M' = M - Q = 20 \text{ pieds cubes.}$$

Or la force produite sur une roue à auges par une quantité M' d'eau est représentée par la formule :

$$P = \left(\frac{(c-v)}{g} + \frac{d}{v} \right) M' \gamma,$$

dans laquelle c est la vitesse moyenne de l'eau qui s'écoule par la pelle = 14'.

v = la vitesse moyenne de la roue par seconde , ou celle du centre de gravité des auges = 8'258.

g = la vitesse que la gravité imprime aux corps en une seconde = 35,63 ;

d = la hauteur de l'arc rempli d'eau = 7'2 ;

γ = le poids d'un pied cube d'eau = 66 liv. ; car cette eau M' agit sur la roue : 1°. par son

choc, dont l'effet est représenté par $\frac{(c-v)}{g} M' \gamma$, et

2°. par son poids qui est $\frac{d}{v} M' \gamma$.

Ces valeurs substituées donnent :

$$P = 1359,60$$

pour la puissance de la roue hydraulique.

II. Soit K la force P , qui agit sur la roue réduite au point d'application de la machine, c'est-à-dire au point où la bielle est liée au disque circulaire, nous aurons :

$$K = \frac{PR}{r}, \text{ où}$$

R est le rayon de la moyenne vitesse de la roue, celui du centre de gravité de l'auge = 7'89 ;
 r le rayon de la moyenne vitesse du disque, ou la distance du milieu du point auquel est liée la bielle au centre du disque = 1',092 ;

en sorte que $K = \frac{PR}{r} = 9823,35$.

III. Le moment mécanique de la force réduite est le produit de la force par la vitesse. Si on désigne la vitesse du point d'application de la force au disque par ω , on aura

$$\omega = \frac{1}{6} 2\pi r = \frac{1}{3} \pi r = 1',141 :$$

donc le moment $K\omega = 11219$ liv.

IV. La résistance U sur les deux pistons des machines soufflantes est donnée par la formule :

$$U = 2\pi r^2 \cdot 144 \cdot p,$$

dans laquelle r est le rayon du piston = 2', p la pression du vent par pouce carré = 1'.5. Donc

$$U = 5425,9.$$

V. Pour avoir le moment mécanique de la résistance, soit z la vitesse du piston par seconde, le piston, faisant 20 levées par minute, parcourt par seconde le tiers de la course. Ainsi,

$$z = \frac{1}{3} 4' = 1'33 : \text{ donc } Uz = 6900 \text{ liv.}$$

VI. Balance du moment mécanique de la puissance à celui de la résistance.

Le moment de la puissance. . . $K\omega = 11219$

Le moment de la résistance . . . $Uz = 6900$

Perte produite par le frottement et autres résistances 4319 liv.,
c'est-à-dire un peu plus du tiers.

Le haut-fourneau étant disposé pour la fusion, on commence par le sécher et le chauffer : pour cela, on fait d'abord devant le creuset un feu de houille qu'on en approche lentement, et quand ce creuset est dégagé de son humidité, ce qui exige quelquefois jusqu'à huit jours, on fait un feu de coak dans son intérieur, puis on remplit le creuset de ce combustible, qu'on jette par le gueulard : on en jette de nouveau toutes les fois que le premier est enflammé, et ainsi de suite jusqu'à ce que tout le fourneau soit plein ; ce qui exige ordinairement 4 à 5 jours, et brûle 300 à 350 tonnes de coak. Pendant ce chauffage, on doit aussi nettoyer le creuset toutes les six heures.

Le fourneau étant plein de coak et convenablement échauffé, on commence aussitôt à charger en minerai ; on fait d'abord de très-petites charges, on passe le minerai le plus fusible, ou le fer argileux, avec une forte proportion de castine et une addition de scories qui augmentent encore la fusibilité des cendres de coak très ré-

Séchage du haut-fourneau.

Mise en feu.

fractaires par elles-mêmes. Aussitôt que les premières traces de scories se montrent dans le creuset, on le nettoie; on place la dame, et on commence à donner un vent faible, qu'on augmente progressivement en même temps que la proportion de minerai. D'un à trois jours après le vent, se fait ordinairement la première percée, qui donne pendant quelques jours une fonte blanche, jusqu'à ce que le fourneau ait atteint le degré de chaleur convenable; ce qui dure plus ou moins long-temps, selon qu'il est neuf ou a déjà servi. Ordinairement de 8 à 15 jours après le commencement des charges, elles ont atteint leur maximum, le vent a la pression convenable à la nature du combustible qu'on emploie, le fourneau est bien échauffé, la fonte devient grise et les résultats réguliers. La conduite du fourneau n'exige plus alors qu'à des temps déterminés le chargement, le travail et la percée.

Charge-
ment.

Pour le chargement du fourneau, il y a à Gleiwitz comme à Malapane une tour cylindrique qui communique avec le magasin du minerai et du combustible, et qui est liée au gueulard par un appentis dont le sol porte une voie de fer. Les combustibles et le minerai y sont élevés encore ici à l'aide de deux chariots de fer mus par un mécanisme très-simple; dans ce chargement, les coaks se mesurent toujours au volume, tandis que les minerais et la castine se mesurent au poids; la quantité de coak reste d'ailleurs constante et celle de minerai varie suivant la marche du fourneau. Cette dernière est déterminée par les officiers de mines à chaque percée, à laquelle ils ont coutume d'assister. Le chariot a la capacité de 12 pieds cubes: la charge se compose ordinairement d'une mesure de coak = 1 tonne, 7 = 12 pieds cubes, et

une mesure de minerai = 34^x,20, qu'on répète trois fois: les charges se font toutes les demi-heures.

La nature du combustible employé, qui donne des scories très-réfractaires, et la grande quantité de poussier qu'il forme, et dont le trop grand amassement dans le creuset pourrait rendre les scories tout-à-fait impossibles à retirer, font qu'on est obligé de nettoyer souvent le creuset. En Silésie, on le fait ordinairement toutes les 6 heures. Dans ce travail, tous les ouvriers sont présents: ils commencent par arrêter le vent au moyen du pavillon; ensuite ils nettoient la partie antérieure du creuset en détachant les scories des côtés; ils amènent sur le devant les scories des parties postérieures et les retirent de même: ils donnent alors le vent pendant une à deux minutes pour chasser les dernières parties; ils l'arrêtent de nouveau, amènent des coaks enflammés dans la partie antérieure du creuset, qu'ils remplissent de poussier de charbon; puis enfin ils redonnent le vent, et la fonte continue.

Travail dans
le creuset.

Lorsqu'il est temps de faire la percée, on commence par nettoyer le creuset, et on prépare la voie de la gueuse dans le sable. Près du chio, on ménage dans ce sable un réservoir, où la fonte s'assemble et d'où on la répand dans les diverses formes. Ce réservoir est ordinairement fermé par une plaque de fer, qui porte une ouverture pour le passage de la fonte, et devant laquelle un ouvrier tient une pelle de fer enduite d'argile, qu'il baisse ou lève plus ou moins pour donner à la fonte une vitesse convenable. La percée se fait toutes les 12 heures, et donne ordinairement 20 à 22 quintaux de fonte.

De la percée.

Conduite du
travail.

La conduite du travail dépend des proportions convenables du minerai, du combustible et du plus ou moins de vitesse du vent, dont la pression doit être toujours relative à la nature du combustible. On reconnaît d'ailleurs la marche du fourneau par l'examen exact de la fonte et des scories produites; si cependant le fourneau est depuis long-temps en feu, et que l'ouvrage se soit considérablement élargi, il est bien difficile de juger de l'état du fondage: car très-fréquemment alors la nature des scories indique une tout autre marche que celle de la fonte.

Une bonne marche du haut-fourneau au coak se fait reconnaître par les caractères suivans:

1°. La fonte a une température très-élevée; elle coule bien avec une teinte rouge-blanc, et se recouvre à l'air d'une mince pellicule d'oxide. Par le refroidissement, elle prend une surface convexe et paraît légèrement veinée; elle est d'ailleurs parfaitement grise sur la cassure, et il ne s'y fait point de séparation de graphite.

2°. La scorie est très-fluide, coule bien, est brillante sur la cassure, compacte et de couleur vert poireau foncé. Cette scorie est en outre complètement opaque, assez visqueuse, et se laisse tirer en longs filets.

3°. La tuyère est claire et paisible; observée attentivement, on n'y reconnaît ni scories ni coaks: seulement, de temps en temps, on y remarque un mouvement tumultueux produit par l'abaissement des charges; enfin, la flamme du gueulard s'élève alors à une grande hauteur, et se compose d'un mélange des couleurs blanc, rouge et bleu.

Lorsque le fourneau chauffe trop, ce qui

peut avoir lieu aussi bien dans des fourneaux étroits que dans des fourneaux déjà très-élargis, la fonte est très-chaude; elle coule très-épaisse avec des teintes rougeâtres; sa cassure est gris foncé à gros grains, sa surface fortement veinée; elle contient d'ailleurs du graphite, qui s'en sépare en petites lamelles.

La scorie est pierreuse; elle offre beaucoup de parties d'un bleu foncé provenant du fer qui a été scorifié; elle coule très-difficilement, et ce n'est que par de fréquens nettoiemens du creuset qu'on peut la faire sortir.

Dans une telle marche, les seuls remèdes à apporter sont l'augmentation instantanée de la charge, la diminution du vent, et le travail dans le creuset jusqu'à huit fois par douze heures. L'augmentation de charge refroidit le fourneau et empêche l'engorgement de la partie inférieure de l'ouvrage, ainsi que l'obscurcissement de la tuyère, attendu que la fonte chaude produite redissout la masse déposée: il est bon d'ailleurs, pour l'augmentation de charge en minerai, d'employer le fer argileux préférablement au fer hydraté; car, par suite de sa plus grande fusibilité, il donne une fonte plus chaude.

Dans un fourneau très-élargi et chauffant trop, qui peut d'ailleurs supporter une plus forte charge en minerai, on doit agir avec beaucoup de précaution pour ne pas le refroidir trop subitement. Aussitôt qu'on a remédié au mal par l'augmentation de charge et la diminution du vent, il est bon de diminuer ici pendant quelques charges la quantité de minerai d'un demi à un quintal, pour donner de nouveau au fourneau la température convenable.

En général, dans les fourneaux au coak, rien n'exige autant de prudence que l'augmentation des charges en minerai; on doit, avant de se déterminer à ce changement, observer bien exactement la nature des produits, et lorsqu'ils le rendent nécessaire; commencer par passer quelques charges plus fortes seulement d'un huitième à un quart de quintal, et en examiner l'influence sur la marche du fourneau avant de passer à une augmentation véritable.

Lorsque le fourneau chauffe trop peu, la fonte devient truitée : elle coule claire et fluide, mais elle lance des étincelles; la couche d'oxide qui se forme à sa surface se rassemble au milieu de la gueuse, tandis que les bords en sont privés; elle ne forme d'ailleurs que de grandes plaques et n'est pas continue. Cette fonte se refroidit plus promptement que celle d'une bonne marche; elle prend une surface concave, a une cassure écailleuse et poreuse : la scorie est alors brunâtre et la flamme du gueulard rouge ou brune.

Lorsque cet état fait de plus grands progrès, la fonte devient toujours moins fluide; elle refroidit très-vite, la couche d'oxide cesse de se montrer à sa surface; cette fonte est très-aigre et rompt même dans les formes avec un grand bruit; elle est blanche et rayonnée dans la cassure et a une surface unie. Ici, la scorie est d'un noir foncé parfait; elle est plus brillante à la surface que sur la cassure.

L'augmentation de vent et la diminution des charges en minerai sont alors les remèdes à une telle marche, qui peut venir d'ailleurs non-seulement d'une surcharge en minerai, mais aussi de la retenue des charges dans la cuve du four-

neau, comme de la fusion des étalages et autres parties du fourneau.

Pour achever de donner une idée exacte de la méthode de fondage usitée à Gleiwitz, nous considérerons maintenant l'exemple d'une campagne exécutée du mois d'août 1820 au mois d'août 1721. Nous donnerons d'abord le résultat des cinq premières semaines, puis le tableau de ceux obtenus dans les divers mois d'activité.

Résultats
généraux.

Tableau hebdomadaire du commencement d'une campagne à Gleiwitz.

Numéros des semaines.	Nombre des charges.	Minerai.	Calcaire.	Coaks.	Fonte.	PRESSION du vent par pouce carré.
1	85	gal. liv. " "	qa. liv. " "	ton. 144	q. liv. " "	" "
2	110	68 "	21 "	187	" "	1 liv.
3	172	466 82	86 "	292,4	69 "	1,1 l. à 1,2
4	254	776 28	127 "	431,8	216 40	1,2 l. à 1,4
5	257	803 14	128 55	436,9	230 93	1,4 l. à 1 l. à 1,5 l.
TOTAL.	878	gal. liv. 2114 14	qa. liv. 362 55	1492,1	gal. liv. 516 23	

Dans la première semaine, on a commencé, le dimanche matin, à remplir la cuve du fourneau; du jeudi au lundi suivant, on y a passé des charges de coak seul pour l'échauffer.

Dans la deuxième semaine, on a commencé le

lundi à passer des charges légères en minerai et en castine ; le mercredi, vers midi, ont paru les premières scories : alors on a donné le vent, et le jour suivant a eu lieu la première percée, qui a donné une fonte blanche et matte.

Dans la troisième semaine, qui a été la première d'activité, la marche du fourneau a été assez bonne ; la scorie était toujours très-fluide ; la chaleur s'est augmentée de plus en plus et la fonte est devenue toujours meilleure.

Dans la quatrième semaine, le travail a été très-facile, et la fonte, alors très-fluide, a pris, dans les derniers jours, une température convenable et une cassure grise.

Enfin, au commencement de la cinquième semaine, par suite de manque d'eau et de l'emploi d'un mauvais coak, la fonte a été plus matte, plus claire et plus compacte dans la cassure.

Il résulte d'ailleurs du tableau précédent que, dans les trois premières semaines d'activité, une charge de coak de 1,7 tonnes = 3,4 quintaux a porté un demi-quintal de castine et 2 quintaux 83 livres à 3 quintaux 14 livres de minerai ; que, de plus, un quintal de minerai a rendu de 16 livres à 31 livres de fonte, ou de 15 à 28 pour 100.

On en déduit encore que pour avoir 1 de fonte, on a brûlé environ 2 tonnes de coak = 3^{hect.}50 = 2 quintaux métriques, et qu'on a employé 3,5 de minerai avec 0,56 de castine.

Tableau mensuel d'une campagne exécutée à Gleiwitz, de 1820 à 1821.

Numéros des mois.	Nombre des charges.	Minerai.		Castine.		Coak.	Fonte.	
		qal.	liv.	qal.	liv.	tonn.	qal.	liv.
1820.								
Août.	85	»	»	»	»	144,5	»	»
Sept.	793	214	14	362	55	1,348,2	516	23
Octobr.	1,374	4,346	»	774	55	2,335,8	1,269	107
Novem.	2,026	6,331	27	1,266	27	3,444,2	1,777	51
Décem.	1,621	5,057	69	810	55	2,755,7	14,15	52
1821.								
Janvier.	1,539	5,002	4,5	769	55	2,616,3	1,370	102
Février.	2,093	7,141	14	1,131	69	3,558,1	2,033	3,5
Mars.	1,735	5,930	68	923	»	2,949,5	1,784	47
Avril.	1,580	5,135	»	790	»	2,686,0	1,578	19
Mai.	1,815	5,932	27,5	907	55	3,085,5	1,796	75
Juin.	1,509	4,942	41	754	55	2,565,3	1,398	70
Juillet.	1,496	4,885	»	748	»	2,543,2	1,409	17
Août.	1,218	4,108	27,5	609	»	2,090,6	1,191	22,5
TOTAL.	18,834	60,925	70	9,846	96	32,122,9	17,540	39

Il résulte, en prenant la moyenne des résultats compris dans ce tableau, qu'une charge de coak de 1^{tonn.}7 = 3,4 qx. a porté 3 quintaux 24 liv. $\frac{3}{4}$ de minerai et 57 liv. de castine, et donné

102,2 liv. de fonte, ou qu'un hectolitre de coak a porté 57 kilog. de minerai, 10 kil. de castine, et donné 15 kil. de fonte;

Que le quintal de minerai a rendu 31 liv. de fonte, ou 28,8 pour 100, et que le rapport de la castine au minerai employé a été celui de 100 à 619;

Enfin, que pour obtenir un quintal de fonte on a usé 3 quintaux de minerai (fer oxidé hydraté, mélangé de fer carbonaté seulement dans les quatre premiers mois de l'année 1821), 61 liv. $\frac{3}{4}$ = 0^q.56 de castine et 1,83 tonne = 3^{hect.}.12 = 1^q.m.83 de coak, dont les 16,8 pour 100 de back-coak; c'est-à-dire 1,53 tonnes de coak en plein air, et 0,30 tonne de coak provenant de menue houille carbonisée dans des fourneaux.

Dans l'année 1821, on a produit à l'usine de Gleiwitz 16,424 quintaux de fonte, dont les frais sont revenus par chaque quintal de fonte :

	éc.	gros.	liards.
1 ^o . Pour minerai de fer, à	»	12	7
2 ^o . Pour coak.	»	14	10
3 ^o . Pour castine.	»	»	9
4 ^o . Pour entretien et préparation du fourneau.	»	1	3
5 ^o . Pour entretien de la machine soufflante.	»	1	9
6 ^o . Pour entretien du mécanisme de chargement.	»	»	4
7 ^o . Pour paie des ouvriers du fourn.	»	»	10
8 ^o . Pour frais généraux.		2	»
TOTAL.		1	11 4

Ce qui porte le prix de fabrication du quintal métrique de fonte à 11 fr. 50 environ.

6^o. Du moulage à Gleiwitz.

La fonte liquide dont on a besoin pour les moulages se prépare, à Gleiwitz, dans des fours à manche et des fours à réverbère. On se sert de fours à manche pour le moulage de petites pièces, et de fours à réverbère pour le coulage de grosses pièces.

On a quatre fourneaux à manche à Gleiwitz : tous sont construits comme l'indiquent les *fig.* 1 à 4, Pl. VIII ; deux de ces fourneaux sont alimentés par un soufflet cylindrique à double effet, mu par une machine à vapeur de 24 pouces, aussi à double effet ; les deux autres sont alimentés par un soufflet de même nature mu par une machine à vapeur de 15 pouces. En général, ces soufflets lancent dans les fourneaux de 400 à 500 pieds cubes d'air à 1 livre $\frac{1}{2}$ de pression par pouce carré par des buses de 2 pouces de diamètre.

Dans ces fours à manche, on charge toutes les 10 minutes $\frac{3}{4}$ quintal de fonte avec 46 livres de coak = 0^{gal}.42 = 1^{p.c.}.43.

Dans huit heures, on fond ainsi avec 70^{p.c.} de coak = 18^q.90 = 9^{tonn.}.9 — 36 quintaux de fonte grise, donnant 33,5 d'une fonte très-fluide, bonne pour couler des ouvrages d'une grande finesse.

Il suit de là que, dans la fonte de 100 quintaux de matière au four à manche, on use 27^{tonn.}.5 de coak = 195 pieds cubes = 52,8 quintaux, et que le déchet est de 7 pour 100.

L'usine de Gleiwitz contient, comme nous l'avons dit plus haut, six fours à réverbère, dont

Du moulage à Gleiwitz.

Refonte aux fours à manche.

Refonte aux fours à réverbère.

la construction est indiquée sur les *fig. 5* et *6*. Dans ces fours, on fond, en trois heures de temps, 40 quintaux de fonte grise avec 67,5 pieds cubes de houille = 9^{tonn.} 6 = 36 quintaux, et on en retire 35 quintaux d'une fonte plus compacte et plus dure : d'où il suit que, dans cette méthode, le fondage de 100 quintaux de matière exige 24^{tonn.} = 168 pieds cub. = 90^{qu.} de houille, et que le déchet est de 12 pour 100.

Résultat de l'année 1821.

Dans l'année 1821, on a préparé par la méthode de refonte au four à manche 16,205 quintaux d'ouvrages de toutes sortes. Pour obtenir 100 quintaux de produits marchands, on a usé 109,72 quintaux de fonte crue. Les frais ont été ceux-ci :

Pour 1,575 q ^{l.} $\frac{2}{3}$ de fonte de déchet, à 1 écu 11 gros 4 liards.	2,320
Pour 1,177 tonnes de houille à coak, à 11 gros 2 liards.	547
Pour 5,089 tonnes de back-koak à 5 gros 11 liards.	12,54
Frais de fonte.	455
Frais d'outils et entret. de four.	250
TOTAL.	4,826

Qui, répartis sur les 16,205 quintaux, donnent par quintal.	écu. gros. liard.
D'ailleurs les frais de fonte au haut-fourneau sont par quintal.	» 7 2
	1 11 4

Donc les frais totaux d'ouvrages moulés au four à manche sont de 1 18 6 par quintal de Prusse, ou de 13 fr. 70 par quintal métrique.

Dans la même année 1821, on a préparé, par la méthode du coulage au four à réverbère, 2,859

quintaux de divers ouvrages. Pour obtenir 100 quintaux de produits marchands, on a usé 119,6 quintaux de fonte crue ; les frais ont été ceux-ci :

Pour 557 quintaux de fonte de déchet, à 1 écu 11 gros 4 liards	820 éc.
Pour 837 tonnes de houille, à 11 gros 2 liards.	389
Pour frais des ouvriers	81
Pour entretien du four. et frais généraux.	104

1,394, qui, ré-

partis sur les 2839 quintaux, donnent par quintal.

écu. gros. liards.	» 11 9
--------------------	--------

D'ailleurs les frais de fonte au haut-four. sont par quintal de

1	11	4
---	----	---

Donc les frais totaux d'ouvrages moulés au four à réverbère sont. 1 23 1 par quintal de Prusse, ou de 15 fr. par quintal métrique.

Les divers modes de moulages usités à Gleiwitz sont ceux-ci :

Des divers modes de moulage.

1°. Moulage à découvert, dans le sable, pour les pièces qui peuvent avoir une face inégale et qui ne doivent pas être travaillées.

2°. Moulage en caisse, dans le sable maigre, pour les pièces qui n'exigent aucun autre travail.

3°. Moulage en caisse, dans la masse, ou mélange de sable maigre et gras pour les ouvrages qui ont besoin d'un travail postérieur, et qui doivent par conséquent rester le plus tendres possible.

4°. Enfin, moulage en terre grasse pour les pièces creuses et celles à grandes dimensions, dont les formes ne sauraient être transportées.

Nous n'entrerons point ici dans le détail de ces divers moulages, qui sont généralement connus; nous nous bornerons seulement à indiquer succinctement la manière de moulage, des pistons pleins de machine soufflante, et des cylindres de ces mêmes machines, dont l'alléage nous occupera plus loin.

Du moulage
en terre.

Ces deux objets se moultent en terre. Ce genre de moulage s'exécute généralement ainsi à Gleiwitz : le noyau se fait d'un muraillement de briques de deux tiers terre maigre et un tiers terre calcinée provenant d'anciennes briques; entre la surface de ce muraillement et la chablone, on laisse un intervalle d'un demi-pouce, qu'on recouvre d'une couche d'argile mélangée d'un tiers de crottin de cheval haché.

La chemise se fait, sur un calibre particulier, avec une terre de même composition, qu'on recouvre d'une légère couche de terre très-fine et plus humide pour rendre sa surface plus unie.

Le manteau, enfin, se fait avec de la terre mélangée à parties égales de crottin de cheval, terre qui devient très-dure par le séchage.

Lorsque ces diverses parties sont séchées dans des chambres échauffées à la houille et fermées hermétiquement par des portes de fer, il se forme des fentes qu'on doit remplir avec de la terre ordinaire; d'ailleurs, pour pouvoir retirer la chemise de dessus le noyau et le manteau de dessus la chemise, on recouvre la surface supérieure du noyau et de la chemise d'une légère couche

de cendre qui empêche l'adhésion; enfin, pour empêcher dans le coulage le contact de la fonte avec la terre qu'elle ferait brûler, on arrose la surface supérieure du noyau et celle intérieure du manteau d'une eau de colle, tenant en dissolution sept huitièmes de poussier de charbon et un huitième de farine de froment.

Le moulage des pistons se fait à l'aide d'un arbre vertical et d'une chablone ou calibre : à cet effet, la chambre de séchage porte, à la hauteur de 6 à 8 pieds, des barres de fer transversales sur lesquelles on applique la pièce *a, b, c*, de manière que son ouverture cylindrique soit verticale; sur le sol, on place une plaque de fer *d*, dont la cavité correspond exactement à cette ouverture cylindrique : à une hauteur de 4 à 6 pouces au-dessus de cette plaque, on met une rondelle de fer *o, p*, soutenue par des briques, alors on place l'arbre *n*; on lui lie la chablone *m* au moyen de fourchettes de fer à vis; enfin, on donne à la rondelle de fer, à l'aide de la chablone, la position qui lui convient.

Moulage
d'un piston.

Cela disposé, on élève sur la rondelle de fer horizontale deux couches cylindriques de briques, dont l'inférieure, qui dépasse l'autre de quelques pouces, forme le bord du piston, tandis que la supérieure au contraire doit former le noyau. On recouvre ces deux couches d'un demi-pouce de terre qu'on fait sécher, qu'on enduit d'argile dans les fentes, et qu'on saupoudre ensuite de cendre : on élève alors sur ce noyau la chemise, qu'on met à l'aide d'une chablone particulière *m*. Le noyau reste ainsi, à son bord supérieur, sur plusieurs pouces de largeur, non

recouvert : ceci sert pour la couronne de bois que doit recevoir le piston. La chemise faite, on la sèche, l'enduit et la saupoudre; alors on passe au manteau, qu'on prépare en deux parties, et dont celle supérieure est terminée par des fers de soutien ayant la forme de grilles. On sèche le manteau, on enlève séparément les deux parties, on enlève la chemise de dessus le noyau, on enlève avec de l'eau la cendre qui recouvre le noyau et le manteau, on noircit ces surfaces; on introduit dans le noyau un modèle en bois pour les bras; on remplit d'argile l'intervalle entre ces modèles et le noyau; on retire ces modèles; enfin, on passe à la coulée.

Moulage
d'un
cylindre.

Le moulage des gros cylindres se fait par noyau et manteau séparés et sans chemise; le noyau et le manteau sont faits en briques dans des creux percés dans le sol de l'atelier.

Le manteau se prépare dans une cuve cylindrique, enfoncée dans la terre et formée de plusieurs cylindres de fonte, au moyen d'une chablone liée à un arbre vertical, avec lequel elle tourne. On commence par couvrir le sol de cette cuve d'une couche de masse ou terre mélangée; puis on place l'arbre, auquel est lié la chablone. Cet arbre tient, d'une part, à une barre de fer reposant sur la cuve, et, d'autre part, à une plaque de fer avec cavité, qui est sur le sol. La chablone est faite d'une planche de $1\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur, et 9 pouces de largeur. Les talons *tt* servent à former les rebords du cylindre, et les ouvertures qu'elle a en bas servent à y engager les modèles, qui forment la couronne du cylindre, et qui doivent pouvoir se délier à volonté.

Enfin, l'extrémité saillante de chacun de ces derniers modèles sert à former, pendant la révolution de la chablone, le soutien de la plaque qui doit recouvrir la couronne. L'arbre et la chablone étant dans la position convenable, on construit par muraillement une partie cylindrique au centre du manteau, laquelle sert à introduire le noyau; on se sert pour cela de la chablone, qui, à cet effet, est coupée à son extrémité inférieure, et sur la profondeur de 1 pied, selon un diamètre de $\frac{1}{8}$ pouce plus grand que celui du noyau. La construction de ce mur circulaire se fait avec des briques ordinaires et de la terre humectée comme mortier. L'intervalle entre la cuve et le mur est rempli ensuite de terre mélangée. On enlève alors l'arbre et la chablone, et on sèche ce mur à l'aide d'un faible feu, qu'on fait dans son intérieur. Cela fait, on recouvre la surface de ce mur circulaire, qui doit former la partie inférieure de la couronne d'une couche épaisse de 1 pouce de terre ordinaire de noyau, et on modèle la forme inférieure de la couronne au moyen du modèle lié à la chablone; on la sèche; on place les noyaux de terre pour les trous taraudés; on les maintient par des briques; puis on recouvre l'emplacement de la couronne d'une plaque de fonte formée de quatre parties, et enduite de terre. Ces plaques reposent de 1 à 2 pouces sur la muraille, et sont soutenues par des clous. A partir de cette plaque, on construit à l'ordinaire le manteau jusqu'à la couronne supérieure, qu'on forme de même que l'inférieure. Entre la chablone et le manteau, on laisse un intervalle de $\frac{1}{2}$ pouce, qu'on remplit de terre après l'entière construc-

tion de la muraille, et l'intervalle entre la cuve et la muraille est rempli de masse, dans laquelle on ménage, au moyen de bâtons de bois, des canaux pour le dégagement de l'humidité. Lorsque le manteau est prêt, on le laisse sécher à l'air, et on le recouvre intérieurement d'une couche de terre de $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur, qu'on moule exactement à la chablone. La terre dont on se sert ici est un mélange de $\frac{3}{4}$ terre maigre et $\frac{1}{4}$ crottin : alors on sèche le manteau avec des charbons enflammés, qu'on jette dans son intérieur, et un feu extérieur, qu'on fait sur une plaque de fer recouvrant la partie supérieure. On peut se servir aussi, pour ce séchage, d'un foyer qu'on suspend dans le cylindre au moyen d'une grue, et qu'on fait successivement monter et descendre. En général, pour le séchage d'un manteau de 10 pieds de hauteur et $4\frac{1}{2}$ pieds de diamètre, on use en 3 jours 7 à 8 tonnes de houille.

Si le cylindre doit recevoir un col, on y applique la forme aussitôt le séchage du manteau, et dans un espace ouvert de celui-ci. Le même espace est aussi ouvert dans la cuve pour donner de la facilité à l'introduction de cette forme, qui consiste en noyau et manteau. Le noyau est fait en caisse avec de la masse, le manteau, au contraire, est fait sur un modèle et en deux parties séparées.

Le noyau du cylindre se forme d'une manière inverse du manteau, ici c'est le noyau lui-même qui est mobile, tandis que la chablone est fixe. Ce noyau se prépare sur un disque circulaire, à travers lequel passe l'arbre. Ce disque a le diamètre du noyau; il est lié à l'arbre par quatre

étrésillons. La chablone est liée, dans sa partie supérieure, à la tige de fer; au bas, elle est unie par des coins à la plaque du fond. L'éloignement de la chablone à l'axe de l'arbre est de $\frac{1}{4}$ pouce plus grand que le diamètre du noyau; savoir, $\frac{1}{8}$ pouce pour le retrait pendant le séchage, et $\frac{1}{8}$ pouce pour celui qui a lieu pendant le coulage. On construit le noyau avec des briques ordinaires autour de la chablone; on le recouvre de $\frac{1}{2}$ pouce de terre : alors on le sèche avec des charbons enflammés, qu'on jette autour de lui, et qu'on élève à diverses hauteurs avec des ringards; puis enfin on l'enduit et le noircit.

Le noyau étant préparé, on l'introduit dans le manteau à l'aide d'une grue; on place alors la forme du col, dans la partie supérieure de laquelle sont deux trous pour le passage de l'air, les noyaux pour les trous taraudés de la couronne supérieure, et la plaque supérieure, qui recouvre le tout. Cette dernière plaque porte 4 trous, qui correspondent au creux entre le noyau et le manteau, et dont 2 servent pour le coulage, et 2 pour le passage de l'air. Cela fait, on charge la forme, et on coule.

7°. *Allésage des cylindres à Gleiwitz*

Le but qu'on se propose d'atteindre par l'allésage, c'est de rendre la surface intérieure des cylindres coulés creux concentrique en tous points avec l'axe, et de lui donner le plus fin poli possible. Pour y parvenir, on donne au cylindre une position fixe, et on fait faire au foret un mouvement rectiligne, suivant la longueur du cylindre,

De l'allésage à Gleiwitz.

et un mouvement rotatoire autour de son axe. On se sert d'ailleurs, à Gleiwitz, de deux dispositions, qui ne diffèrent l'une de l'autre que par la manière dont le mouvement rectiligne est communiqué au foret. Le plus ou moins grand diamètre du cylindre décide du choix de l'une ou l'autre disposition : l'une sert pour les cylindres de 1 pied à 2 pieds 6 pouces de diamètre ; la seconde pour ceux de 2 à 7 pieds de diamètre.

Allésage des
gros cylindres.

1°. Allésage des gros cylindres. (Pl. IX.)

Une tige massive et bien calibrée de fer fondu *a* est la partie principale de tout le mécanisme ; elle est munie, à ses deux extrémités, de deux tourillons ronds, par lesquels elle repose sur les piliers *b b'*, qui posent eux-mêmes sur les arbres horizontaux *cc'*, auxquels ils sont assujettis par les mâchoires *dd*. A une de ses extrémités, la tige de fer *a* a encore un tourillon quadrangulaire, qui peut se lier à l'arbre de la roue par le moyen du manchon *g*.

Quand on veut alléser un cylindre, on doit d'abord placer la tige *a* dans une position telle que son axe et celui de l'arbre de la roue soient en ligne droite. Or, la position de *a* dépend des piliers sur lesquels elle porte : c'est donc ceux-ci qu'on doit diriger convenablement. C'est ce qu'on fait sans peine à l'aide du fil-à-plomb, en ayant soin que le point milieu de l'ouverture circulaire de chacun de ces piliers, dans laquelle doit entrer le tourillon, corresponde juste au milieu de l'intervalle des deux bois horizontaux.

Les piliers étant placés et la tige *a* introduite dans leurs ouvertures, on recule un peu l'un

d'eux pour pouvoir toucher à la tige, qu'on soutient d'une autre manière ; on y fait glisser dessus le manchon *i*, qui est foré intérieurement d'un diamètre égal à celui de la tige *a*. Ensuite, on unit à ce manchon, par des coins et des vis, l'allésoir *k*, dont la surface est percée de plusieurs fentes pour l'introduction des forets. On introduit sur un tourillon du même manchon, qui est indiqué par les lignes *o*, un joug *n*, qui, par une disposition décrite plus bas, fait mouvoir horizontalement ce manchon. Ce joug est foré intérieurement sur un diamètre un peu plus grand que le tourillon, afin qu'il ne nuise point au mouvement rotatoire du manchon, auquel il doit rester étranger. Ce joug placé, on met devant lui, sur le même tourillon, un anneau de fer forgé, qu'on assujettit avec des vis ; le joug, en pressant sur ce dernier, fait suivre le manchon et l'allésoir.

Avant de placer le cylindre sur la tige *a*, on doit marquer sur ses extrémités, par un cercle, combien de fer doit être enlevé. Pour cela, on introduit à frottement une tringle de bois dans ce cylindre, de manière à ce qu'elle coupe à angle droit son axe géométrique ; on cherche sur cette tringle le point milieu du cylindre ; puis on décrit le cercle, que l'on colore avec de la craie. Cela fait, on repose le cylindre sur deux billots de bois *pp*, que l'on place transversalement sur les bois horizontaux. Ces billots sont coupés en dessus, suivant la surface du cylindre, qui y repose alors plus solidement ; on entoure en outre ce dernier, pour empêcher tout recul, de deux chaînes, qui sont fichées dans les bois horizon-

taux, et vissées. La position du cylindre, par rapport à la tige a , doit être telle, que les axes des deux se confondent. Pour cela, sur la tige a , on fait mouvoir un modèle en bois, taillé comme la $\frac{1}{2}$ surface de cette tige, et portant une tringle égale au rayon du cercle qu'on doit ôter, ou qui est tracé sur le cylindre; on fait mouvoir ce modèle sur la tige a , et on voit si la tringle, dans toutes les positions, aboutit au cercle tracé sur le cylindre. Le cylindre est-il trop bas? on l'élève en mettant des coins entre les billots et les bois horizontaux. Penche-t-il trop d'un côté? on le remet au milieu, en avançant les billots et tirant les chaînes du côté opposé, par le moyen des vis. Pour empêcher le cylindre de tourner dans le sens du mouvement de l'allésoir, on met de ce côté deux appuis, qui sont liés à ses deux couronnes.

Les forets qu'on place sur l'allésoir sont de fer; la partie seule qui doit couper est d'acier. Cet acier, ordinairement du meilleur de Styrie, y est soudé. Les deux surfaces de coupement doivent s'assembler sous un angle de 90° , et le foret être un peu arrondi au point d'attaque. L'épaisseur qu'on donne aux forets n'est pas ordinairement de plus de $\frac{3}{4}$ pouce, parce qu'au-delà ils ne se laisseraient pas convenablement tremper; leur largeur est celle de l'allésoir, communément 4 à 5 pouces; leur longueur est déterminée par la profondeur des fentes, ordinairement 3 pouces. Ces forets sont introduits dans les six fentes de l'allésoir, qui alternent avec six autres plus grandes, dont le but sera expliqué plus bas; ils y sont maintenus par des coins, qu'on met du

côté du mouvement. Lorsque tous ces forets sont enfoncés, on essaie, pour savoir s'ils sont convenablement placés, ou s'ils décrivent tous le même cercle. Pour cela, on tire le manchon devant le cylindre; on le fait tourner, et on voit si ces cercles passent sur celui décrit sur le cylindre.

Quant à la disposition qui doit produire le mouvement horizontal, on lie au joug n deux tiges dentées tt , par l'assemblage à queue d'aronde; on les place parallèlement à la tige a , et dans une même horizontale avec son axe: elles sont plus longues que les tiges a , et passent dans le pilier b . Ces tiges, tirées de gauche à droite, et liées au joug n , obligent celui-ci et l'allésoir à suivre leur mouvement. Ce joug presse en effet sur l'anneau de fer et l'entraîne.

Les roues UU , engrenant avec les tiges tt , les font mouvoir. Le mouvement de ces roues UU est occasionné par des roues xx , qui sont appliquées au même arbre, et qui portent à leur axe des tiges yy chargées d'un poids. Ces tiges sont assemblées à 45° aux roues xx , et sont relevées aussitôt qu'elles sont à terre.

Pour empêcher le balancement des tiges dentées tt , et les forcer d'engrener toujours avec les roues UU , à la surface supérieure des premières, il y a une roue de friction z , et juste au-dessus de la place des roues UU . A leur extrémité, les tiges tt sont unies par un arbre, sur lequel sont deux roues BB , qui glissent sur des planches et soutiennent ces tiges.

Pour forcer le manchon et l'allésoir de faire le mouvement de rotation de la tige a , on enfonce

un clou de fer forgé, qui est indiqué dans l'élevation par des lignes ponctuées γ , dans une ouverture du manchon qui pénètre jusque dans la tige, et, par ce moyen, le mouvement de rotation de cette dernière est communiqué au manchon sans nuire à leur mouvement rectiligne; car, tandis que celui-ci se meut en ligne horizontale sur la tige a , le clou se meut de même dans la fente d .

Alors, tout est disposé pour l'allésage; on fait aller la roue, qui communique son mouvement de rotation à l'allésoir; et, par suite du mouvement rectiligne imprimé en même temps à cet allésoir, les forets décrivent des hélices.

Pendant l'allésage, on n'a d'autre chose à faire que de graisser les tourillons des roues, de faire écouler la limaille du cylindre, et de relever les tiges $\gamma\gamma$ aussitôt qu'elles ont gagné l'horizontale. On doit sur-tout avoir soin de regarder si les forets sont émoussés ou rompus; on le reconnaît aisément en ce que le cylindre vibre par suite de l'inégale action de ceux-ci: alors il se produit, à la surface du cylindre, des creux et des saillies qu'il est bon d'éviter, en introduisant aussitôt de nouveaux forets.

Quoique, dans l'allésage d'un cylindre, on mette à-la-fois plusieurs forets sur l'allésoir; par exemple, de 11 à 16 pour les gros, et 4 pour les petits, et qu'ainsi chacun n'ait qu'une partie de la résistance à vaincre, il n'est cependant pas possible d'empêcher leur émoussement ou leur rupture pendant l'action, et il faut souvent en changer plusieurs fois dans cet intervalle; d'ailleurs, il est impossible de donner aux nouveaux

juste la même position des anciens: de là, des filets dans le cylindre nécessitent un deuxième allésage. Pendant cette dernière opération, on ne laisse pas les forets mordre autant; on ne les incline plus autant, où on élève la partie du coupant qui s'incline, de manière qu'ils attaquent le cylindre à-peu-près sur toute la largeur du coupant, et non sur la moitié, comme dans le premier cas. Ceci, à la vérité, fait vibrer le cylindre; mais on diminue cet effet en introduisant dans les fentes de l'allésoir, qui sont intermédiaires aux forets, des boulons de bois qui, en pressant sur le cylindre, rompent les saccades.

Alors l'allésage du cylindre est terminé, et on le retire de dessus l'attirail, à moins qu'il ne doive être poli, comme cela a lieu pour les cylindres de machine soufflante; dans ce cas, on les recouvre intérieurement d'un mélange d'émeri et d'huile de lin, et on donne encore une fois le mouvement à l'allésoir, sans les forets, mais avec les boulons de bois.

2°. Allésage des petits cylindres. (Pl. X.)

La disposition pour l'allésage des petits cylindres de $2\frac{1}{2}$ pieds à 1 pied de diamètre diffère de celle décrite, seulement par la manière dont le mouvement rectiligne est communiqué à l'allésoir, vu le défaut d'espace dans l'intérieur du cylindre. Il est en effet impossible d'adapter ici deux tiges dentées au manchon pour le faire mouvoir. Voici le moyen dont on se sert:

Une tige creuse a , munie d'une fente qui pénètre jusqu'au creux, est unie, à une de ses extrémités, à l'arbre de la roue par un manchon o .

Allésage des
petits cylindres.

A l'autre extrémité, elle est munie d'un tourillon rond, par lequel elle repose sur le pilier *l*, qui est lié aux côtés des arbres horizontaux par des mâchoires. Après que cette tige a été mise, par la disposition convenable du pilier, en situation telle que son axe géométrique et celui de la roue ne fassent qu'une même ligne, on introduit dessus le manchon *f* avec l'allésoir *m*, qui lui est lié par des coins, et vissé à sa couronne *g*; puis on place le cylindre, qu'on fait reposer sur deux billots de bois *nn*, placés eux-mêmes transversalement sur les bois *cc*; on l'entoure des chaînes *pp*, de la même manière que pour les gros cylindres; mais on ne soutient pas ici le cylindre du côté de la poussée des forets, attendu qu'à cause de son petit diamètre il est déjà assez solide pour qu'on n'ait à craindre aucun recul: alors on introduit les forets sur l'allésoir; on les soutient, et on passe au moyen de communiquer le mouvement rectiligne à l'allésoir.

Dans le creux cylindrique de la tige *a*, on introduit une tige massive de fer fondu *i*, et on l'assujettit au manchon par un clou de fer forgé, qui traverse ce manchon, passe par la fente de la tige *a*, et va s'engager dans un trou correspondant de la tige *i*. Par là, non-seulement le mouvement rectiligne, communiqué à la tige *i*, que l'on fait mouvoir dans la tige *a*, entraîne celui du manchon, pendant que le clou se ment dans la rainure de la tige *a*, mais aussi on force ce dernier à faire le mouvement de rotation imprimé à la tige *a*. Le diamètre de la tige *i* est un peu moindre que celui de la tige *a* pour diminuer le frottement, seulement à

l'extrémité par laquelle elle entre dans *a*, elle a un anneau autour d'elle, qui touche à la tige *a*, la rend solide, et la force à avoir le même axe.

Le pilier *L* est vissé au traîneau courant sur les arbres *cc*, et sert à communiquer le mouvement rectiligne de ce char à la tige *i*, en pressant sur un bouton de celle-ci. Le mouvement est donné au char, comme dans les gros cylindres, par des roues *tt*, qui s'engrènent dans les tiges dentées *uu*, et qui sont mues par des leviers *yy* liés des disques *w*, adaptés au même arbre *x*; seulement, ici, ce sont les roues qui se meuvent; tandis que là c'étaient les tiges. L'attirail *z*, où repose l'arbre des roues, est vissé au char, en sorte que celui-ci est forcé de faire le mouvement rectiligne des roues, en courant sur les tiges dentées, qui sont solides.

Pendant l'allésage des petits cylindres, il y a les mêmes précautions à prendre que pour les gros cylindres. Pour ceux au-dessous de 20 pouces de diamètre, on emploie des allésoirs tout massifs, sur lesquels on ne fait pas de fentes pour les boulons de bois, parce qu'ils les rapprocheraient trop de celles des forets, et occasionneraient la rupture de la pièce. Au lieu de ces boulons, pour empêcher le vibration du cylindre pendant le deuxième allésage, on enfonce des coins de bois entre la surface de l'allésoir et celle intérieure du cylindre. Pour de très-petits cylindres, on se dispense même du second allésage, parce que, dans le premier, les forets sont moins attaqués que pour les gros cylindres, et n'ont

souvent pas besoin d'être changés, auquel cas il ne se produit pas de filets saillans.

La vitesse avec laquelle l'allésoir se meut dépend des dimensions du cylindre à alléser et de la qualité de la fonte dont il est formé ; elle est donc très-variable. En général, la détermination de cette vitesse se prend d'après les règles suivantes : plus le diamètre du cylindre est grand, moins cette vitesse doit être grande ; car la vitesse des forets, la fonte restant la même, doit aussi ne pas varier, que le cylindre soit gros ou petit. Du fer dur oppose aux forets une plus grande résistance que du fer tendre : on doit donc, dans le premier cas, donner une moins grande vitesse aux forets, pour rétablir l'équilibre.

La vitesse rectiligne de l'allésoir doit être proportionnelle à sa vitesse de rotation ; cependant elle varie avec l'épaisseur du fer enlevé. Cette épaisseur doit être généralement de $\frac{1}{4}$ pouce ; mais on ne peut pas, dans le coulage du cylindre, empêcher qu'il ne faille souvent en enlever plus ou moins de $\frac{1}{4}$ pouce.

La vitesse de rotation dépend du nombre de tours que la roue-matrice fait en un temps donné, et celle longitudinale des poids dont on charge les tiges $\gamma\gamma$.

L'opération de l'allésage exige beaucoup d'adresse et de pratique dans le choix de la vitesse à donner : si cette vitesse est trop grande, les forets sont trop attaqués et aussitôt émoussés ; si elle est trop petite, on perd beaucoup de temps. L'allésage des gros cylindres dure souvent plusieurs semaines ; celui des petits cylindres, seulement quelques jours.

8°. *De l'affinage au bois et à la houille à Rybnick.*

On a fait, depuis vingt ans, dans tous les lieux où le traitement métallurgique du fer est conduit suivant les règles de l'art, un grand nombre d'essais pour remplacer le bois par quelque autre combustible dans l'affinage de la fonte, ou du moins pour rendre moindre la dépense en charbon de bois. De l'affinage à Rybnick.

En Angleterre, on sait que depuis long-temps on affine toute la fonte à la houille. Ce procédé ne s'est pas encore beaucoup propagé, tant parce qu'il est resté long-temps peu connu, que par la moindre qualité qu'on attribue aux fers fabriqués de cette sorte ; il est toutefois à désirer que ce travail du fer aux cylindres puisse réussir par-tout où de riches dépôts de houille se trouvent à la proximité des mines de fer.

En Allemagne, où l'on possède assez de bois pour pouvoir fabriquer avec ce combustible tout le fer dont on peut avoir besoin, il est moins urgent d'en venir au procédé anglais, vu d'ailleurs qu'on peut trouver moyen de réduire encore la dépense en charbon de bois dans l'affinage, et que là où la houille se trouve, on peut aussi l'employer dans cette partie de l'affinage, où le remplacement du charbon de bois ne peut nuire en rien à la qualité du fer.

Des raisons purement économiques ont fait conserver, jusqu'en 1810, l'ancien affinage en Allemagne ; mais alors, persuadés de l'avantage qu'il y aurait à employer la houille comme aide,

là où on peut s'en procurer à bon marché, et où il n'y a pas d'autre parti à tirer des bois qu'à les employer aux usines, les officiers de mines cherchèrent à introduire une méthode d'affiner avec la houille et le charbon de bois, par laquelle les usines qui peuvent se procurer ces deux combustibles auraient la facilité de faire une épargne de bois ou d'augmenter leur production.

En 1810, la reconstruction nécessaire de l'établissement de Rybnick donna lieu à chercher à augmenter la fabrication annuelle sans augmenter la dépense du charbon de bois. On imagina, pour cela, de fondre la gueuse à la houille dans un four à réverbère, et de l'affiner ensuite à l'ordinaire avec le charbon de bois. Par là, on diminua beaucoup la durée de l'opération, et conséquemment la dépense en charbon de bois. On trouva aussi convenable de forger et étirer le fer, non sous les marteaux, mais entre les cylindres, afin de mieux utiliser l'eau. Dans la première partie de l'opération, ou dans la fusion complète de la gueuse, il se faisait un déchet trop considérable, on se borna à faire rougir la gueuse et à la porter, en cet état, au feu d'affinerie; on hâta encore la fusion, et on diminua toujours la dépense en charbon, quoique beaucoup moins que d'abord. C'est à ce procédé qu'on s'est enfin arrêté; c'est celui qu'on pratique maintenant dans l'usine de Rybnick.

Consistance
de l'usine de
Rybnick.

Cette usine se compose, ainsi que le représente la Pl. XI, de quatre feux d'affinerie AA'; de deux fourneaux à réverbère FF'; d'une machine soufflante hydraulique, composée de deux

cylindres à air c', et de deux marteaux à dôme MM'.

Les fourneaux à réverbère qui servent à rougir la fonte ont 11 pieds de longueur de sole, 32 pouces de largeur et 22 pouces de hauteur de voûte. Trois portes de fer servent à introduire la fonte, et un charriot, aussi de fer, à la transporter aux feux d'affinerie.

Ces affineries ont 10 $\frac{1}{2}$ pouces de profondeur de la sole à la tuyère, 30 pouces de longueur de la face du chio à celle de la rustine, et 28 pouces de largeur de la face du vent à celle du contre-vent. Les faces de la rustine et du contrevent sont inclinées de 5°; la tuyère est inclinée de 10° à 10 $\frac{1}{2}$ pouces de la rustine, et saïlle de 3 $\frac{1}{2}$ pouces dans le foyer; la base est de 7 $\frac{1}{4}$ pouces en arrière de la tuyère.

Les marteaux, du poids de 5 à 5 $\frac{1}{2}$ quintaux, battent de 96 à 100 fois par minute.

Les pistons des cylindres à air c' sont mis en mouvement par des bielles adaptées aux disques DD', qui communiquent le mouvement de va-et-vient à deux balanciers, terminés par des secteurs circulaires engrenant avec les tiges dentées des pistons. Ces tiges sont d'ailleurs maintenues dans la verticale par une roue de friction. Les cylindres ont 4 pieds de diamètre et 4 $\frac{1}{2}$ pieds de hauteur; les pistons pleins ont un jeu de 4 pieds; ils font douze ascensions et descensions par minute.

La gueuse, cassée en morceaux du poids convenable pour un affinage, est chauffée au four à réverbère par deux ouvriers, qui font des postes de 12 heures, et reçoivent 4 $\frac{1}{2}$ liards par

Détail de
l'opération.

quintal de lopin. En général, cette chauffe use $\frac{2}{5}$ boisseau de houille = 0,6 par quintal de lopin obtenu.

La gueuse, rougie, est portée au feu d'affinerie, où elle se traite, comme nous l'avons vu à Malapané. En général, 5 quintaux de fonte donnent à ces feux $3\frac{3}{4}$ quintaux de lopins cinglés et prêts à être passés aux laminoirs en 8 heures de temps; savoir, $3\frac{1}{2}$ pour la fusion, et $4\frac{1}{2}$ pour l'affinage proprement dit. On retire communément 1 quintal de fer par attachement; il y a à chaque feu cinq ouvriers, qui reçoivent 6 gros par quintal de lopin fourni. Par corbeille de charbon de 64 pieds cubes, ils doivent donner 6 quintaux de lopins.

Les lopins obtenus à Rybnick sont étirés, sous les cylindres, dans une usine séparée, située plus bas, qui contient les laminoirs nécessaires et un four à réverbère pour la chauffe préalable. Ces lopins sont étirés en fer de toute sorte, avec une perte au feu de 10 pour 100, et une dépense en houille de $1\frac{4}{5}$ pied cube par quintal.

Avantages
de ce mode.

Cette méthode d'affinage procure les avantages suivans : la production d'un quintal de lopin bien cinglé n'use que $10\frac{2}{3}$ pieds cubes de charbon de bois et 1 pied cube de houille. Le prix des ouvriers, en raison de la grande fabrication, est tombé de 6 à 5 gros par quintal de fer en lopins. En outre, un marteau sert ici à deux feux, et chaque feu livre 75 quintaux et plus de lopins par semaine; en sorte que, moyennement, un marteau prépare par semaine 150 quintaux au moins de lopins. A la vérité, ce procédé exige l'emploi de plusieurs fourneaux et d'un système de lami-

noirs; mais la plus grande fabrication qui a lieu fait plus que compenser, et les frais généraux, réduits, sont toujours beaucoup moindres.

Eu égard à l'économie de bois, cette méthode d'affinage permet de fabriquer, avec 5,400 cordes de bois, au lieu de 13,500 quintaux de fer forgé comme autrefois, 27,000 quintaux de lopins, et de ceux-ci, 24,300 quintaux de fer laminé, avec l'aide de 25,000 boisseaux de houille.

Quoique, par cette méthode, le déchet de fonte, pour les lopins, soit de 25 pour 100, et de celui-ci, pour le fer forgé, de 10 pour 100, total 32,5 pour 100, tandis que, par l'ancien mode, cette perte n'était que de 28,58 pour 100, cette différence est bien compensée par l'épargne en charbon de bois et par la diminution des frais généraux, en raison d'une production presque double.

Enfin, le prix des ouvriers, pendant l'affinage et le laminage, s'élevant juste au même taux que par l'affinage ancien, et le déchet, plus grand en fonte de 3,92 pour 100, étant compensé, ainsi que l'entretien du laminoir, par la diminution des frais généraux, dans la comparaison des frais de fabrication par l'un et l'autre mode, on a seulement à considérer le prix de la houille et du bois.

D'ailleurs, l'avantage du nouveau mode, eu égard aux localités, surpasse encore celui qui est relatif aux consommations. La quantité d'eau disponible à Rybnick ne pouvait suffire autrefois qu'à six feux, qui produisaient au plus, par an, 12,000 quintaux de fer forgé. Aujourd'hui, deux feux n'exigeant qu'un marteau, et quatre

feux qu'un soufflet, deux usines, semblables à celles dont nous avons donné le plan, contiendront deux soufflets, huit affineries, quatre marteaux; un laminoir, qui sera constamment en activité, pourra laminer les lopins produits par ces huit feux, et il ne faudra que sept roues hydrauliques pour produire annuellement, comme nous l'avons dit, 24,300 quintaux de fer étiré; tandis que, pour produire la même quantité de fer forgé par l'ancien mode, il eût fallu quinze feux d'affinerie, qui auraient exigé vingt-six roues.

NOTICE GÉOLOGIQUE

SUR LES ENVIRONS DE SAULNOT (HAUTE-SAÔNE.)

PAR M. THIRRIA, Ingénieur au Corps royal des Mines.

Le village de Saulnot se trouve, dans le département de la Haute-Saône, à 3 myriamètres à l'est de Vesoul, à 5 myriamètres au sud-est de Plombières, et à 6 myriamètres au nord de Besançon.

Les différentes formations (1) qui constituent le sol de ses environs sont, en partant des masses inférieures, et en les suivant dans leur ordre de superposition :

- 1°. La formation du porphyre de transition avec dépôts de fer oligiste.
- 2°. La formation du grès rouge;
- 3°. La formation du grès bigarré;
- 4°. La formation du calcaire avec dépôts d'argile, de gypse et de houille;
- 5°. La formation du troisième grès secondaire;
- 6°. La formation du calcaire à gryphées;
- 7°. La formation du schiste marno-bitumineux;

(1) J'entends par *formation* un système de masses minérales qui ont entre elles une connexion telle, qu'on peut les supposer formées dans les mêmes circonstances et par des causes analogues, et par *terrain* une réunion de formations liées entre elles par des rapports de gisement et de composition.